

# CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS E HIDROLÓGICAS DE LOS GRANDES ÁMBITOS MORFOCLIMÁTICOS DEL ECUADOR

Pierre Pourrut  
ORSTOM

## 1. FACTORES CONDICIONANTES DE LA RED HIDROGRÁFICA Y DE LOS REGÍMENES HIDROLÓGICOS

Los ríos están estrechamente relacionados con el contexto geográfico: relieve y grado de alteración de las rocas, clima y cobertura vegetal; todo se combina para conformar los rasgos distintivos de la hidrología. Cada uno de ellos constituye el resultado global y sutil de las características de la región que drena, nada refleja mejor que ellos el conjunto de las realidades climáticas, orográficas, geológicas y biogeográficas que caracterizan a sus cuencas hidrográficas.

Aunque no debemos minimizar la influencia de agentes como la geología (particularmente las características litológicas tales como el grado de dureza o de impermeabilidad de las rocas, así como los grandes sistemas de fallas o fracturas), o la vegetación (papel de la cobertura vegetal en la protección de las pendientes y en el establecimiento de los términos del balance hídrico, principalmente de la evapotranspiración y del escurrimiento superficial), no cabe duda de que los dos factores más directamente responsables del trazado y de la densidad de la red hidrográfica, así como de las variaciones y de la abundancia de los regímenes hidrológicos, son el relieve y la pluviosidad. Sin embargo, debemos desde ahora formular el siguiente postulado: ríos, orografía y lluvias no son agentes independientes sino que, por el contrario, presentan una fuerte correlación por interacciones complejas en donde causas y efectos están estrechamente entrelazados.

Es así como el relieve determina las características físicas y morfométricas de la red hidrográfica (conjunto más o menos denso de riachuelos, ríos o lechos fluviales), que asegura el drenaje de una superficie delimitada por líneas divisorias de aguas, llamada cuenca vertiente o cuenca hidrográfica. El libre desarrollo del escurrimiento producido por las lluvias se une a éste para definir la dirección de los flujos, la forma y la densidad de los drenes, así como la pendiente longitudinal del cauce. Los valores de ésta condicionan, evidentemente, la dinámica erosiva, lo que permite discernir una primera interdependencia: debido a la constante búsqueda de su perfil de equilibrio, los ríos, agentes principales de la degradación de las tierras, que transportan y depositan, constituyen uno de los elementos fundamentales de la morfogénesis y del modelado de los paisajes. Esto resulta particularmente cierto en el Ecuador debido a:

- una historia geodinámica extremadamente compleja, revelada por la gran diversidad de las formaciones geológicas, sobre todo las de origen volcánico, cuya dureza varía considerablemente según se trate de volcanismo fisural (coladas de lava muy dura de tipo basáltico o andesítico), o explosivo (acumulación por vía eólica de cenizas y de polvos relativamente blandos, de tipo cangahua);
- la intensidad de la orogénesis y el carácter reciente de algunos de sus paroxismos, lo que se traduce en diferentes reactivaciones erosivas y en una red hidrográfica joven, todavía en plena evolución.

Además de la íntima relación que existe entre los caudales y las características físicas y morfométricas de la cuenca de alimentación, resulta evidente, por otra parte, que las cantidades de agua que transitan por los ríos, así como sus variaciones a lo largo del año, están directamente subordinadas a los totales pluviométricos y a la distribución de las lluvias. Estas últimas dependen, claro está, de factores planetarios, como la circulación atmosférica

general o la presencia de corrientes oceánicas, pero también están condicionadas por el contexto físico local. Esto permite identificar una segunda interdependencia: a las condiciones pluviométricas de conjunto que, en el Ecuador, se rigen por las reglas climáticas propias de las zonas de baja latitud (desplazamiento periódico del FIT, regímenes de los alisios, etc.), y están sometidas a la influencia de corrientes oceánicas (desplazamiento de la corriente fría de Humboldt, alteraciones climáticas ocasionadas por el fenómeno del Niño), se añade el efecto de la cordillera de los Andes que desempeña un papel preponderante en la génesis, el aislamiento y la repartición de masas de aire cuyas características influyen en la formación de las precipitaciones. Al ser responsable de toda una secuencia altitudinal de topoclimas, así como de fuertes gradientes pluviométricos en las laderas expuestas a los vientos húmedos dominantes, pero también al servir de pantalla ante las influencias oceánicas y amazónicas y crear así zonas abrigadas más secas, la formidable barrera de orientación meridiana constituida por los Andes origina la individualización de tres grandes regiones naturales que forman tres grandes conjuntos climáticos: la región litoral, la región andina y la región amazónica que poseen regímenes de lluvias muy diversos y en donde los totales pluviométricos anuales fluctúan entre 100 y 6.000 mm.

Debido a la diversidad que caracteriza sus principales factores condicionantes, podemos encontrar redes hidrográficas con formas y extensiones muy variadas, así como múltiples regímenes hidrológicos. Estos muchas veces sólo pueden ser individualizados por procesos sencillos en la parte alta de las cuencas de alimentación ya que, más abajo, el régimen no es representativo del lugar en donde es observado; los fenómenos registrados son entonces el fruto de la integración de los diferentes regímenes unitarios de las zonas atravesadas aguas arriba.

## 2. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS REDES HIDROGRÁFICAS Y CLASIFICACIÓN DE LOS REGÍMENES HIDROLÓGICOS

Acabamos de hablar de las dificultades encontradas para definir, en la parte baja de los ríos, regímenes hidrológicos que no sean compuestos. Por otra parte, así como en el caso de los climas y como lo señalaron R. Arlery, H. Grisolle, B. Guilmet (1973): "para tener una utilidad práctica, una clasificación sólo puede partir de datos sencillos o por lo menos fácilmente accesibles, para llegar a un cuadro que sea a la vez suficientemente general, (para permitir comparar regímenes que tengan numerosos rasgos en común) y, sin embargo, bastante detallado (para diferenciar los regímenes que están separados solamente por algunas características más o menos importantes)".

Pese a estos factores limitantes, se pudo definir un número razonable de grandes clases de regiones hidrológicas, apoyándose en la clasificación del régimen de los ríos propuesta por M. Parde (1961), adaptada al caso específico del Ecuador. Esta última se basa en dos criterios más o menos relacionados, siendo el uno la naturaleza y el origen de las aguas altas (pluviales, provenientes de las nieves, de los glaciares o mixtas), y el segundo la simplicidad o la complejidad de la variación anual de los caudales (regímenes sencillos con un solo máximo, traduciendo un solo modo de alimentación, regímenes mixtos bajo la influencia de varios modos de alimentación y regímenes complejos correspondientes a las influencias muy variadas observadas río abajo).

