

## HOMOGENIZACION DE LA PLUVIOMETRIA-EVENTO ENSO

### CARACTERIZACION, TIPOLOGIA Y ZONIFICACION DE LAS CONSECUENCIAS PLUVIOMETRICAS DE LOS ENSO EN LA COSTA ECUATORIANA

#### RESUMEN EXTENDIDO

*Frédéric ROSSEL<sup>1</sup>*

*Javier ROURA<sup>2</sup>*

*Rodrigo POMBOSA<sup>2</sup>*

*Raúl MEJÍA<sup>2</sup>*

*Gonzalo ONTANEDA<sup>2</sup>*

#### Caracterización, zonificación y homogeneización del régimen de las precipitaciones en el Ecuador

Los recursos hídricos del Ecuador son extremadamente variables en el espacio y en el tiempo. Como en todos los países andinos, la irregularidad espacial es debida en gran parte a la presencia de relieves muy altos en la cordillera de los Andes que separan las zonas climáticas muy diferentes de la Amazonia y del Pacífico suroeste, (Pourrut 1994). La irregularidad en el clima es debida en parte a la proximidad del Océano Pacífico, donde se producen oscilaciones atmosféricas y oceánicas de varios meses a varios años de amplitud (El Niño Southern Oscillation o ENSO).

En el Ecuador, la pluviometría de las regiones costeras depende fuertemente de los desplazamientos meridionales de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y de la zona de encuentro entre la corriente marítima fría de Humbolt, que bordea las costas de América del Sur proveniente de las regiones sub-polares con la contracorriente ecuatorial, cálida proveniente del Golfo de Panamá llamada a veces corriente de El Niño (Figura 1).

Hemos analizado y homogeneizado las series de 210 pluviómetros repartidos en los 60.000 Km<sup>2</sup> de la zona costera ecuatoriana. Una zonificación efectuada en función de su sensibilidad al ENSO nos permitió reagrupar estos 210 pluviómetros en 13 zonas homogéneas (Rossel, et al, 1995), indicadas en la figura 4, aplicando la metodología del CLIMAN, (Le Goulven et Alemán, 1992), la misma que está fundamentada en la técnica del Vector Regional YBM, y que básicamente comprende 2 etapas principales, a saber: a) **Homogeneización**. Etapa en la cual se procede a depurar, criticar y calificar la calidad de los datos existentes, y b) **Regionalización**. Conformación de vectores representativos de zonas homogéneas de precipitación.

El clima de la zona costera ecuatoriana varía desde el semi-árido de la región de Salinas donde los totales medios anuales pueden disminuir hasta 200 mm., hasta el clima tropical húmedo de las zonas del norte, cerca de Colombia donde las lluvias medias pueden superar 4000 mm por año.

#### Definiciones de “El Niño” y “ENSO”

Las definiciones clásicas de “El Niño” se pueden sintetizar en: **Corriente de El Niño**. Es el flujo de agua cálida proveniente de Panamá que aparece en forma periódica a finales de cada año, cuya presencia es sensible en las costas del Ecuador y Perú. **Evento El Niño**. Es el calentamiento de las aguas de la superficie del mar sobre los valores normales, durante un período de por lo menos 4 meses; su presencia es notoria a lo largo de la línea ecuatorial en el Pacífico Tropical, siendo su ocurrencia aperiódica (2-12 años).

La definición del ENSO varía según los autores y las regiones del mundo; es así como la mayoría de los autores consideran de acuerdo con Wyrтки (1975) al ENSO como una oscilación de varios meses de amplitud afectando al conjunto del Océano Pacífico intertropical.

<sup>1</sup>ORSTOM BP 5045 34032 Montpellier-France Fax (0033) 4.67.54.71.06 Email rossel@mnet.fr

<sup>2</sup>INAMHI Iñaquito 700 y Corea Quito-Ecuador Fax (005932) 469-934 Email inamhi1@ecnet.ec

En una primera fase, vientos anormalmente fuertes empujan las aguas calientes de la superficie hacia el oeste. Cuando estos vientos se debilitan, se observa, por una especie de efecto de péndulo, una afluencia de agua anormalmente caliente cerca de las costas de América. Varios autores caracterizan por tanto, el fenómeno global (ENSO) o local (El Niño), en las cercanías de América del Sur, a partir de las anomalías de viento, de presión atmosférica o de temperatura de la superficie del mar (TSM).

