

REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS



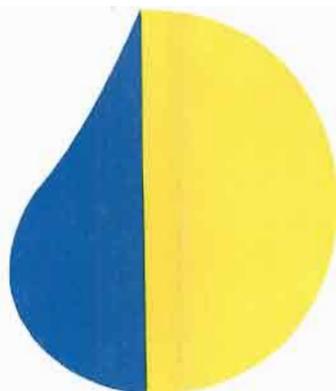
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
E HIDROLOGIA



INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**REGIONALIZACION DE LA
PLUVIOMETRIA ANUAL DEL ECUADOR
PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO DEL
ENSO EN LOS REGIMENES
PLUVIOMETRICOS**

-Serie INSEQ N° 2 -



inseq
**inundaciones y
sequias**

COOPERACION
FRANCO-ECUATORIANA

I N A M H I
INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIVISION DE HIDROLOGIA
PROYECTO INSEQ

O R S T O M
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**REGIONALIZACION DE LA
PLUVIOMETRIA ANUAL DEL ECUADOR
PARA EL ESTUDIO DEL IMPACTO DEL
ENSO EN LOS REGIMENES
PLUVIOMETRICOS**

-Serie INSEQ N° 2 -

INAMHI Gustavo Gómez

Frédéric ROSSEL
Simon CLAIRET
Hubert SEMIOND

ORSTOM



Mayo de 1996

Publicación elaborada dentro del marco del Proyecto de Cooperación Técnica firmado entre el INAMHI y el ORSTOM en marzo de 1993.

Participaron al proyecto:

POR EL INAMHI

DIRECTOR EJECUTIVO

Ing. Galo Cisneros

PROYECTO INSEQ

Ing. Luis Rodriguez
Ing. Fernando García
Sra. María Teresa Calle

DIRECCION DE METEOROLOGIA

Sr. Marco Araujo

DEPTO. DE CLIMATOLOGIA

Ing. Luis Cáceres
Egdo. Raúl Mejía
Egdo. Gonzalo Ontaneda

DEPTO. DE ESTACIONES

Ing. Carlos Lugo
Sr. Jorge Argüello

DIRECCION DE INFORMATICA

Msc. Diego del Alcázar
Ing. Marcelo Ayabaca
Ing. Ivan Gordillo
Sr. Wilson Garzón
Sra. Cecilia Medina
Sra. Rosa Proaño
Sr. Mario Tobar

DIRECCION DE HIDROLOGIA

Ing. Gustavo Gómez

DEPTO. DE ESTUDIOS HIDROLOGICOS

Ing. Anibal Vaca
Ing. Iván López
Ing. Rodrigo Pombosa
Ing. Javier Roura
Ing. Juan Molina
Sr. Francisco Martínez
Sra. Carmen Elena Andrade

DEPTO. DE HIDROMETRIA

Ing. Jorge Salazar
Ing. Carlos Mora
Ing. Jorge Ramírez
Ing. Germán Subía
Sr. Carlos Cueva

POR EL ORSTOM

Dr. Eric Cadier
Ing. Roger Calvez
Ing. Jerome Bacci
Ing. Frédéric Rossel
Sr. Mario Tejada
Srta. Guadalupe Oñate

Ing. Simon Clairet
Ing. Diane Molinaro
Ing. Hubert Semiond
Ing. Jean David Valiente
Hid. Elizabeth Zebrowski

TRADUCCIÓN Y REVISIÓN AL ESPAÑOL

Manuela Ortíz
Lorena Tapia
Eric Cadier

Luis Rodriguez
Iván López
Xavier Roura

INDICE

1. AGRADECIMIENTO	1
2. PRESENTACION	2
3. OBJETIVO	3
4. DEFINICION PRELIMINAR	3
5. DATOS UTILIZADOS	3
6. METODO UTILIZADO	5
6.1 BASES TEORICAS	5
6.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION	6
6.2.1 Agrupación inicial de las estaciones	6
6.2.2 Primera crítica de datos	6
6.2.3 Cálculo del vector regional	8
6.2.4 Extensión de los vectores a 30 años	8
6.3 SELECCION DE LAS ESTACIONES EN CLASES DE CALIDAD	8
7. REGIONALIZACION	10
7.1 LA COSTA	12
7.1.1 Grupo "Santo Domingo"	12
7.1.2 Grupo " Los Rios "	13
7.1.3 Grupo "Guayaquil"	15
7.1.4 Grupo "el Oro"	17
7.1.5 Grupo de "Chone"	18
7.1.6 Grupo "Portoviejo"	20
7.1.7 Grupo "Manta - Jipijapa"	21
7.1.8 Grupo "Zapotal"	21
7.1.9 Grupo "Paján"	21
7.1.10 Grupo "Colimes"	23
7.1.11 Grupo "Esmeraldas"	24
7.1.12 Grupo "San Lorenzo"	26
7.1.13 Grupo "San Miguel"	27
7.2 LA SIERRA	29
7.2.1 Grupo "Jubones"	29
7.2.2 Grupo "Otavalo"	30
7.2.3 Grupo "Ambato"	32
7.2.4 Grupo "Cuenca"	33
7.3 LA AMAZONIA	35

8. RESPUESTA DE LOS GRUPOS A LOS ENSO	37
8.1 LA COSTA	37
8.1.1 Grupo "Santo Domingo"	37
8.1.2 Grupo "Los Ríos"	38
8.1.3 Grupo "Guayaquil"	38
8.1.4 Grupo "El Oro"	39
8.1.5 Grupo "Chone"	39
8.1.6 Grupo "Portoviejo"	40
8.1.7 Grupo "Manta-Jipijapa"	40
8.1.8 Grupo "Zapotal"	40
8.1.9 Grupo "Paján"	41
8.1.10 Grupo "Colimes"	41
8.1.11 Grupo "Esmeraldas"	42
8.1.12 Grupo "San Lorenzo"	42
8.1.13 Grupo "San Miguel"	43
8.2 LA SIERRA	44
8.2.1 Grupo "jubones"	44
8.2.2 Grupo "Otavalo"	44
8.2.3 Grupo "Ambato"	45
8.2.4 Grupo "Cuenca"	45
8.3 LA AMAZONIA, GRUPO "PUYO"	46
9. COMPARACION DE LA RESPUESTA DE LOS GRUPOS A LOS ENSO	47
10. CONCLUSION	50
11. BIBLIOGRAFIA	51

1. AGRADECIMIENTOS

Nuestro más cordial agradecimiento a Patrick Le Goulven y Miguel Alemán, por permitirnos el acceso al banco de datos BHIME y sobre todo por dedicarnos muchas horas en transmitirnos los conocimientos necesarios para una utilización juiciosa del paquete CLIMAN.

Agradecemos efusivamente a Eric Cadier, Roger Calvez y Gustavo Gómez por su valiosa colaboración, a Manuela Ortiz por la traducción al español, a Marcelo Ayabaca y al INAMHI, por proporcionarnos los anuarios meteorológicos 1990, 1991, 1992 y 1993 en el curso de la edición.