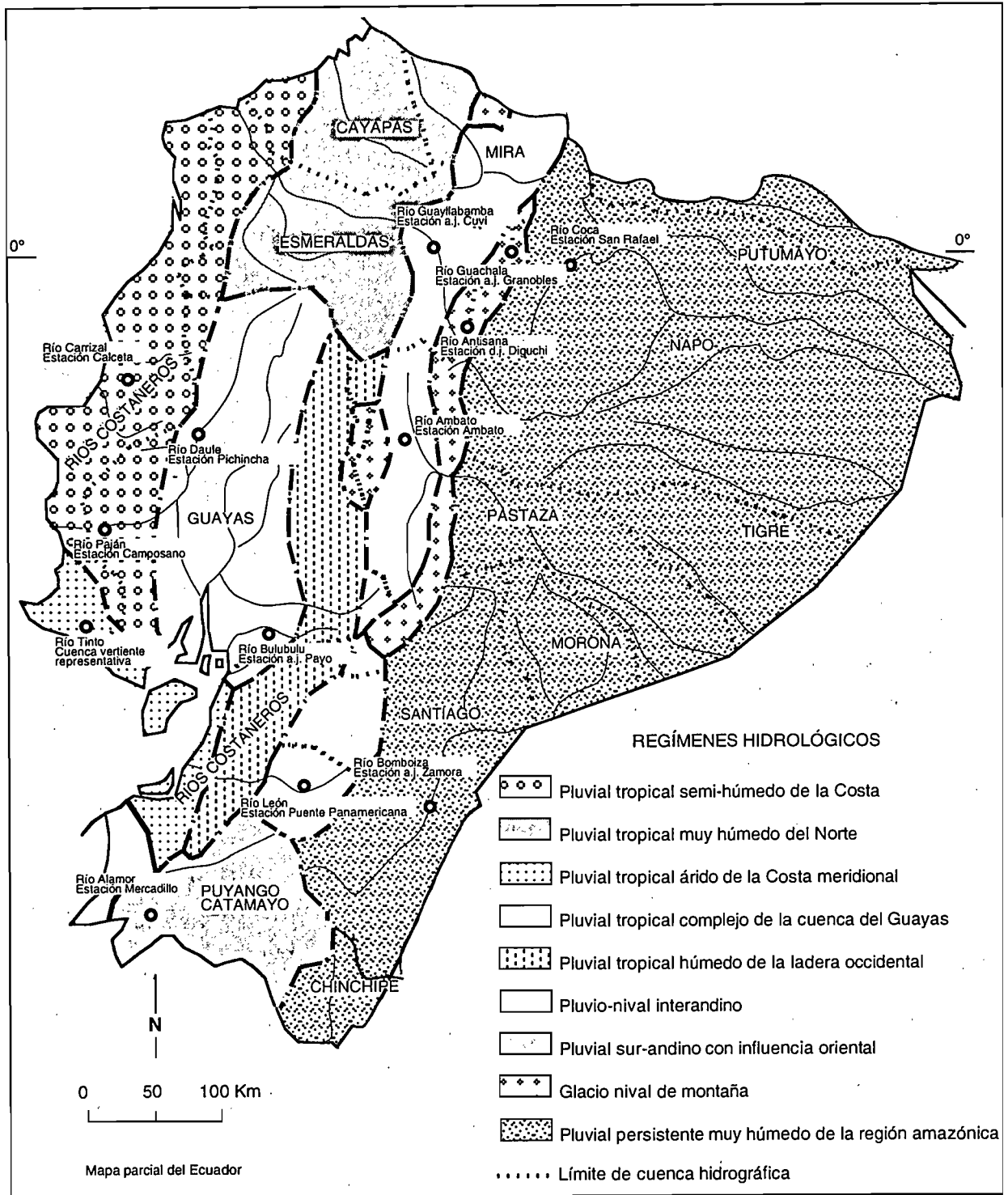
Describiremos a continuación las principales características de las nueve grandes clases de redes y de regímenes representadas en la Fig. 1.

Como representativas de cada una de las clases, se escogieron ciertas estaciones hidrográficas. En el cuadro 2 se presentan los valores característicos y los módulos correspondientes. Además, los histogramas de las figuras 2 a 14 ilustran la distribución mensual de los caudales observados en dichas estaciones.

### 2.1. RÉGIMEN PLUVIAL TROPICAL SEMIHÚMEDO DE LA COSTA

Atañe a las altas colinas de Mache, la cuenca de Muisne, los altos relieves dominantes del Manabí septentrional (cordilleras de Jama, Coaque y Chindul), la depresión central de Chone-Portoviejo, la cordillera sur y la ladera occidental del río Daule (cerros de Colonche). Pese a que las pluviometrías anuales disminuyen de norte a sur y de este a oeste, 2.000 mm en el extremo noreste e inferiores a 500 mm en el cabo San Lorenzo y en la franja costanera meridional, todas presentan una característica común: su irregularidad interanual. Es así como el coeficiente de variación interanual  $K_3$  (relación entre las lluvias con frecuencia decenal húmeda y seca), es superior a 3 y puede alcanzar 5. Una de las causas de esta variabilidad es sin duda alguna el fenómeno del Niño cuyas precipitaciones elevadas son responsables de crecidas a veces catastróficas. Son los principales agentes del modelado de los valles porque provocan un fuerte sobrecavado y una esporádica pero muy rápida evolución de los perfiles transversales y longitudinales de los ríos.

Fig. 1. Regímenes hidrológicos



Elaboración: P. Pourrut

Los regímenes son de tipo tropical con un máximo único centrado en el mes de marzo para los ríos que corren hacia el oeste y un poco más tardío, en abril, para los que corren hacia el este; en cuanto al mínimo, se presenta en diciembre y muchas veces, debido a la ausencia total de precipitaciones, se acerca mucho y hasta puede alcanzar el estiaje absoluto, (Fig. 2 y 3).