La Influencia del ENSO en las precipitaciones varía en función de la zona geográfica analizada. Por definición esta influencia es positiva cuando se observa un exceso de precipitación de los años Niño y negativa en caso contrario (Aceituno y Garreaud, 1995, Ropelewski y Halpert, 1987). La figura 2 indica el signo de esta influencia para América del Sur. Esta influencia es fuertemente positiva en todas las zonas costeras del norte del Perú, del centro y sur del Ecuador, es decir en la estribación occidental de la Cordillera de los Andes. El signo de esta relación se invierte 500 Km más al norte, a partir del centro-sur de Colombia hacia el Caribe. Parece que la influencia del ENSO es ligeramente negativa en la estribación oriental de la Cordillera. El Ecuador se sitúa entonces al mismo tiempo, en una de las regiones del mundo donde la influencia del ENSO es más fuerte y cerca de dos regiones donde la señal de esta relación se invierte.

Los índices generales más clásicos son el Índice de la Oscilación del Sur (IOS), que es la diferencia de presión entre la isla de Tahití y Darwin (Australia), como también diversos índices representando las anomalías de la TSM en los bloques Niño 1+2, Niño 3, Niño 4 ( figura 3).

Otros autores como Francou y Pizarro (1985) o Caviedes y Waylen (1987) caracterizan e identifican el ENSO por sus consecuencias locales como por ejemplo: la aparición de una sequía, de inundaciones o de malas cosechas.

Todos estos índices evidentemente no siempre concuerdan. Hemos buscado cual es el índice que explica mejor las anomalías del clima ecuatoriano. Para ésto, utilizamos los valores de las anomalías de viento y la TSM reunidos por Da Silva et al(1995) cerca de la costa ecuatoriana (en la zona Niño 1+2). Estas zonas, de uno o de cinco grados cuadrados constan en la figura 4 y fueron bautizadas con letras desde la A a la P.

#### **Caracterización y zonificación de la influencia de El Niño sobre las precipitaciones en el Ecuador**

Los años ENSO o Niño, la intensificación de la corriente cálida, el descenso en profundidad de la termoclina y el debilitamiento de los Alisios, ocasionan una elevación de la TSM del Pacífico oriental de 1 o 2° C y hasta cerca de 5°C, en el transcurso de los eventos excepcionales de 1983 y posiblemente de 1997. Este calentamiento e intensificación de los desplazamientos hacia el Sur de la ZCIT pueden provocar precipitaciones excepcionales dos o tres veces más fuertes que los años no-NIÑO. El Niño más fuerte observado en el transcurso de este siglo tuvo lugar en 1983 y provocó un aumento de las precipitaciones con un factor multiplicado de 3 a 30 según las regiones (Nouvelot y Pourrut 1984, 1994; Rossel y et al 1996). En aquel año hubieron 600 muertos en el Sur del Ecuador y en el Norte del Perú. El PIB del Ecuador disminuyó considerablemente.

Estación	Años "no-Niño"	Años "Niño" menos 1983	Año 1983	Media 1964 - 93	Coefficiente de variación (1964-93)
Salinas	80	210	2800	200	1,08
Portoviejo	360	660	1970	470	0,72
Guayaquil	750	1650	4560	1060	0,76
La Concordia	2840	4070	7140	3230	0,31

#### **Medias anuales de precipitación en milímetros y coeficientes de variación de cuatro estaciones meteorológicas de la zona costera**

La figura 5 indica las anomalías medias de precipitación, de viento y de TSM de los años Niño del periodo 1964-1993. Todos estos datos están expresados en Valores Centrados Reducidos o Tipificados (VCR). Esta figura muestra la media de los 8 años Niño de 1965, 69, 72, 73, 76, 83, 87 y 92.