Este estudio fue realizado dentro del proyecto INSEQ (Inundaciones y Sequías) firmado entre el INAMHI y el ORSTOM .

2. PRESENTACION

La crítica de los datos, la homogeneización y la regionalización de las series (o crónicas) de totales pluviométricos anuales son preliminares indispensables para cualquier evaluación del impacto del fenómeno ENSO sobre los regímenes pluviométricos.

La técnica del vector regional utilizada por Frédéric Rossel y sus colaboradores, basada en la comparación de los datos de cada pluviómetro con todos sus cercanos, permite en efecto detectar y corregir algunos de los errores más graves y delimitar regiones homogéneas dentro de las cuales la evolución cronológica de los totales de todos los pluviómetros serán similares.

Se corrigen luego esos errores y se rellenan por correlación algunos datos faltantes en una etapa llamada homogeneización. La etapa siguiente consiste en escoger un pluviómetro representativo para cada zona, el cual de ser necesario puede ser substituido directamente por el vector regional de cada zona.

Frédéric Rossel y sus colaboradores, estudiaron de manera exhaustiva toda la Costa Ecuatoriana, identificando trece zonas pluviométricas para las cuales se completaron y homogeneizaron los totales pluviométricos a nivel anual y mensual, generando los archivos magnéticos correspondientes.

Otras cinco zonas permitieron evaluar por sondeo el comportamiento de las otras dos grandes regiones del Ecuador (Sierra y Oriente), frente al fenómeno ENSO.

Después de estos trabajos preliminares, el análisis y la zonificación de la relación entre el fenómeno ENSO y las anomalías pluviométricas se tornan mucho más seguras y objetivas.

De esta manera se logra delimitar y cuantificar la influencia del ENSO en el Ecuador: Toda la parte Sur y Central de la Costa está fuertemente influenciada por el ENSO mientras que, ésta disminuye rápidamente al norte de la línea Santo Domingo de los Colorados-Esmeraldas. La influencia del ENSO es prácticamente nula en la Sierra y en el Oriente Ecuatoriano.

La determinación de índices explicativos, el cálculo y la previsión de las anomalías pluviométricas y de los caudales de los ríos (inundaciones), constituyen la lógica de este trabajo que será desarrollado dentro del marco del Proyecto de Cooperación Franco-Ecuatoriano INSEQ.



Ing Galo Cisneros
Director Ejecutivo del INAMHI

3. OBJETIVO

Definir zonas de pluviometría anual homogénea con el fin de estudiar el impacto del fenómeno climático global llamado ENSO (El Niño/Southern Oscillation) así como su distribución espacial sobre el Litoral Ecuatoriano.

En lo que concierne al resto del país, se ha tratado tres sectores de la Sierra y uno bajo la influencia amazónica. Los estudios preliminares (Sémiond 1995) han demostrado que estas grandes zonas geográficas no están influenciadas directamente por el fenómeno, lo cual se confirma en las primeras observaciones.

4. DEFINICION PRELIMINAR

Se considera que un evento cálido del ENSO, llamado "Niño" corresponde a la siguiente definición:

Un evento cálido del ENSO o NIÑO es una anomalía positiva superior a una desviación standard de la temperatura superficial del Océano Pacífico promedio mensual del bloque Niño 1+2 (0-10° S/80-90° W) durante 4 meses seguidos o más.

Basándose en los datos del Climate Analysis Center-CAC y del Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set-COADS y sobre la definición precedente, para el período de 1964 a 1993 los eventos cálidos del ENSO son: de abril a agosto de 1965, de marzo de 1972 a enero de 1973, de mayo a septiembre de 1976, de agosto de 1982 a noviembre de 1983, de enero a diciembre de 1987 y de marzo a junio de 1992. Se asocia estos eventos a los años hidrológicos (remitirse al párrafo 3) 1965, 1972, 1973, 1976, 1983, 1987, 1992. En el año hidrológico 1988, cuatro meses (septiembre a diciembre) presentan una anomalía positiva superior a una desviación standard, por lo que se lo ha considerado como un año Niño, pues numerosos meses (marzo a agosto) han presentado ese año, una anomalía negativa de la misma magnitud.

5. DATOS UTILIZADOS

Para el período de 1970 a 1993, se han utilizado los datos publicados por el CAC (Climate Analysis Center) de la NOAA sobre la red Internet (servidor ftp:nic.fb4.noaa.gov; directorio:/pub/cac/cddb/indices) y los datos COADS (Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set) publicados por ORSTOM y la NOAA (CEOS 1994) para el periodo 1963 1969.

Los totales pluviométricos anuales utilizados han sido calculados en año hidrológico. Este comienza al final de la estación seca, o sea el primero de septiembre para el Litoral y los sectores estudiados de la Sierra y el primero de enero para el sector amazónico. Al referirse al año 1975, se tratará entonces del 01/09/74 al 31/08/75 para la Costa y la Sierra y del 01/01/75 al 31/12/75 para la Amazonía.

Los datos utilizados para este estudio son: los totales anuales pluviométricos calculados a partir de los valores mensuales obtenidos del banco de datos (BHIME) (Le Goulven y al.1992) para los años 1963 a 1989 y a partir de los anuarios meteorológicos 1990, 1991, 1992 y 1993 del INAMHI.

Se ha seleccionado en primer lugar las estaciones que tienen una duración de funcionamiento superior a 20 años. Sin embargo, en ciertos sectores donde la densidad de estaciones es reducida, se ha debido utilizar las estaciones de más corta duración.

La Figura 1 indica la situación geográfica de las estaciones meteorológicas que han sido utilizadas, así como los cinco grandes sectores geográficos que son: la Costa, el piedemonte occidental, los valles inter-andinos, el piedemonte oriental y la amazonía.