Mientras que en las partes altas de las cordilleras los módulos anuales pueden aproximarse a 30 l/s/km<sup>2</sup>, éstos disminuyen progresivamente a medida que nos acercamos al litoral, en donde la mayoría de los riachuelos sólo tienen un escurrimiento intermitente y en donde los módulos anuales son siempre inferiores a 10 l/s/km<sup>2</sup>. Para

conocer mejor las características hidrológicas de los flujos y las relaciones lluvia/escorrentía, se instaló una cuenca vertiente representativa en el río Banchal, en la parte alta del río Paján. Esta cuenca de 155 km<sup>2</sup> permitió obtener resultados particularmente importantes durante las precipitaciones extraordinarias del Niño 1982-83, que alcanzaron puntualmente cerca de 2.500 mm mientras que la pluviometría anual es del orden de 800 mm. Resulta útil presentar algunos de los valores observados:

- la lámina de agua escurrida durante el año alcanzó 835 mm, o sea un coeficiente de escorrentía del 37 %, siendo observada la mayor parte entre enero y julio: lámina escurrida de 710 mm y coeficiente de escorrentía superior al 44 %;
- durante los seis primeros meses del año, se registraron 50 crecidas, entre las cuales 3 tuvieron un pico de caudal superior a 100 m<sup>3</sup>/s, siendo observado el máximo el 11 de marzo: 320 m<sup>3</sup>/s es decir 2.060 l/s/km<sup>2</sup>.

Es interesante anotar el papel importante que desempeñan la geología y las aguas subterráneas en el mantenimiento de los caudales de estiaje. Es el caso del río Ayampe; pese a lluvias bajas o nulas en verano, su escorrentía permanente encuentra su origen en la pluviosidad mucho más importante de la cuenca alta, localizada en la cordillera de Chongón-Colonche, en donde las formaciones geológicas muy fracturadas conforman un camino privilegiado para la infiltración: gracias a esta red de fracturas, las aguas pluviales, que se encuentran así en carga hidráulica, alimentan constantemente la parte baja de la cuenca. Comparándola con las zonas aledañas, la baja llanura aluvial tiene una vegetación mucho más frondosa y da la falsa impresión de gozar de una pluviosidad más elevada de lo que es en realidad.

## 2.2. RÉGIMEN PLUVIAL TROPICAL MUY HÚMEDO DE LA COSTA SEPTENTRIONAL

Atañe a la cuenca de Borbón-Valdez, las laderas noroccidentales y la alta cuenca meridional del río Esmeraldas (ríos Quinindé y Blanco). En estas zonas, las pluviometrías son muy elevadas, superiores a 3.000 mm y pueden sobrepasar 5.000 mm en algunos años; están bien repartidas a lo largo del año con un máximo relativo de febrero a abril, y un mínimo relativo de septiembre a diciembre.

Pese a la falta de datos, ya que las medidas realizadas son todavía insuficientes para establecer las relaciones altura/caudal, podemos adelantar que los módulos específicos son importantes, del orden de 80 l/s/km<sup>2</sup>, y que los estiajes están bien sostenidos, sobrepasando siempre 20 l/s/km<sup>2</sup>.

Los cauces de los ríos, bien marcados en la falda occidental de la cordillera, van tomando cada vez más la forma de meandros a medida que se acercan a la llanura costanera, en donde reina una vegetación muy densa; al alcanzar la zona marítima con manglares, se vuelven divagantes con fenómenos de captura en aguas altas.

Insistimos en el hecho de que esta zona sufre de una gran deficiencia de información porque la densidad de la red es muy insuficiente, y los datos de observación tienen una calidad a veces dudosa. Es la razón por la cual no se puede por ahora presentar una serie completa de caudales que se refieran a una sola estación hidrométrica, y los pocos resultados señalados anteriormente provienen de datos dispersos.

## 2.3. RÉGIMEN PLUVIAL TROPICAL ÁRIDO DE LA COSTA MERIDIONAL

Este reina en la península de Santa Elena, la Isla Puná y la franja costanera de la provincia de El Oro.

La pluviosidad, siempre inferior a 500 mm y apenas superior a 100 mm en la punta de Salinas, determina un sistema fluvial cuyo flujo es exclusivamente temporal, ya que la mayoría de los ríos pueden permanecer secos durante varios años seguidos. Sólo precipitaciones muy fuertes provocan flujos, sobre todo las que producen el fenómeno del Niño. Con el fin de cuantificar dichos flujos, se instaló una cuenca vertiente representativa de 69,3 km<sup>2</sup>

Cuadro 1. Observaciones pluviométricas en Salinas

1982			1983									AÑO
O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	
11,8	1,4	6,0	402,2	198,2	304,8	606,8	734,4	501,2	66,2	0	0	2833

en el río Tinto. Entre octubre de 1982 y septiembre de 1983, un intenso fenómeno del Niño provocó precipitaciones y escurrimientos verdaderamente excepcionales (Fig. 4). Para estimar la frecuencia de estos eventos se analizó la serie de observaciones pluviométricas registradas en la estación de Salinas, cuyos valores presentamos a continuación: (Ver Cuadro 1)

Al comparar estos datos con la serie anteriormente disponible (no incluida), y al ajustar las leyes de distribución más adaptadas, Galton para las lluvias anuales y Pearson III para las lluvias mensuales, se obtuvieron frecuencias extremadamente raras (F. Burbano & al., 1987). Los períodos de retorno son:

- superiores a 5.000 años para la totalidad del período;
- comprendidos entre 500 y 1.000 años para los meses de mayo y junio;
- comprendidos entre 100 y 250 años para los meses de enero, abril y julio.

En lo que atañe a las precipitaciones diarias, 33 de ellas fueron superiores o iguales a la lluvia anual anteriormente calculada, 8 superiores a la lluvia decenal y 2 a la lluvia centenal (222,6 mm. el 14 de mayo de 1983 y 157,0 mm el 6 de abril de 1983).

Excepcionales, como las lluvias, los flujos fueron también continuos desde el 2 de enero hasta el 20 de octubre de 1983. Para las 69 crecidas, (la última, fue el 12 de julio), la lámina escurrida alcanzó 945 mm, o sea un coeficiente de escurrimiento medio del 37 % (superior al 50 % en marzo y abril). Tres crecidas tuvieron un caudal pico superior a 100 m<sup>3</sup>/s; el más fuerte fue registrado el 22 de febrero, 116 m<sup>3</sup>/s, es decir, 1670 l/s/km<sup>2</sup>, lo que es considerablemente elevado para una cuenca de este tamaño. Las frecuencias de estos flujos tienen un orden de magnitud cercano al que se estimó para las precipitaciones en Salinas.