Cabe resaltar que la situación en cada uno de estos eventos ha podido ser notablemente diferente de esta media; sin embargo, se puede observar que los años Niño corresponden a excedentes de precipitaciones medias variando entre 0,5 y 1 de desviación estándar. Estos excedentes son más fuertes al Sur que al

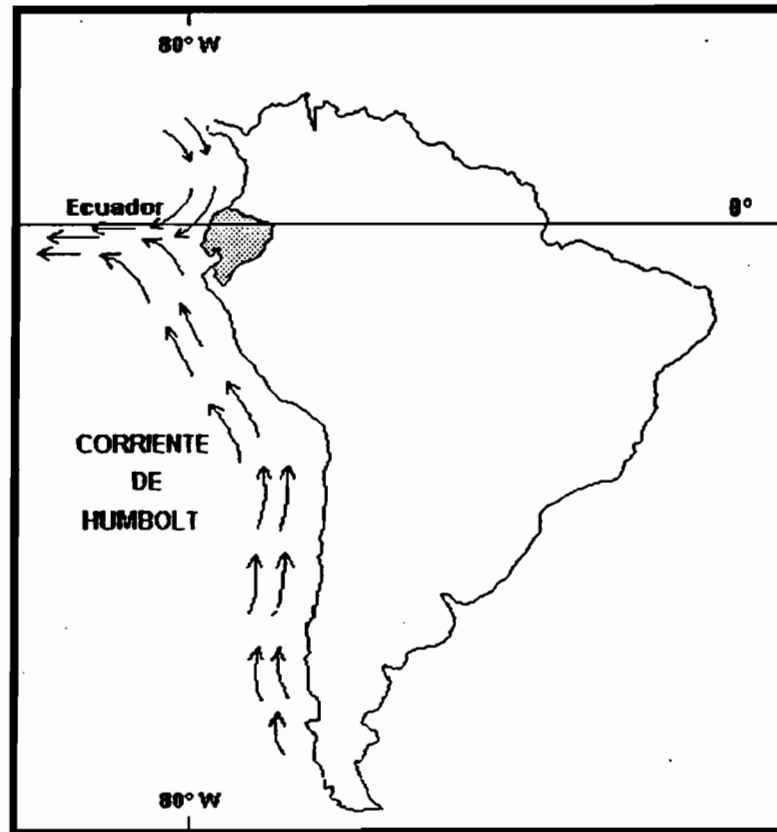
Norte. La anomalía de la TSM, está también comprendida entre 0,5 y 1 de desviación estándar y más fuerte al Sur que al Norte. La anomalía de viento está dirigida hacia el Este y tiende por tanto a llevar las masas de aire oceánicas cálidas y húmedas (y las nubes) hacia la costa y la Cordillera de los Andes, acentuando así las precipitaciones.

La figura 6 indica los límites de la influencia del ENSO que hemos podido trazar analizando los ocho eventos El Niño del período 1964-1993. Esta delimitación que no había sido trazada con precisión en el Ecuador, resalta en límites compatibles con los equivalentes trazados en el Perú y en Colombia.

## BIBLIOGRAFIA

- ACEITUNO P. & GARREAU R. 1995. *Impacto de los fenómenos el Niño y la Niña en regímenes fluviométricos andinos*. Revista de la sociedad chilena de ingeniería hidráulica, 33-43
- CAVIEDES C.N. & WAYLEN P.R. 1987. *El Niño y crecidas anuales en los ríos del norte del Perú*. Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, 16, 1-2, 1-19.
- DA SILVA A., YOUNG C., LEVITUS S. 1995. Atlas of surface marine data, Volume 2: Anomalies of directly observed quantities. NOAA Atlas NESDIS 7, US Department of Commerce, NOAA, NESDIS.
- FRANCOU B. & PIZARRO L. 1985. *El Niño y la sequía en los altos Andes centrales (Perú y Bolivia)*. Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines, 14, 1-2, 1-18.
- LE GOULVEN P. & ALEMAN M. 1992. *Régionalisation Climatique (pluie et ETP) dans les Andes équatoriennes, méthodologie, résultats et application*. In Régionalisation en hydrologie, Application au développement, 8<sup>o</sup> Journées hydrologiques de l'ORSTOM, 59-83.
- NOUVELOT J.F. & POURRUT P. 1994. *Anomalies et phénomènes climatiques extrêmes*. In l'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie. ORSTOM éditions, 87-98.
- NOUVELOT J.F. & POURRUT P. 1984. *El Niño, phénomène océanique et atmosphérique. Importance en 1982-1983 et impact sur le littoral équatorien*. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., 21, 1, 39-65.
- POURRUT P. 1994 *Climats de l'Equateur*. In l'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie. ORSTOM éditions, p.30-42.
- ROSSEL F., SEMIOND H., CLAIRET S. 1995. *Régionalisation de la pluviométrie annuelle de l'Equateur pour l'étude de l'impact de l'ENSO sur les régimes pluviométriques*. ORSTOM - INAMHI, 56 p
- ROPELEWSKI C.F. & HALPERT M.S. 1987. *Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation*. Monthly Weather Review, 115, 1606-1626.
- ROSSEL F., GOMEZ G., CADIER E., SEMIOND H. 1996. *Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas, obras de protección existentes y previstas*, 23p Serie INSEQ N° 5 - Quito-Ecuador
- WYRTKI, K. 1975. *El Niño: the dynamic response of the equatorial Pacific ocean to atmospheric forcing*. J. Phys. Oceanogr. 5, 572-584.