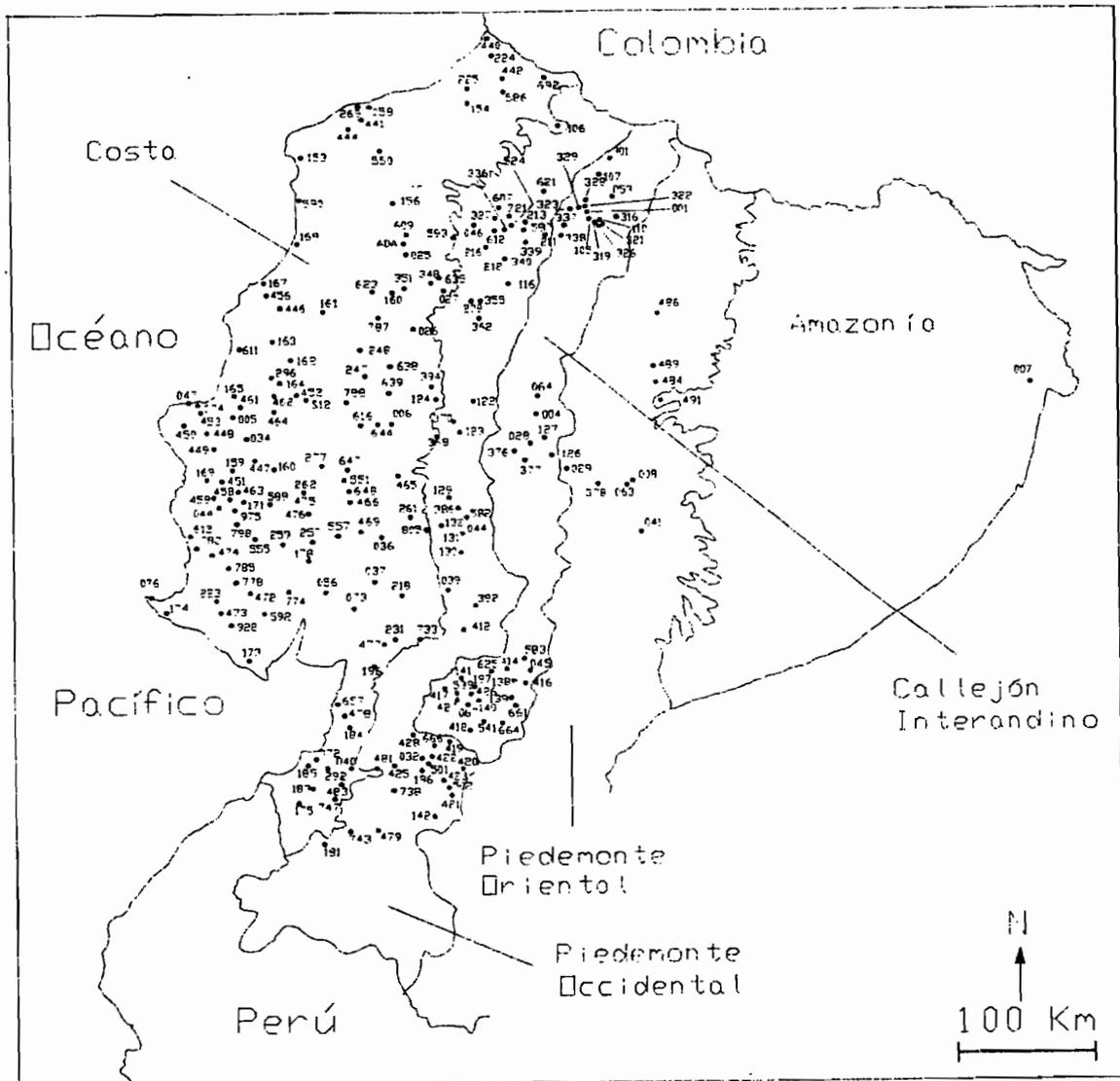


Figura 1: Situación de las estaciones meteorológicas utilizadas y de los grandes sectores geográficos.

6. METODO UTILIZADO

Esta zonificación y los agrupamientos de pluviómetros han sido realizados con la ayuda del paquete CLIMAN (Le Goulven y Alemán 1991) desarrollado a partir del algoritmo de cálculo de Brunet-Moret (1977 y 1979). El programa permite analizar y corregir los valores anuales y mensuales de los totales pluviométricos y todo parámetro climático (temperatura, insolación, humedad relativa, viento, evaporación, etc.)

6.1 BASES TEORICAS

Este paquete utiliza el método basado en la delimitación de zonas homogéneas con la misma influencia climática, al interior de las cuales las series cronológicas de los totales anuales pluviométricos provenientes de las estaciones están relacionadas con coeficientes de correlación lineal significativamente positivos. Estas estaciones están sometidas a los mismos efectos de persistencia, de tendencia o pseudo-ciclos. Los errores de observación son el principal factor de deterioración de la homogeneidad de la serie.

El espacio de una zona climática se restringe si se disminuye el lapso de tiempo, o si se le exige una pseudo-proporcionalidad más fuerte al interior de la misma. Al interior de una zona homogénea, cada parámetro del conjunto de estaciones puede estar caracterizado por una serie única representativa de su organización cronológica interna.

Las definiciones precedentes constituyen la base teórica del *vector regional*. Este es una serie cronológica homogénea generada a partir de medidas observadas en las estaciones pertenecientes a la zona climática considerada. Estas medidas pueden ser erróneas o incompletas sin que esto influya mucho sobre la elaboración del vector. Este es igual, para un año dado, al promedio de las relaciones de los totales anuales pluviométricos de cada estación para sus promedios sobre todo el período, sea :

$$V_i = 1/n \sum (X_{\theta i} / \mu_{\theta}) \quad \theta \text{ variando de } 1 \text{ a } n.$$

Donde : V_i = componente del vector para el año i
 $X_{\theta i}$ = total anual de la estación θ para el año i
 μ_{θ} = promedio de los $X_{\theta i}$ sobre el período de funcionamiento de la estación θ
 n = número de estaciones

De otro modo, se puede considerar que el valor que toma el vector cada año es el promedio de las anomalías del conjunto de estaciones del grupo. Un valor de 1.2 significa que se ha observado en promedio, precipitaciones mayores al 20% sobre el conjunto de los pluviómetros. El vector tiene un promedio igual a uno sobre el conjunto del período.

La crítica de los datos de cada estación se hace a partir de desviaciones relativas al vector de referencia. Cada una de las estaciones son comparadas al vector gracias a la utilización del método clásico de doble acumulación, que es uno de los medios de análisis más comprobado para verificar la homogeneidad de la información recopilada.

La visualización de las curvas de doble acumulación entre estaciones y vector, permite visualizar si una mala relación entre los dos (coeficiente de correlación débil) proviene de errores sistemáticos o de no-pertenencia de la estación a la zona homogénea considerada.

En fin, la pseudo-proporcionalidad de una zona es medida por el valor de los coeficientes de correlación promedio entre las estaciones y su vector. Se puede considerar, que una zona es homogénea, si el coeficiente de correlación promedio del grupo es superior o igual a 0.9 (o es próximo cuando la débil densidad de la red no permite reducir la zona).

6.2 PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

CLIMAN permite, para cada zona detectar, corregir o suprimir los errores sistemáticos de las series cronológicas estudiadas (fase de homogeneización). Enseguida, con los nuevos datos obtenidos, el paquete permite la búsqueda de manera más precisa de los límites de las zonas climáticas homogéneas (fase de regionalización).

Antes de pasar a detallar las etapas a seguirse para la crítica de datos y la caracterización de las zonas homogéneas, definiremos la relación anual (RAN) de la anomalía de una estación al vector regional por la siguiente expresión : $RAN = (X\theta_i / \mu\theta) / V_i$

6.2.1 Agrupación inicial de las estaciones

Los límites iniciales de las zonas fueron determinados en función del relieve y estudios anteriores del clima en el Ecuador (Pourrut 94, Nouvelot y al. 94). Luego se procedió en tres etapas.

6.2.2 Primera crítica de datos

La primera utilización de CLIMAN, con una tolerancia de 0.9 ($0.1 < RAN < 1.9$) ha permitido excluir las estaciones que presentan una gran dispersión con el vector regional. En efecto, si en la representación gráfica de los RAN, numerosos años aparecen fuera del límite de tolerancia de 0.25, se considera que la estación no es parte del grupo. La estación M161 (Flavio Alfaro) con el grupo "Santo Domingo" ilustran lo anterior (Figura 2).