Hay que señalar también que en la parte meridional de la región afectada por este régimen, se observan a menudo fuertes inundaciones que no son provocadas por las precipitaciones locales sino por las de las partes altas de las grandes cuencas, tales como las de los ríos Jubones o Balao.

#### **2.4. RÉGIMEN PLUVIAL TROPICAL COMPLEJO DE LA CUENCA DEL GUAYAS**

La cuenca del río Guayas es recorrida por ríos originarios de la alta cuenca septentrional, tales como el Daule y el Quevedo, cuyo régimen se ve fuertemente alterado por los flujos laterales provenientes de la cordillera Costanera, y en especial, de la cordillera occidental. Luego de una estación seca muy marcada de mayo a noviembre, los caudales aumentan a partir de diciembre y alcanzan su máximo en marzo y abril. Contrariamente a lo que se puede observar en la franja litoral, el origen diversificado de los flujos contribuye a reducir la irregularidad interanual que, sin embargo, se mantiene bastante elevada ya que los valores del coeficiente K3 se ubican entre 2 y 4 (Fig. 5).

El modelado de los ríos, bien marcado en la parte alta, toma la forma de meandros en la parte baja en donde, durante las crecidas importantes, se observan numerosos fenómenos de captura entre esteros, debido a la débil pendiente y al juego de los canales de riego. Casi cada año, los ríos provenientes de la cordillera occidental son responsables de crecidas a veces catastróficas que tienen un fuerte impacto en las infraestructuras viales y agrícolas. Las medidas temporarias de emergencia que se toman en estos casos, como la elevación de las riberas, se revelan siempre precarias y muchas veces ineficaces; por el contrario, debido al estrechamiento de las secciones, éstas contribuyen a aumentar las velocidades del flujo. Tarde o temprano, habrá que prever un acondicionamiento global de estas zonas.

#### **2.5. RÉGIMEN PLUVIAL TROPICAL COMPLEJO DE LA CUENCA DEL GUAYAS**

Este régimen concierne a la ladera exterior de la cordillera occidental y particularmente los ríos Angamarca, Prieto, Chanchán, Bulubulu y Cañar.

Esta zona recibe directamente el impacto de las masas de aire caliente y húmedo de origen oceánico, reforzadas por las que se estancan habitualmente en la llanura del Guayas. Al elevarse, estas masas de aire se condensan, debido al enfriamiento consecutivo al proceso de expansión adiabático y son responsables de importantes precipitaciones, particularmente entre 500 y 1.500 m en donde reina un clima tropical megatérmico húmedo (P. Pourrut, 1983). Los totales pluviométricos anuales elevados, siempre superiores a 2.000 mm y que pueden alcanzar localmente más de 4.000 mm, están concentrados en un período único de enero a abril; es entonces cuando las lluvias diarias muy elevadas (superiores a 100 mm en frecuencia anual, a 150 mm en frecuencia decenal y a 200 mm en frecuencia cen-

tenal), así como las pendientes muy acentuadas, generan crecidas muy violentas con caudales pico muchas veces considerables que pueden sobrepasar 3.000 l/s/km<sup>2</sup> para cuencas del orden de 100 km<sup>2</sup>, y volúmenes escurridos muy abundantes cuyo flujo, río abajo, se ve frenado por las pendientes suaves y por obras de infraestructura inapropiadas, lo que provoca fuertes crecidas con consecuencias frecuentemente catastróficas para la economía nacional (Fig. 6).

## 2.6. RÉGIMEN PLUVIO-NIVAL INTERANDINO

Este régimen atañe al corredor y a las cuencas de la zona interandina hasta un límite sur constituido por los macizos de Saraguro; comporta un gran número de ríos con características muy diferentes como las de los ríos Guayllabamba, Cutuchi, Ambato, Chambo y Paute.

Hemos reunido en esta clase todos los flujos que nacen en el valle interandino, en donde los regímenes son mixtos, ya que se ven sometidos a la influencia de dos modos de alimentación; el primero de ellos es pluvial y presenta dos máximos que corresponden a la alternancia de las lluvias provocadas por las masas de aire de origen amazónico o pacífico; el segundo es glacio-nival.

Se entiende fácilmente que en este contexto los ríos puedan recibir, de arriba hacia abajo, influencias sucesivas muy diversas y por lo tanto presentar un régimen a veces complejo. Sin embargo, podemos individualizar:

- regímenes de tipo pluvial con dos máximos situados en marzo-abril (masas de aire oceánico) y en noviembre (masas de aire amazónico), cuya importancia relativa depende de las posibilidades de penetración de masas de aire húmedo ligadas sobre todo al relieve (Fig. 7);

- regímenes sometidos a la influencia preponderante de la fundición de las nieves y de los glaciares, caracterizados por un solo máximo generalmente situado en el mes de julio, (Fig. 8); hay que anotar que, en forma aparentemente contradictoria, es este régimen el que reina en los valles secos interandinos de la región central. En efecto, mientras los grandes volcanes cercanos desempeñan un papel de pantalla que reduce considerablemente la pluviosidad anual (generalmente inferior a 500 mm), los ríos que atraviesan estas depresiones tienen un régimen glacio-nival cuyos caudales más fuertes coinciden con el período más seco; sólo excepcionalmente se ven también alimentados por las escasas crecidas de los afluentes de la zona cuyo escurrimiento sólo es intermitente. El río Ambato nos proporciona un ejemplo típico de este caso, ya que la mayor parte de su flujo proviene del deshielo del volcán Chimborazo;

- al sur de 2°30', un régimen de tipo pluvial muy fuertemente influenciado por las masas de aire amazónico cuando la topografía se presta a ello, por ejemplo en el caso de los ríos Paute o León. En realidad se trata de una zona de transición, tanto hacia el sur como hacia el este (Fig. 9).