**Fig. 1: Situación del Ecuador en América del Sur**



**Fig. 2: Anomalías de precipitaciones provocadas por el ENSO en América del Sur**

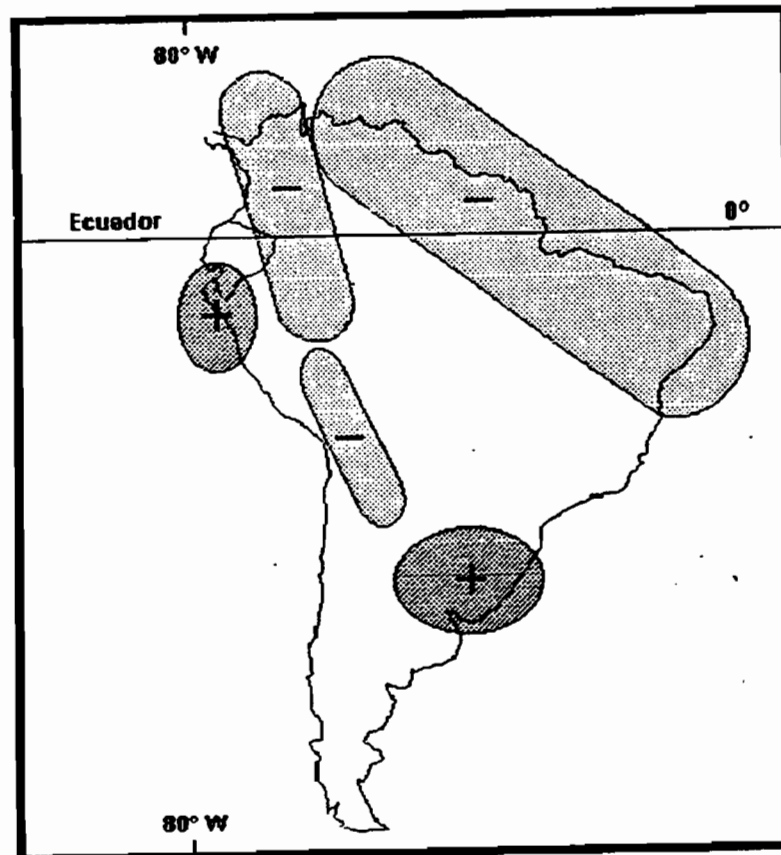


Fig. 3 Localización de los bloques de medición de temperatura superficial del mar (TSM)