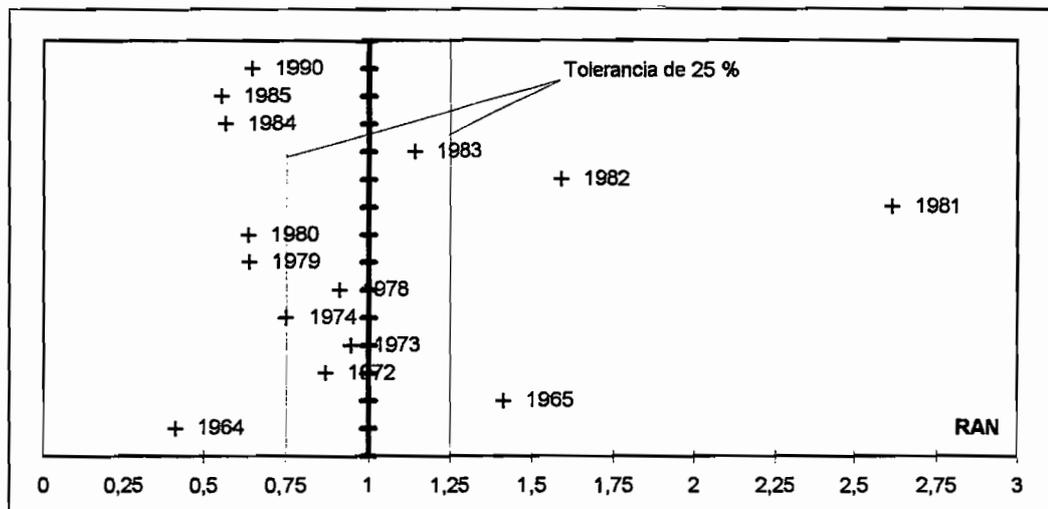


Figura2 : Gráfico del RAN de la estación M161 (Flavio Alfaro) con el grupo "Sto Domingo" Esta no pertenece al grupo, pues, numerosos años están fuera de la tolerancia del 25%.

La primera fase de crítica permite, si es necesario, identificar los períodos de las estaciones que corresponden a cambios de sitio o errores de medición sistemática. En este caso, la representación gráfica de doble acumulación estación-vector presenta varias pendientes que corresponde a cada período. En la estación M129 (Caluma) del grupo de "Los Ríos" es particularmente representativo (Fig.3), se observa claramente dos pendientes, la relación entre los promedios de las relaciones entre los totales anuales de la estación y el vector de los períodos 64-76 y 76-92 es de 1.264 UM, lo que corresponde probablemente a la utilización de una probeta prevista para un pluviómetro de 400 cm² por uno de 314 cm² ($400/314=1.27$ UM). Examinando los promedios de las estaciones cercanas y consultando el historial de la estación (en caso de existir), se puede saber que período es erróneo. En este caso es durante el período inicial que la confusión de la probeta ha sido hecha.

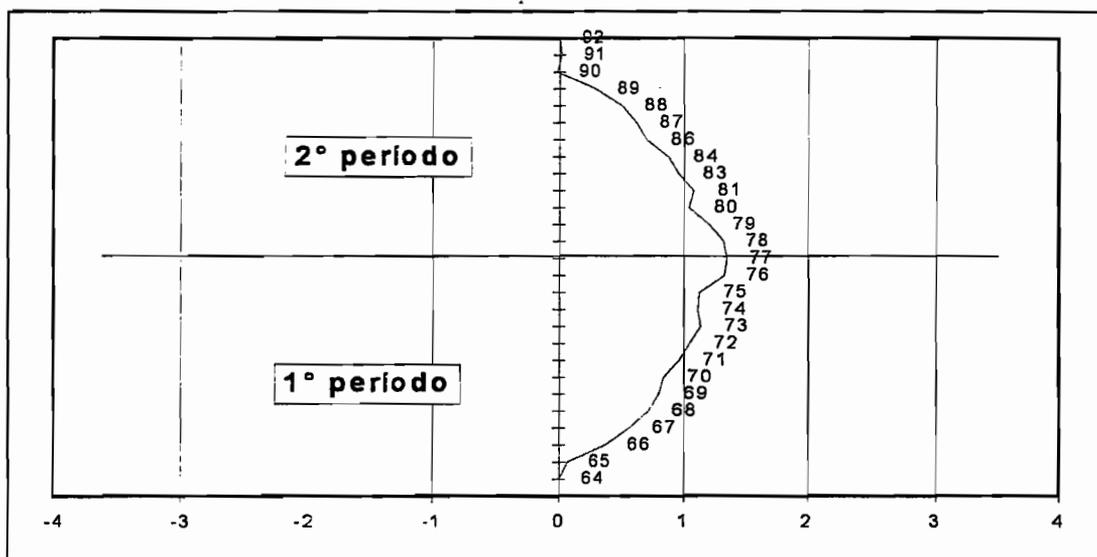


Figura 3: Puesta en evidencia de un error de probeta. 1° período: $P(\text{Caluma M129}) < a$ su zona, 2° período: $P(\text{Caluma M129})$ coherente.

Después de haber corregido el período (CLIMAN ofrece la posibilidad de multiplicar un período por un coeficiente multiplicador dado), se obtiene una serie homogénea, correspondiente a una sola tendencia sobre el gráfico de doble acumulación (Figura 4).

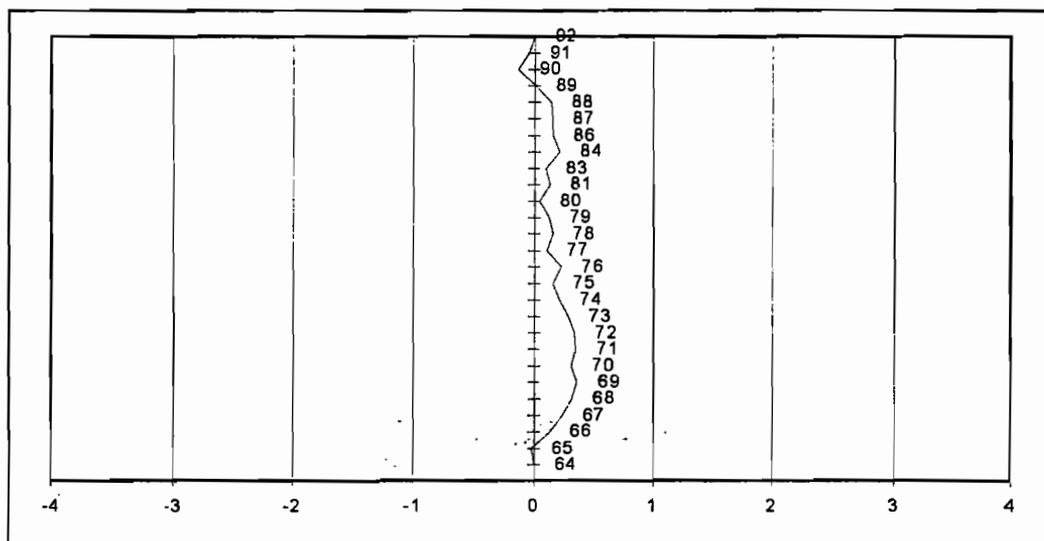


Figura 4 : Después de la corrección del período central, el gráfico de doble acumulación de la estación de Caluma (M129) con el grupo de "Los Ríos" presenta una sola tendencia.