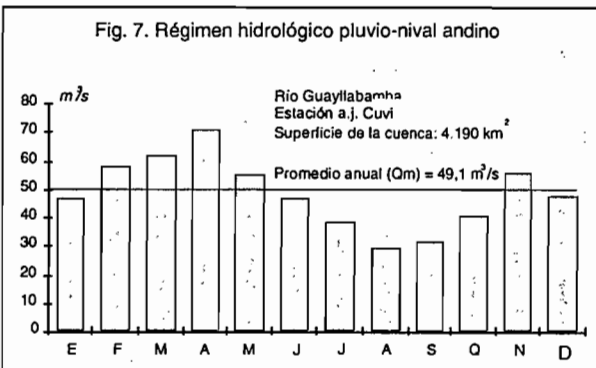
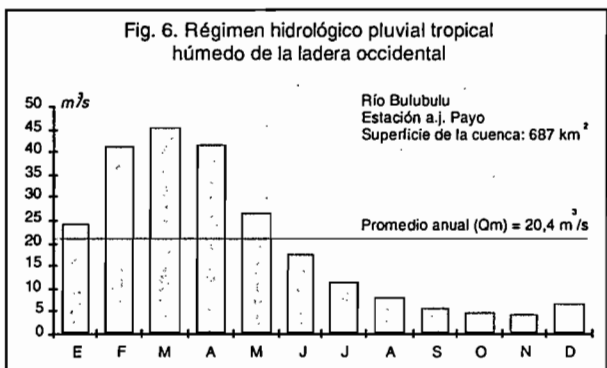
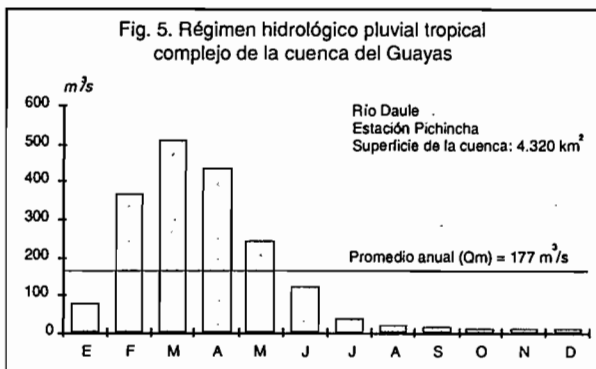
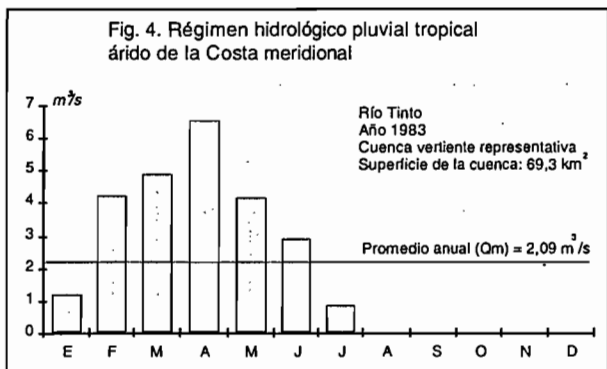
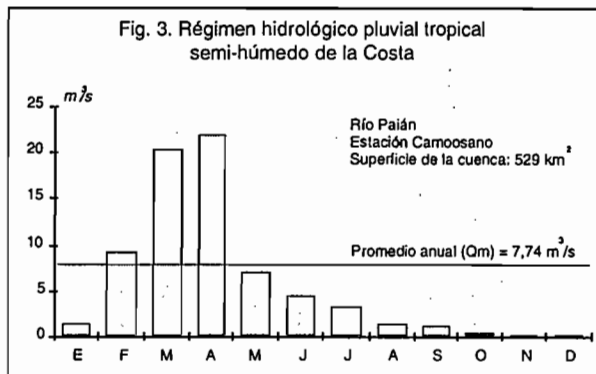
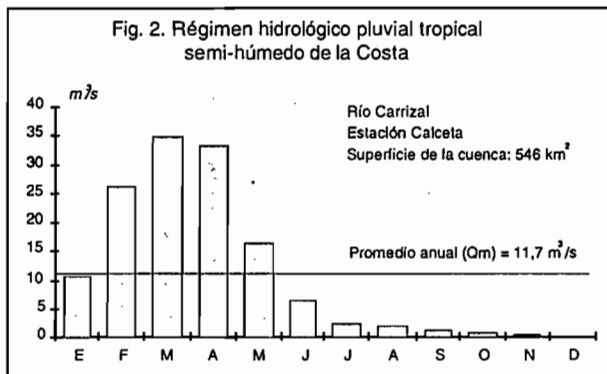
Debido a las fases sucesivas de la orogénesis andina, algunas de ellas recientes, los ríos tienen por lo general un curso bien marcado con una pendiente longitudinal pronunciada y una erosión elevada, ya que todavía están lejos de alcanzar su perfil de equilibrio; para dejar el valle interandino, como en el caso del río Guayllabamba hacia el océano Pacífico o del río Pastaza hacia la Amazonía, han cavado profundas quebradas, sitios privilegiados para la instalación de obras de infraestructura hidroeléctrica.

## 2.7. RÉGIMEN PLUVIAL ANDINO MERIDIONAL CON INFLUENCIA ORIENTAL

En esta región de altitud y relieve moderados, en donde las dos cordilleras pierden su individualidad y anchos valles ofrecen una comunicación relativamente fácil con las zonas oceánicas (valles de los ríos Puyango y Catamayo) y sobre todo con la cuenca amazónica (valles de los ríos Zamora y Chinchipe), el régimen observado en los Andes septentrionales se ve fuertemente perturbado. Su principal característica es que puede ser muy diferente según los años, ya que depende del régimen de los vientos que puede privilegiar la influencia oriental hasta anular, a veces, la de origen oceánico; la situación geográfica y la orientación de las cuencas vertientes de alimentación vienen a ser entonces criterios esenciales.

Por regla general, se observa un régimen que presenta dos máximos, el primero en febrero-marzo y el segundo en julio-agosto, ubicándose el estiaje a finales del año calendario, (Fig. 10). Siempre por regla general, la amplitud de los máximos depende de la distancia de la zona de influencia pero, en algunos años, se pueden observar regímenes con un solo pico producido por las masas de aire originario de la cuenca amazónica.

Contrariamente a lo que se ve en la región norandina, los ríos se acercan más a su perfil de equilibrio, las pendientes de los cauces son menos fuertes y los valles más anchos.



**2.8. RÉGIMEN GLACIO-NIVAL DE MONTAÑA**

Es el régimen que reina por encima de los 3.500-4.000 m, en las tierras frías y los páramos recorridos por ríos tales como el Pita, el Tambo o el Antisana cuyas cuencas altas comprenden la cima de altos volcanes y que son alimentados permanentemente por el deshielo (el límite de las nieves eternas está ubicado a 4.800 m) y a veces por precipitaciones en estado sólido, nieve o granizo.