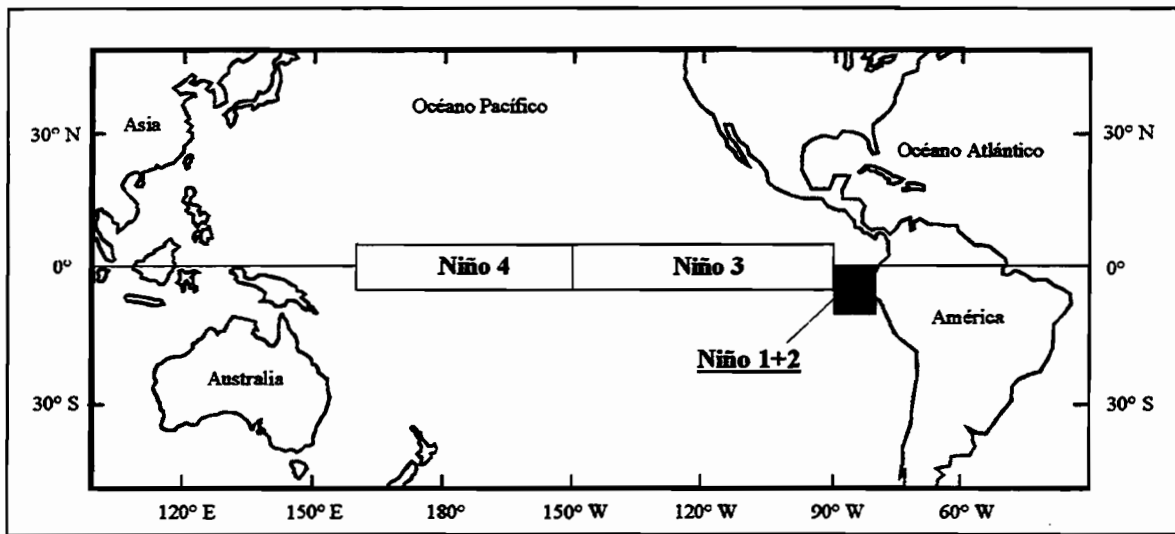


Fig. 4 Situación de las zonas (A a P) de medida de TSM, de viento y de zonas pluviométricas (1 a 13)

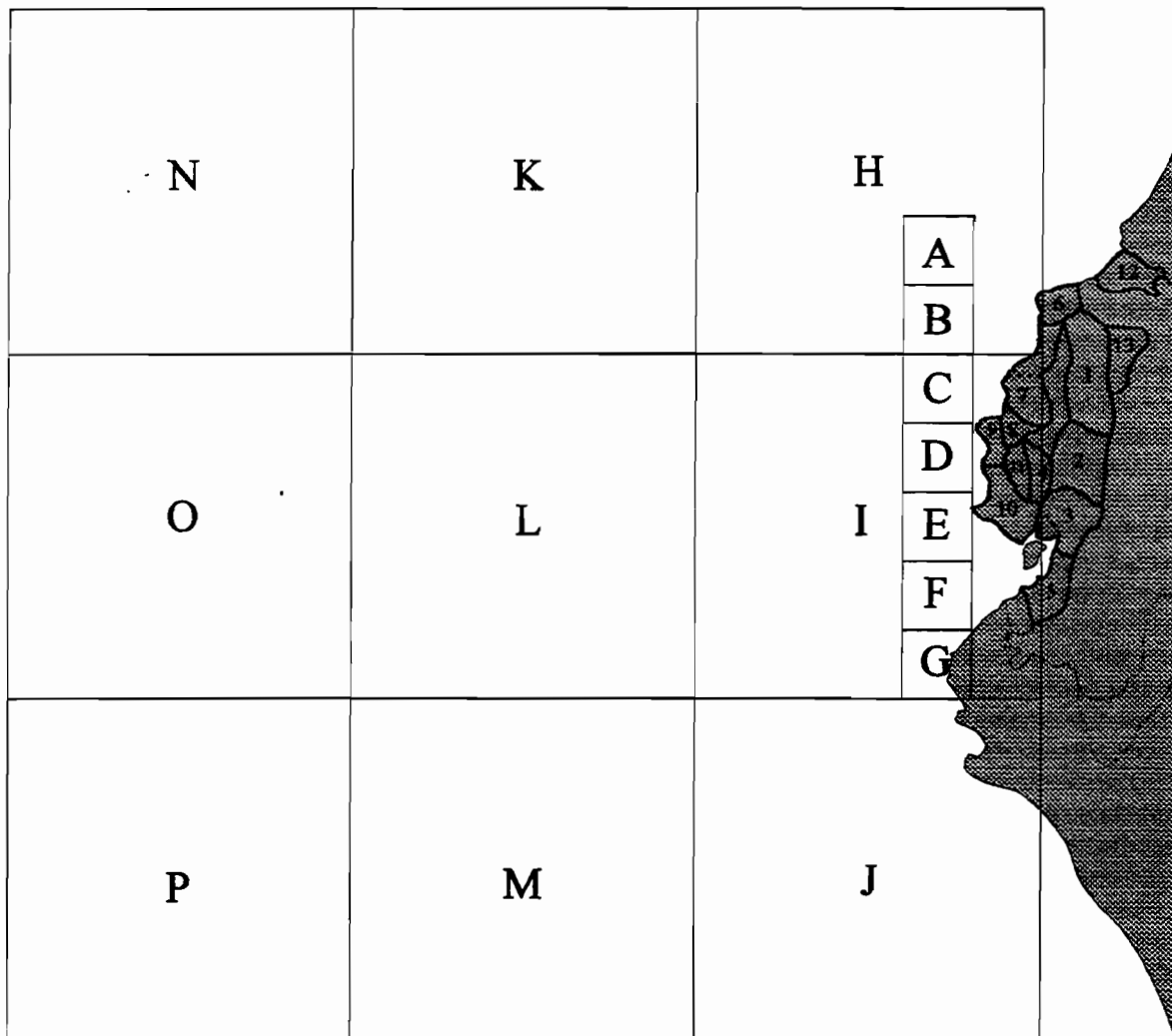


Fig. 5 Anomalías estacionales de precipitación de TSM y de viento en los años Niño