Este primer paso permite también suprimir los años-estación dudosos. El caso de la estación M451 (El Anegado) ilustra lo anterior, los años 1987 a 1990 presentaban valores de RAN superiores a 1.5, luego de consultar los datos fuente y los técnicos del INAMHI que realizan el mantenimiento de las estaciones meteorológicas, se comprendió que el observador de este período inventaba las lecturas, obteniendo de esta manera un régimen interanual de tipo amazónico para esta región costera cuya estación seca es en realidad muy marcada, con cuatro o cinco meses sin lluvia. Los totales anuales así obtenidos estaban evidente y netamente superiores a la normal.

Más detalles de la determinación de estos errores sistemáticos de medida, se puede consultar en la bibliografía publicada (Le Goulven y al 1988, Le Goulven y Alemán 1991).

6.2.3 Cálculo del vector regional

En la segunda etapa se determina los componentes anuales del vector regional, para esto se utilizó los datos corregidos luego de la etapa precedente, de los cuales se ha separado los años-estaciones fuera de la tolerancia de 0.25. Considerando que, si la anomalía de una estación no difiere más del 25% respecto del conjunto de estaciones que componen el vector, este valor es coherente con el grupo. Se considera entonces que el vector regional es representativo de un grupo cuando esté compuesto por 5 estaciones o más y esté constituido por las estaciones donde las anomalías anuales no difieran más del 25% del promedio de anomalías de las estaciones del grupo.

Vista la extensión geográfica de los grupos que se considera, los años-estaciones que se ha debido separar no son forzosamente erróneos, pero pueden corresponder a un fenómeno climático local que se ha producido solamente ese año. Esto no justifica sin embargo la constitución de un grupo independiente en el cuadro de este estudio, que recuerde concernir el impacto de un fenómeno climático global sobre la pluviometría. Se han suprimido esos años "anormales" para el cálculo del vector regional, el objetivo de este vector es el dar una imagen global de la pluviometría a un sector globalmente homogéneo.

6.2.4 Extensión de los vectores a 30 años

En fin, para ciertos grupos, se debió proceder a una última etapa. En ciertas regiones del Litoral, los datos existentes resultaron insuficientes para construir un vector de 30 años sobre el período 1964 a 1993, el paquete Climán requiere al menos tres estaciones para poder calcular el componente anual del vector. Con la necesidad de poder comparar los vectores de diferentes zonas, se han prolongado los vectores de estos grupos hasta 30 años. Para esto se ha calculado manualmente los componentes del vector a partir de las dos o de la única estación que disponía de información aquel año. Considerando que el vector regional tiene por definición un promedio igual a uno, se ha ponderado por un coeficiente multiplicador los valores obtenidos del paquete y aquellos calculados manualmente, de tal manera que su promedio sea igual a uno.

Se tendrá cuidado de utilizar los vectores así constituidos solamente a título comparativo, ya que es evidente que estos son mucho menos representativos que un vector calculado con cinco o seis estaciones.

6.3 SELECCION DE LAS ESTACIONES EN CLASES DE CALIDAD

Luego de todas estas operaciones que concluyen en el reagrupamiento de estaciones y con la indicación de algunas variaciones que pueden ser efectuadas, la corrección por un factor multiplicador de ciertos períodos o la supresión de algunos años-estaciones, se han clasificado las estaciones según cuatro criterios:

- a) La dispersión del gráfico final de los RAN, anotado cualitativamente :

TB+	= (excelente)	$0.90 < \text{RAN} < 1.10$
TB	= (muy bueno)	$0.80 < \text{RAN} < 1.20$
B+	= (bueno)	$0.80 < \text{RAN} < 1.20$ con uno o dos valores fuera de límites
B	= (bueno)	$0.75 < \text{RAN} < 1.25$
- b) El número de años que se han debido eliminar de la serie cronológica de la estación para que ella se integre al grupo.
- c) La duración de registro de la estación.
- d) Se ha debido corregir por un coeficiente multiplicador un período de la estación.

A continuación, se han repartido las estaciones en las siguientes clases de calidad que integran los cuatro criterios anteriores:

- "Clase 1" : - Sin corrección de datos, duración de registro > 20 años, pérdida < 3 años, dispersión = TB+ o TB.
- Sin corrección de datos, duración de registro > 20 años, pérdida < 1 año, dispersión = B+.
- "Clase 2" : - "clase 1" pero con una corrección de datos.
- "clase 1" con duración de registro < 20 años y > 15 años.
 - "clase 1" con pérdida > 3 años y < 5 años.
 - "clase 1" con dispersión = B.
- "Clase 3" : - "clase 1" con duración de registro < 15 años y > 10 años.
- "clase 1" con pérdida > 3 años.
 - "clase 1" con dos condiciones de la "clase 2" no respetadas.
- "Clase 4" : - "clase 1" con duración de registro < 10 años.
- "clase 1" con duración de registro < 15 años y > 10 años y una condición "clase 2" no respetada.
 - "clase 1" con pérdida > 5 años y una condición la "clase 2" no respetada.
 - "clase 1" con tres condiciones de la "clase 2" no respetadas.
- "Clase 5" : - no está excluida del grupo, pero la calidad es inferior a la "clase 4".
- "Clase 6" : - dispersión elevada, la estación no forma parte del grupo, muy mala calidad

Tomaremos en cuenta solamente las estaciones de las clases 1 a 4 para el cálculo del vector regional.

7. REGIONALIZACION

De manera exhaustiva se ha considerado para este estudio solamente el Litoral del Ecuador, pues es notorio que es la región del país donde el fenómeno climático ENSO tiene un impacto significativo. Sin embargo, se ha considerado cuatro grupos de la Sierra y uno del sector Oriental, a fin de confirmar la hipótesis de "no-influencia" del ENSO sobre los totales anuales pluviométricos de esas regiones.

La Figura 5 presenta las zonas pluviométricas identificadas sobre el Litoral Ecuatoriano según el principio de "seudo-proporcionalidad" de las series de los totales anuales, expuesto anteriormente, así como los grupos considerados de la Sierra y de la Amazonía.