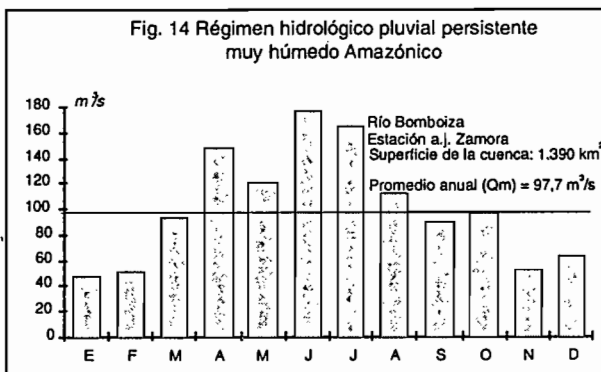
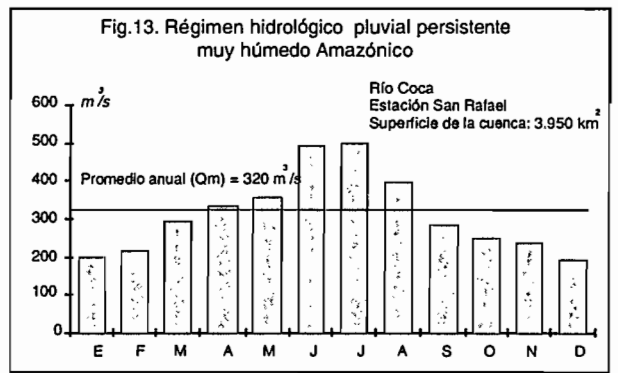
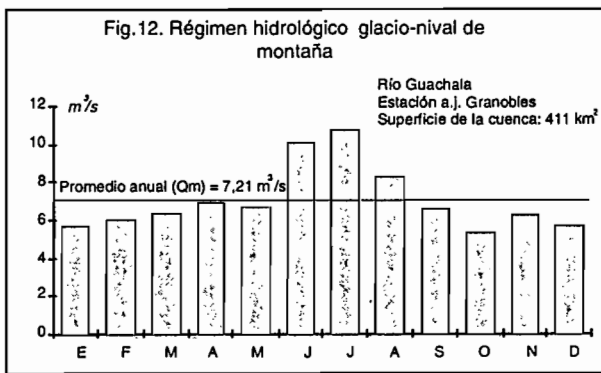
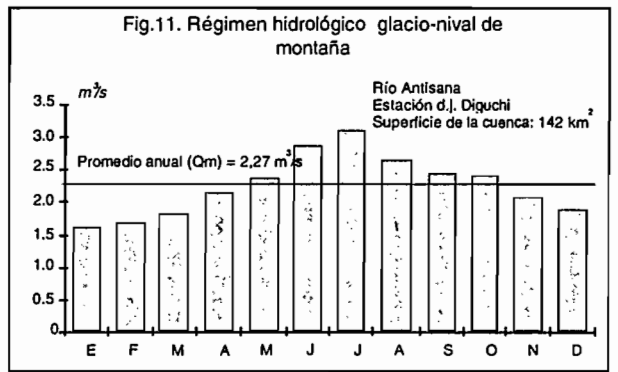
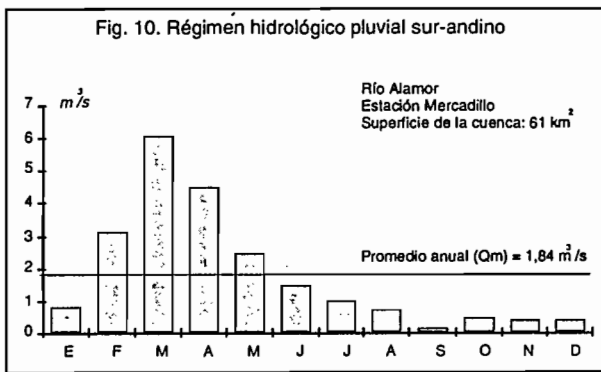
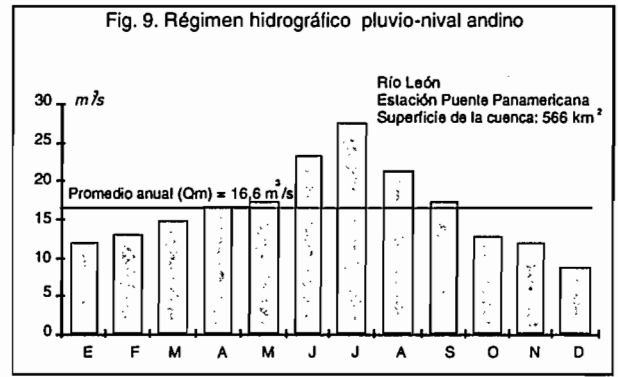
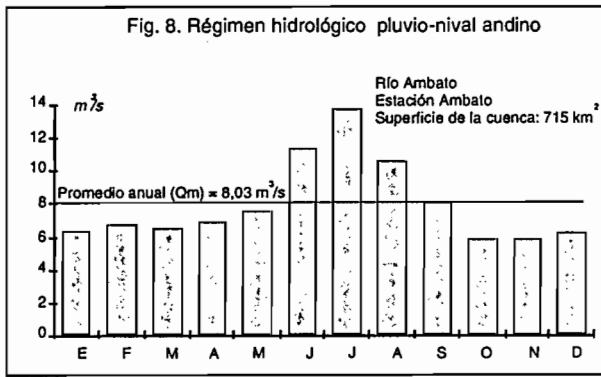
Es un régimen con un único máximo, situado en julio en el caso de los ríos que fluyen hacia el corredor interandino o en agosto para los de la cuenca oriental, lo que corresponde a los meses de máxima exposición al sol, (Fig. 11 y 12). Debido al modo de alimentación por glaciares, se pueden observar tres características especiales:

- un pico de crecida diario situado por la tarde y que corresponde a las aguas provenientes del deshielo en el momento de máxima exposición al sol y de máxima temperatura (generalmente hacia las 13 horas);
- una gran regularidad de los flujos, ya que el caudal de base es sostenido e importante, lo que ayuda a definir un coeficiente de regularidad intermensual de valor muy bajo (la relación entre el caudal medio de los meses más altos y de los más bajos es inferior a 2);
- crecidas con formas muy aplanadas, por una parte porque los chubascos tienen intensidades generalmente bajas y porque se observa un gradiente pluviométrico negativo a partir de 3.500-3.800 m (es frecuente que la pluviosidad

Cuadro 2  
Valores característicos de las estaciones hidrológicas representativas de los diferentes regímenes