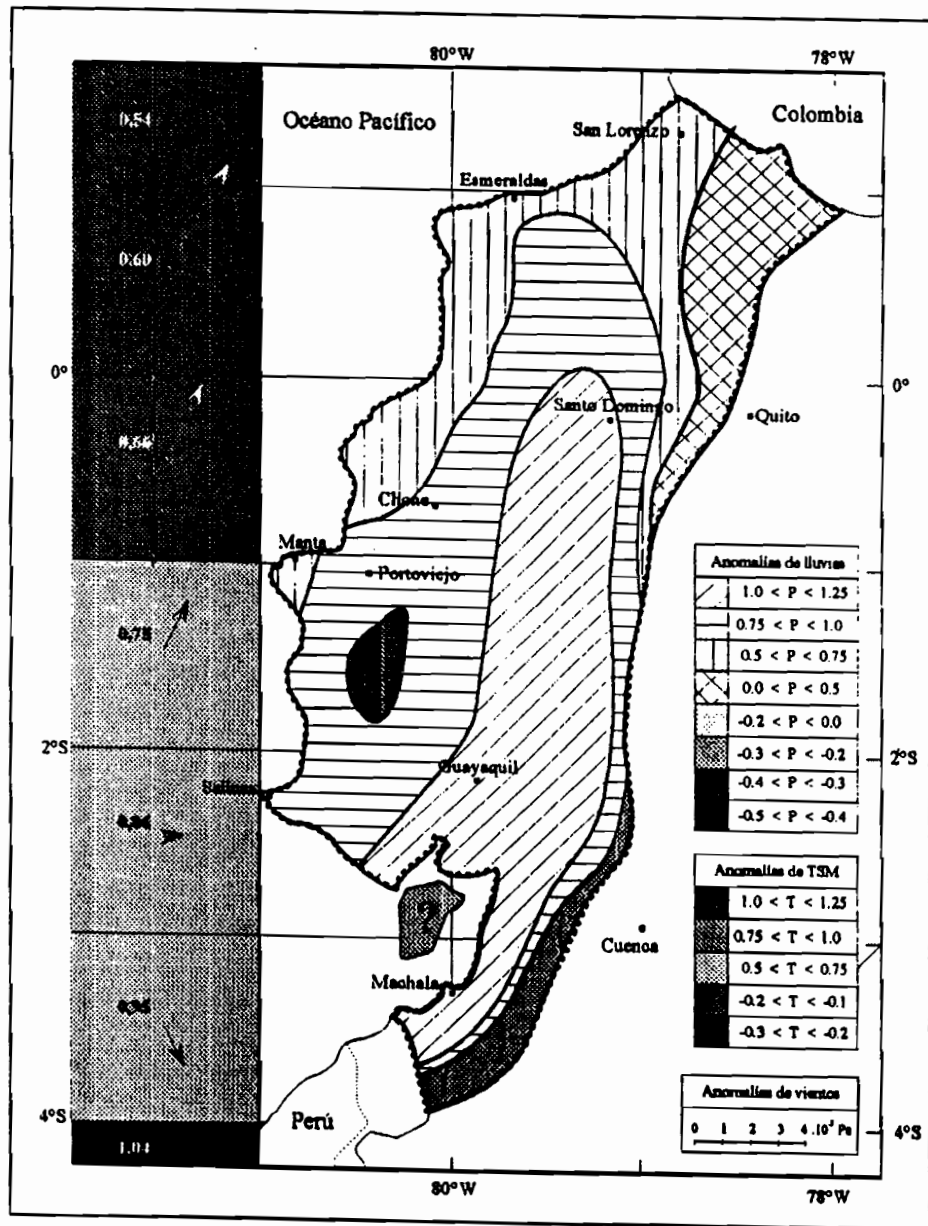