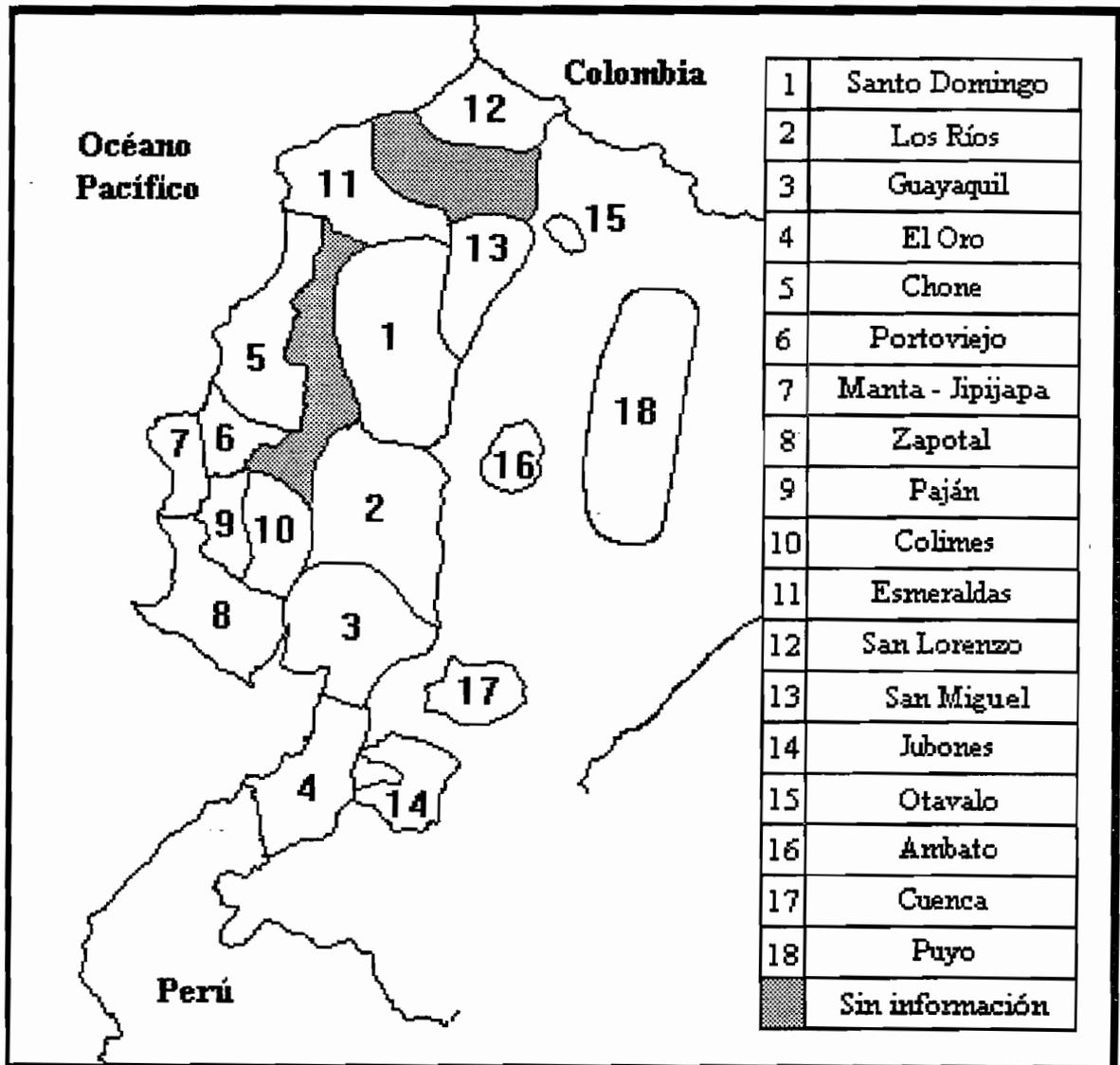


Figura 5: Mapa de las zonas pluviométricas

Los párrafos 5.1-5.3 (páginas siguientes), presentan resultados e informaciones siguientes:

- Estaciones del vector: tabla de características de las estaciones que componen el vector :

- * **Código** : código INAMHI de la estación.
- * **Nombre** : nombre de la estación.
- * **Año** : el número de años tomados en cuenta en el cálculo del vector.
- * **E** : número de años que se eliminaron de la serie de la estación para que se integre al grupo.
- * **Gráfico** : calidad final del gráfico del RAN.
- * **Promedio** : promedio en milímetros de los totales anuales tomados en cuenta en el cálculo del vector.
- * **Cvar** : coeficiente de variación de los totales anuales tomados en cuenta en el cálculo del vector.
- * **CorXZ** : coeficiente de correlación entre la estación y el vector regional.
- * **Clasif.** : clasificación final de la estación de acuerdo al párrafo 4.3.

- Correcciones : Si las hubo, anotaremos las correcciones preliminares que se ha debido realizar (periodos no tomados en cuenta o corregidos).

- Vector regional : Tabla conteniendo las características del vector regional :

- * **Año** : año hidrológico.
- * **Nº estac.** : número de estaciones que componen el vector ese año.
- * **E** : número de estaciones que se eliminaron ese año.
- * **Vector** : componente anual del vector.

- Estaciones complementarias : Lista de estaciones que han sido comparadas con el vector del grupo con el fin de determinar su extensión geográfica, se precisa si forman o no parte del grupo. Esta pertenencia ha sido probada individualmente para cada estación por el análisis de su doble acumulación con el vector regional del grupo. Estas estaciones no han sido tomadas en cuenta en el cálculo del vector, ya sea porque tienen un corto período de registro, son datos de mala calidad, o no pertenecen al grupo.

- Comentarios sobre las estaciones del vector, los componentes del vector que han sido calculados manualmente, etc.

- Análisis del vector : Se estima la representatividad del vector regional, homogeneidad del grupo, etc.

Los gráficos de las simples y dobles acumulaciones de todas las estaciones han sido archivados en forma de fichero informático con extensión ".res" del directorio Datos/Climan/Regional/Travail e impresos sobre papel.

7.1 LA COSTA

7.1.1 Grupo "Santo Domingo"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promedio	Cvar	CorXZ	Clasif.
M006	Pichilingue	28	2	TB	1947	0.251	0.946	1
M025	La Concordia	28	1	TB	3280	0.305	0.963	1
M026	Puerto Ila	29	0	TB	2764	0.301	0.977	1
M027	Santo Domingo Ar.	27	0	TB	3135	0.296	0.957	1
M124	San Juan la Mana	25	1	TB	2875	0.374	0.982	1
M351	Las Delicias	25	0	B+	2962	0.342	0.959	1
M374	San Antonio del Delta	26	0	TB	3057	0.304	0.970	1

Correcciones : ninguna

Vector regional :

Año	Número de estaciones	E	Vector
1993	5		1.030
1992	4	1	1.289
1991	7		0.800
1990	7		0.690
1989	7		0.955
1988	5		0.914
1987	7		1.195
1986	7		0.855
1985	7		0.712
1984	7		1.025
1983	6	1	2.212
1982	7		0.784
1981	6		0.726
1980	7		0.811
1979	7		0.743
1978	6		0.857
1977	5		0.936
1976	7		1.253
1975	6	1	1.151
1974	7		0.712
1973	6		1.299
1972	7		1.270
1971	6	1	0.937
1970	7		0.952
1969	7		1.068
1968	7		0.611
1967	6		0.876
1966	6		1.086
1965	6		1.258
1964	3		0.992

Estaciones complementarias: M046- M122- M123- M156- M160- M161- M209 -M247
 - M248 - M348 - M355 - M362 - M368 - M370 - M593 - M609 - M623 - M635 - M638 -
 M639 - M787 - M788 - A0A.