RÉGIMEN HIDROLÓGICO	RÍO	ESTACIÓN	SUPERFICIE CUENCA (Km <sup>2</sup> )	MÓDULOS MENSUALES en m <sup>3</sup> /s												MÓDULO ANUAL		OBSERVACIONES
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	m <sup>3</sup> /s	l/s/Km <sup>2</sup>	
Pluvial tropical semi-húmedo de la costa	Carrizal Paján	CALCETA CAMPOSANO	546 529	11,3 1,47	26,7 9,25	35,3 20,5	33,7 22,1	16,9 7,18	6,85 4,51	2,96 3,48	2,31 1,53	1,66 1,26	1,24 0,610	0,806 0,440	0,732 0,310	11,7 7,74	21,4 14,6	fluye hacia el Oeste fluye hacia el Este
Pluvial tropical muy húmedo del Norte																	> 50	insuficiencia de las series observadas
Pluvial tropical árido de la cos- ta meridional	Tinto	Cuenca vertiente representativa	69,3	1,24	4,27	4,91	6,60	4,22	2,92	0,914	0,006	0,004	0	0	0	2,09	30,2	año 1983 (Niño muy fuerte)
Pluvial tropical complejo de la cuenca del Gua- yas	Daule	PICHINCHA	4.320	80,9	371	514	437	246	130	44,8	28,0	19,0	16,9	13,1	14,6	177	41,0	régimen puro de la cuenca alta
Pluvial tropical húmedo de la la- dera occidental	Bulubulu	a.j. PAYO	687	24,5	41,1	45,4	41,6	26,9	17,6	11,7	8,22	5,80	4,96	4,30	6,82	20,4	29,7	
Pluvio-nival andino	Guayllabamba Ambato León	a.j. CUVI AMBATO PUENTE PANA- MERICANA	4.190 715 566	47,1 6,45 11,9	58,9 6,77 13,2	62,7 6,61 14,8	71,7 6,91 16,9	55,6 7,57 17,3	47,3 11,5 23,4	38,9 13,8 27,5	30,0 10,6 21,5	31,9 8,15 17,4	40,8 5,82 12,9	56,3 5,82 12,1	47,8 6,30 8,92	49,1 8,03 16,6	11,7 11,2 29,3	régimen tipo predominio glaciar predominio oriental
Pluvial sur- andino	Alamor	MERCADILLO	61	0,80	3,14	6,10	4,55	2,45	1,48	1,01	0,76	0,160	0,520	0,460	0,460	1,84	30,2	régimen tipo
Glacio-nival de montaña	Antisana Guachala	d.j. DIGUCHI a.j. GRANOBLES	142 411	1,65 5,83	1,69 6,19	1,82 6,56	2,18 7,11	2,38 6,83	2,88 10,3	3,11 10,9	2,65 8,40	2,45 6,76	2,42 5,47	2,10 6,41	1,90 5,80	2,27 7,21	16,0 17,6	vertiente oriental vertiente interandina
Pluvial persis- tente muy hú- medo amazónico	Coca Bomboiza	SAN RAFAEL a.j. ZAMORA	3.950 1.390	205 50,7	222 54,0	303 96,5	345 151	368 124	504 180	506 167	404 115	289 93,0	256 99,1	245 54,5	202 65,8	320 97,7	81,0 70,3	región norte región sur





anual en las laderas occidentales sea inferior a 1.000 mm) y por otra, porque las precipitaciones en estado sólido ayudan a extender los aportes debido al tiempo necesario para su fusión.

Pese a las pendientes muy elevadas de la cuenca alta, la erosión es limitada; el modelado de los valles de la red hidrográfica es, por lo tanto, menos acentuado de lo que se podría pensar y los cauces son relativamente poco marcados. Algunas barreras transversales, coladas de lava o morenas glaciares, son responsables de la presencia de zonas pantanosas y de numerosas lagunas que desempeñan un papel de amortiguador.

## 2.9. RÉGIMEN PLUVIAL PERSISTENTE MUY HÚMEDO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA

Este régimen atañe a la ladera andina oriental, los relieves subandinos, los piedemontes y las zonas periandinas.

Aunque la pluviometría de los bajos valles abrigados de los ríos Palora y Zamora sea relativamente baja, aproximadamente 2.000 mm, esta región, en su conjunto, recibe precipitaciones muy elevadas que alcanzan 6.000 mm en la zona del volcán Reventador. Las lluvias están bien distribuidas a lo largo del año y sólo se puede notar una ligera disminución de diciembre a febrero. Es la razón por la cual, pese a una sustancial diferencia de relieve entre la faz externa, el pie de la cordillera Real y la cuenca baja, se puede considerar que en la región impera un solo régimen hidrológico que presenta módulos específicos anuales muy fuertes, frecuentemente cercanos a 100 l/s/km<sup>2</sup> y por lo menos superiores a 50 l/s/km<sup>2</sup>, y que posee una gran regularidad interanual (coeficiente K3 inferior a 1,6) con un único máximo en junio-julio y un mínimo en diciembre-enero, (Fig. 13 y 14).

En la vertiente oriental de la cordillera Real y en las zonas de piedemonte, como por ejemplo, en el cono de deyección del río Pastaza, los ríos han cavado quebradas profundas y abruptas que, en la ruptura de pendiente, desembocan en amplias llanuras arenosas de divagación (caso de la zona de Shushufindi) para pasar luego a anchos valles pantanosos.

Finalmente, para cuantificar los aportes de la red hidrográfica ecuatoriana, una estimación de los volúmenes anuales escurridos arroja los siguientes resultados, con una imprecisión probable del orden del 30 %:

- hacia el Océano Pacífico: 110 mil millones de m<sup>3</sup> por año
- hacia la cuenca amazónica: 290 mil millones de m<sup>3</sup> por año.

### 3. CONCLUSIÓN

Lo expuesto permite apreciar la gran diversidad de regímenes hidrológicos y la fuerte heterogeneidad de la repartición espacial de los recursos en aguas superficiales que son dependientes de la multiplicidad de las condiciones físico-climáticas. Estas presentan algunas ventajas pero también son el origen de graves problemas.

En efecto tenemos que mencionar que, gracias al relieve muy contrastado y a la abundancia de los caudales, algunos ríos ofrecen un formidable capital hidroeléctrico ya que, a nivel nacional, la capacidad lineal bruta ha sido estimada en 36,5 GW. A fines de 1988, la potencia instalada era de 1,7655 GW, es decir 173 KW por habitante, y la energía producida durante el año alcanzó 5.915 GWh, es decir 880 KWh por habitante.