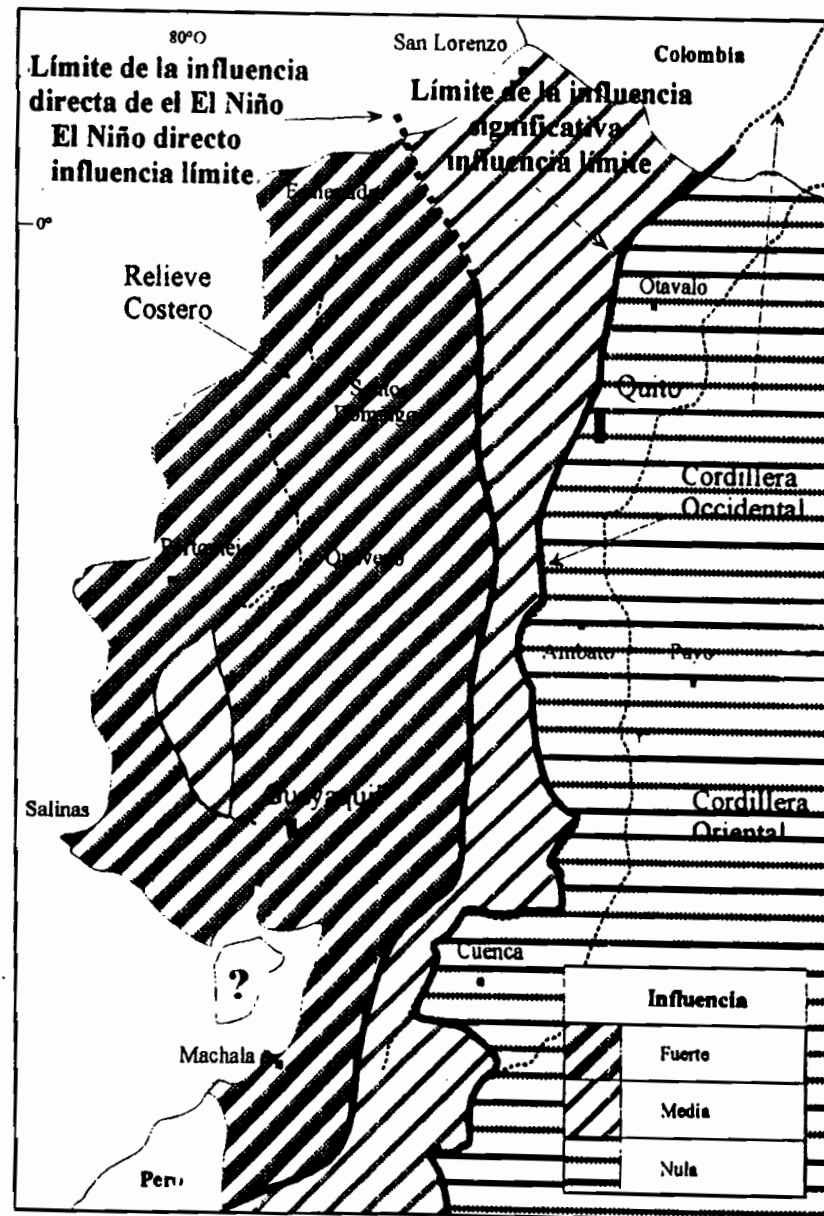