Aunque bien situada geográficamente dentro del grupo, la estación M348 es de calidad 6. Las estaciones M160, M609, M623, M635, M638, M639, M787 y A0A, con registros de corta duración son representativas de parte del grupo. Las estaciones M046, M122, M156, M209, M248, M355, M362, M370 y M593 están en las zonas de transición con los grupos cercanos. Las estaciones M123, M161, M247, M368 y M788 no son parte de este grupo, pero pertenecen a los sectores limítrofes.

Comentarios :

La estación M006 también forma parte del grupo "Los Ríos", esto muestra que hay una cierta continuidad entre estos dos grupos.

Análisis del vector :

Este grupo es el más satisfactorio de aquellos que han sido conformados. Sea por el nivel de la homogeneidad y la duración de registro de información de las estaciones o por el número de estaciones que conforman el vector, todo es de buena calidad y permite entonces tener una mayor confianza en la representatividad del vector.

7.1.2 Grupo " Los Rios "

Estaciones del vector:

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M006	Pichilingue	29	1	TB+	1992	0.268	0.960	1
M036	Isabel María	16	5	TB	1329	0.369	0.970	3
M039	Bucay	21	3	TB	2403	0.417	0.982	1
M129	Caluma	27	3	TB+	2554	0.366	0.979	2
M132	Balzapamba	26	1	TB+	1536	0.357	0.983	2
M261	La Clementina	13	3	TB	2413	0.445	0.988	3
M465	Ventanas INAMHI	21	4	B+	1967	0.321	0.962	3
M466	Vinces INAMHI	22	3	TB	1529	0.425	0.984	1
M805	Pisagua - Montalvo	13	3	TB+	2821	0.479	0.992	3

Correcciones :

M129: el período de 1977 a 1993 debió ser multiplicado por un coeficiente corrector 0.79

M132 : el período de 1964 a 1976 se multiplicó por un coeficiente corrector 1.2

M465 : el período de 1984 a 1988 se eliminó.

Vector regional:

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3	1	1.243
1992	3	1	1.428
1991	5	2	0.785
1990	6	1	0.640
1989	6		1.244
1988	6		0.816
1987	6	1	1.223
1986	5	2	0.945
1985	6	2	0.569
1984	5	2	1.026
1983	6	2	2.327
1982	7	1	0.551
1981	8		0.756
1980	8		0.776
1979	8		0.648
1978	8		0.750
1977	7		0.942
1976	8		1.401
1975	7	1	1.284
1974	8		0.672
1973	4	1	1.343
1972	7		1.325
1971	8		0.881
1970	6	1	0.813
1969	5		0.945
1968	6	1	0.437
1967	6	2	0.843
1966	7		1.081
1965	6	1	1.304
1964	7		1.001

Estaciones complementarias : M123 - M130 - M131 - M178 - M227 - M257 - M262 - M368 - M370 - M386 - M392 - M469 - M475 - M476 - M551 - M557 - M582 - M616 - M644 - M647 - M648

Aunque bien situadas geográficamente en este grupo, las estaciones M469, M551, M557 y M648 son de calidad 6. Las estaciones M131, M386, M616, M644 y M647, con registro de corta duración, forman parte del grupo. Las estaciones M130, M178, M257, M368 y M582 están en las zonas de transición con los grupos cercanos. Las estaciones M123, M227, M262, M370, M392, M475 y M476 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

La estación M465 parecía de muy mala calidad (6), pero luego de retirar cinco años consecutivos, que contenían datos dudosos, se integra al grupo. Se ha decidido entonces, conservar esta estación considerando esos cinco años como erróneos.

La estación M036 también forma parte del grupo "Guayaquil" y la estación M006 del grupo "Santo Domingo", lo que muestra que existe una cierta continuidad entre estos grupos.

Análisis del vector :

El vector regional es representativo de este grupo, puesto que la mayoría de sus componentes anuales están calculados con más de cinco estaciones, se nota sin embargo, que se han debido separar numerosos años-estaciones, lo que muestra una cierta heterogeneidad.

7.1.3 Grupo "Guayaquil"Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M036	Isabel Maria	19	2	TB	1695	0.615	0.987	2
M037	Milagro Ingenio Valdez	26	4	B+	1279	0.596	0.986	3
M056	Guayaquil Ar.	24	5	B+	963	0.473	0.967	3
M073	Taura Ar.	10	0	TB	790	0.500	0.974	3
M176	Naranjal	23	4	TB	1263	0.531	0.986	3
M218	Ingenio San Carlos	18	3	TB	1514	0.428	0.971	2
M231	La Puntilla Pancho Negro	22	1	B+	1804	0.428	0.971	1
M477	Cañar en Puerto Inca	16	4	B+	1101	0.465	0.977	4
M733	Bocatoma - Cañar	25	3	B+	2315	0.518	0.982	2

Correcciones :

M073 : el período de 1972 a 1977 se eliminó

M176 : el periodo de 1978 a 1993 fue multiplicado por un coeficiente corrector de 3.14

Vector regional :

Año	Número de estaciones	E	Vector
1993	3		1.221
1992	5	1	1.452
1991	6	1	0.682
1990	5	1	0.566
1989	5	1	1.246
1988	4	1	0.537
1987	4	3	1.843
1986	7	2	0.771
1985	6		0.417
1984	5	1	1.219
1983	4	2	3.068
1982	5	2	0.436
1981	8		0.764
1980	8	1	0.708
1979	8		0.565
1978	6	1	0.630
1977	8		0.830
1976	6	1	1.393
1975	7	1	1.331
1974	6	1	0.571
1973	7		1.528
1972	8-	1	1.354
1971	9		0.695
1970	7	2	0.695
1969	8	1	0.845
1968	8	1	0.283
1967	4	1	0.950
1966	6		1.038
1965	6		1.511
1964	4		0.851

Estaciones complementarias : M039 - M178 - M392 - M412 - M469 - M557 - M657 - M774

Las estaciones M412, M657 y M774 están en las zonas de transición con los grupos cercanos. Las estaciones M039, M178, M392, M469 y M557 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

La estación M036 también forma parte del grupo "Los Ríos", esto muestra que existe una cierta continuidad entre estos dos grupos.

Análisis del vector :

El vector regional es representativo de este grupo, puesto que, la mayoría de sus componentes anuales están calculados con más de cinco estaciones, se nota sin embargo que se ha eliminado, en promedio, tres años por estación, lo que no es un signo de homogeneidad. Este grupo presenta un vector regional parecido al de "Los Ríos".