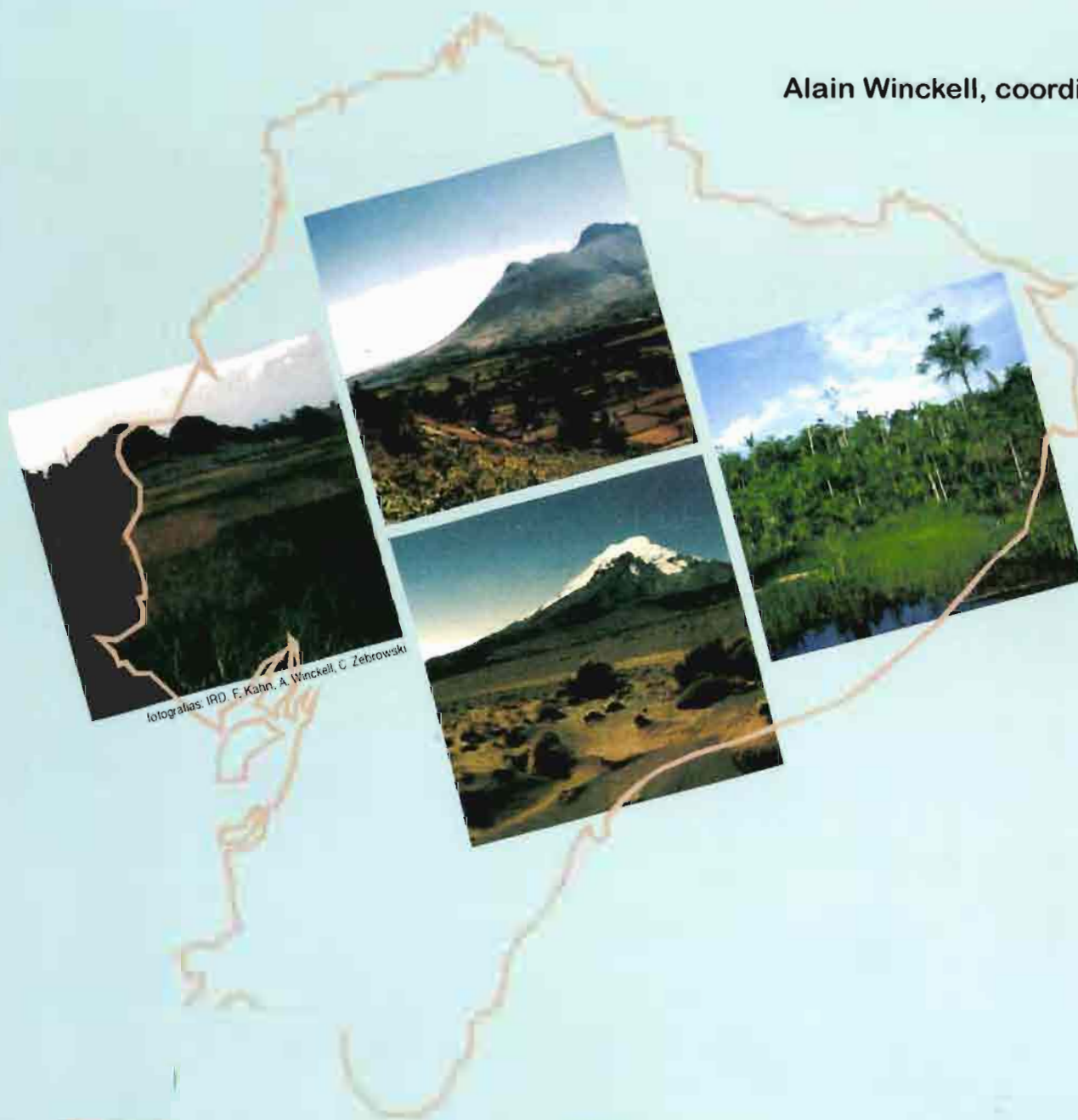
Sin embargo, estas mismas condiciones son la causa de uno de los problemas más graves que debe afrontar el Ecuador: la erosión. Para dar una idea de su magnitud, se estimó (ver capítulo 6) que en la región andina, en medio agrícola, la degradación específica media es del orden de 1.000 T/km<sup>2</sup>/año y puede alcanzar en algunos casos 6.000 T/km<sup>2</sup>/año.

Geografía Básica del Ecuador  
Tomo IV - Geografía Física  
CEDIG  
Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica

# LOS PAISAJES NATURALES DEL ECUADOR

Volumen 1 - Las condiciones generales del medio natural

Alain Winckell, coordinador



Instituto Panamericano  
de Geografía e Historia



Instituto Geográfico  
Militar



Institut de recherche  
pour le développement

**GEOGRAFÍA BÁSICA DEL ECUADOR**  
**TOMO IV GEOGRAFÍA FÍSICA**  
**VOLUMEN I**

**LAS CONDICIONES DEL MEDIO NATURAL**

**Autores :** Alain Winckell  
René Marocco  
Thierry Winter  
Charles Huttel  
Pierre Pourrut  
Claude Zebrowski  
Michel Sourdat

**IPGH** Instituto Panamericano de Geografía e Historia (Sección Ecuador)  
**IRD** *Institut de Recherche pour le Développement (ex-ORSTOM)*  
**IGM** Instituto Geográfico Militar



Publicación del Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, en el marco del acuerdo de Cooperación Científica entre el Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Sección Nacional del Ecuador, y el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación

Impreso en los talleres gráficos del IGM del Ecuador

- Textos:

Traducción y revisión : O. de Chávez, A. Armendáriz, M. Luna, C. Simon,  
C. Zebrowski, J. León, F. López

Diagramación en Macintosh™: Darwin. Montalvo

- Cartografía :

Programas Carto 2D, Canvas y Adobe Illustrator.

Realización: D. Montalvo

-Separación de colores

Pantone Impresiones

**Este libro fue elaborado en 1992 a partir de los conocimientos que se tenía en esa época sobre la geografía y las ciencias asociadas, relativas al medio físico del Ecuador**

© 1997 Derechos de la primera edición :

ISBN-9978-92-165-6

-- IPGH (Sección Ecuador), apartado 17-01-3898, Quito, Ecuador  
ORSTOM (Francia), 213, rue La Fayette - 75480 Paris cedex.

QUITO - ECUADOR

Las opiniones expresadas en este libro son de responsabilidad exclusiva de sus autores  
y no constituyen necesariamente criterio atribuible a las entidades auspiciantes.