Fig. 6 Límites de la Influencia del ENSO en Ecuador

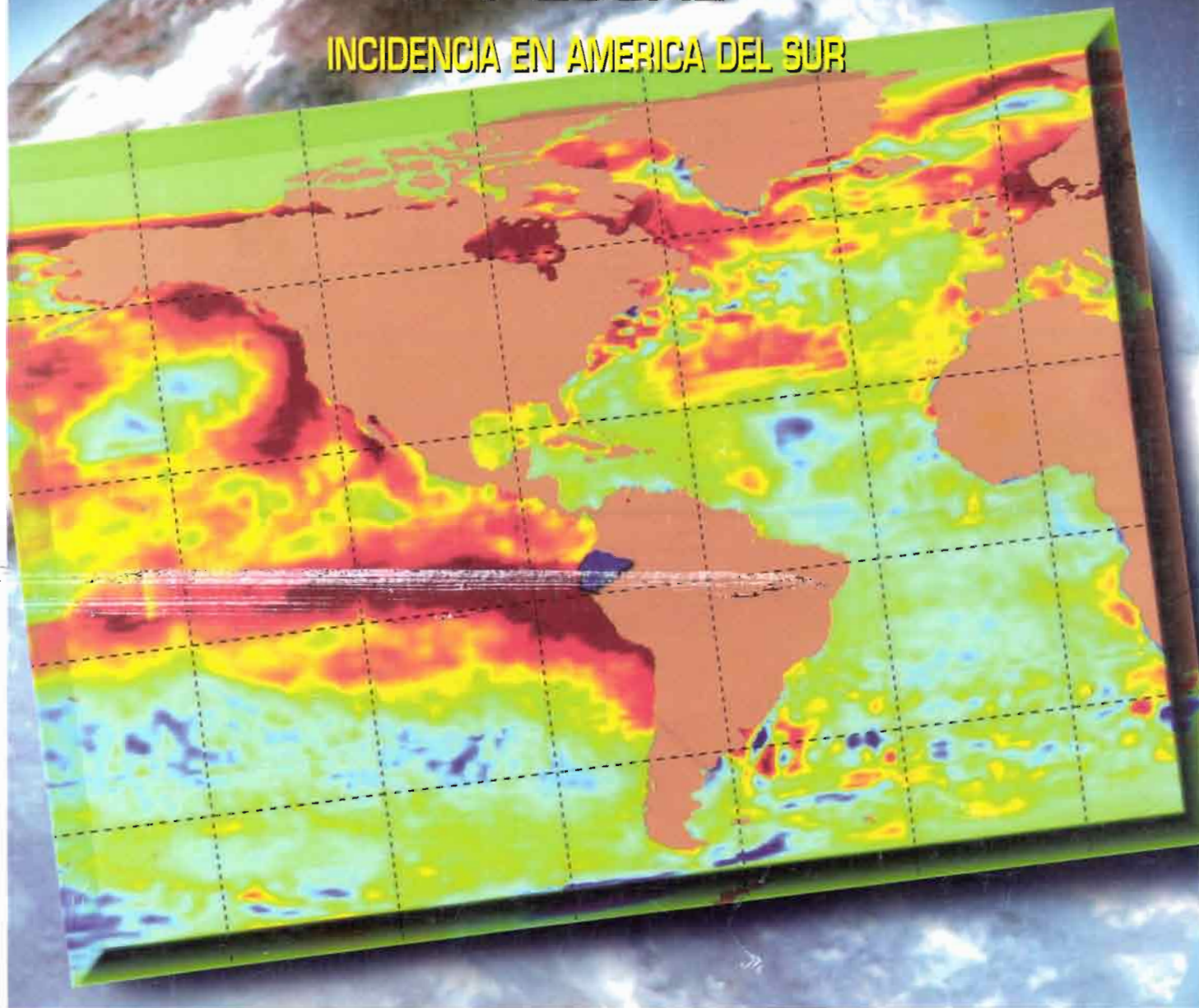




SEMINARIO INTERNACIONAL  
CONSECUENCIAS  
CLIMATICAS E  
HIDROLOGICAS DEL  
EVENTO EL NIÑO  
A ESCALA REGIONAL  
Y LOCAL



INCIDENCIA EN AMERICA DEL SUR



# MEMORIAS TECNICAS

## EDICION PRELIMINAR

26-29 de noviembre de 1997  
Quito-Ecuador



MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS

COSENA

IAEN

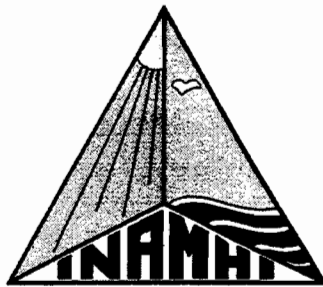
CATHALAC

CAAM

CETUR

*SEMINARIO INTERNACIONAL*

**CONSECUENCIAS CLIMATICAS E  
HIDROLOGICAS DEL ENSO A  
ESCALA REGIONAL Y LOCAL**



**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA  
E HIDROLOGIA**



**INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION**

**CONFERENCIAS,  
ARTICULOS  
Y  
POSTERS**

**EDITORES: DR. ERIC CADIER & DR. REMIGIO GALARRAGA  
26-29 de noviembre de 1997**