7.1.4 Grupo "el Oro"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Graf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M040	Pasaje	21	4	TB	779	0.361	0.977	2
M072	Machala Ar.	15	4	B+	669	1.037	0.998	4
M179	Arenillas	24	3	B+	575	0.849	0.992	3
M184	Pagua	11	0	TB	1587	0.724	0.998	3
M185	Machala U.T.M.	14	1	TB	1185	0.459	0.993	3
M292	Granja Sta Inés U.T.M.	5	2	TB	773	0.272	0.959	4
M483	Río Negro	5	0	TB	633	0.343	0.995	4
M657	Hada. Sta Rita - Balao	5	0	TB	1155	0.256	0.973	4
M747	Río Chico El - Oro	6	2	TB	1317	0.910	0.999	4

Correcciones :

M179 :el periodo de 1964 a 1978 ha sido multiplicado por un coeficiente corrector de 0.79

M184 :el periodo inicial que presentaba numerosas lagunas no ha sido considerado

M185 :el periodo inicial que presentaba numerosas lagunas no ha sido considerado

Vector regional :

Año	Número de estaciones	E	Vector
1993	4		1.171
1992	4	1	1.733
1991	6		0.836
1990	3	3	0.480
1989	4	1	1.441
1988	4	1	0.863
1987	3	1	1.589
1986	4		0.767
1985	4	1	0.515
1984	5		1.414
1983	4	2	4.465
1982	4	2	0.408
1981	4		0.685
1980	4		0.696
1979	5	1	0.457
1978	4	1	0.490
1977	4	1	0.636
1976	3	1	1.148
1975	4	2	1.136
1974	4	1	0.504
1973	2	1	1.576
1972	3		1.116
1971	2	1	0.679
1970	3		0.586
1969	3		0.690
1968	2	2	0.427
1967	4		0.655
1966	4		0.758
1965	4		1.330
1964	4		0.755

Estaciones complementarias : M181 - M183 - M195 - M478 - M479 - M481 - M743

Aunque bien situadas geográficamente en este grupo, las estaciones M195 y M478 son de calidad 6. La estación M183, de calidad 5, no ha sido utilizada para el cálculo del vector regional. Las estaciones M181 y M743 están en una zona de transición y las estaciones M479 y M481 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

Se remarca los valores elevados (0.7 hasta 1.0) de los coeficientes de variaciones de cuatro estaciones de este grupo, que son las estaciones cuyas series cronológicas comprenden el año 1983. Estos valores muy elevados reflejan el carácter muy excepcional de la pluviometría de ese año en esta región relativamente seca del sur de la costa.

El vector se calculó manualmente para los siguientes años :

1968 : con las estaciones M040 y M657.

1971 : con las estaciones M040 y M179.

1973 : con las estaciones M040 y M179.

Análisis del vector :

Este grupo es de calidad media, puesto que las estaciones tienen en general registros de corta duración y varios años eliminados. Se dificultó la homogenización de este sector por lo que no ha sido posible subdividirlo por falta de datos. El vector regional entonces, se utilizará solamente a título de comparación.

7.1.5 Grupo de "Chone"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M162	Chone	24	3	B+	1343	0.552	0.986	2
M163	Boyacá	22	3	TB	856	0.488	0.984	1
M164	Calceta	21	1	TB+	1019	0.537	0.992	1
M167	Jama	22	4	B+	751	0.568	0.989	4
M168	Pedernales-Manabí	15	5	TB	866	0.582	0.989	4
M296	Estancilla-Manabí	19	1	TB	901	0.622	0.993	2
M446	San Isidro	7	0	TB+	672	0.237	0.996	4
M452	Zapote	23	4	B+	1649	0.499	0.986	4
M462	Junín	8	2	TB	856	0.310	0.967	4
M-A24	Dos Bocas	10	2	TB	1638	0.592	0.994	3

Correcciones :

M167 : el periodo de 1970 a 1973 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.64

M168 : el periodo de 1980 a 1991 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.79

M446 : el periodo de funcionamiento inicial se eliminó

M452 : el periodo de 1974 a 1980 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.57

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3	1	1.131
1992	3	2	1.442
1991	5	1	0.671
1990	6		0.600
1989	4	1	0.879
1988	5	1	0.709
1987	6	1	1.360
1986	6		0.841
1985	7	1	0.702
1984	8	1	0.992
1983	8	1	3.208
1982	6	3	0.568
1981	6	3	0.795
1980	8		0.772
1979	7	1	0.711
1978	8		0.803
1977	5	2	1.151
1976	5	2	1.220
1975	6	1	1.500
1974	5	2	0.645
1973	6	1	1.102
1972	7	1	1.073
1971	6		0.858
1970	6	1	0.922
1969	6	1	0.803
1968	4	3	0.420
1967	5	1	0.936
1966	5		1.013
1965	6		1.163
1964	3		1.009

Estaciones complementarias : M153 - M161 - M165 - M456 - M461 - M464 - M590 - M611 - M788

Las estaciones M611 y 590 no han sido utilizadas para el cálculo del vector a causa de su dispersión, la estación 590 representa una zona de transición con el grupo "Esmeraldas". Aunque bien situada geográficamente en este grupo, la estación 456 es de calidad 6. Las estaciones M153, M161, M165, M461, M464 y M788 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

A pesar del gran número de años eliminados en la estación M446, el periodo restante ha sido conservado ya que éste es de buena calidad y además permite completar el vector sobre los 30 años.

Análisis del vector :

El vector regional es representativo de este grupo, puesto que la mayoría de sus componentes anuales están calculados con cinco estaciones o más, sin embargo se nota que se han eliminado varios años por estación, lo que no es un signo de homogeneidad.

7.1.6 Grupo "Portoviejo"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M005	Portoviejo - U.T.M.	29	1	B+	466	0.738	0.995	1
M034	Santa Ana	17.	4	TB	794	0.349	0.965	3
M165	Rocafuerte	27	2	TB	417	0.740	0.995	1
M461	Río Chico Pechiche	19	4	B	558	0.848	0.991	4
M464	Río Chamotete Jesús María	16	7	TB	1158	0.398	0.977	4

Correcciones : ninguna

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3	1	0.842
1992	4		1.994
1991	3	1	0.452
1990	3	1	0.524
1989	4		1.352
1988	3	1	0.490
1987	4		1.341
1986	4		0.981
1985	4		0.778
1984	3	2	0.905
1983	3	2	4.144
1982	3	2	0.171
1981	4	1	0.555
1980	5		0.628
1979	5		0.563
1978	3	2	0.545
1977	4		0.927
1976	3	2	1.732
1975	5		1.519
1974	5		0.599
1973	3	2	1.126
1972	4	1	1.312
1971	5		0.832
1970	3		0.845
1969	3		0.980
1968	3		0.359
1967	3		0.941
1966	3		0.793
1965	3		0.889
1964	3		0.881

Estaciones complementarias : M074 - M159 - M447 - M448 - M449 - M453 - M462.

Las estaciones M074, M159, M447, M448, M449, M453 y M462 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

La estación M464, de calidad 4, ha sido conservada solamente por la excelente calidad final de su gráfico de RAN.

Análisis del vector :

Este grupo está conformado por un número reducido de estaciones, entre las cuales existen dos de calidad 4. El vector, está constituido por un número mínimo de estaciones y no puede entonces ser considerado representativo.

7.1.7 Grupo "Manta - Jipijapa"

Estaciones : M045 - M047 - M169 - M448 - M449 - M450 - M451 - M453.

Este sector al Sur-Oeste de la provincia de Manabí no constituye un grupo homogéneo. Solo tres agrupaciones han sido posibles :

M047 y M074 : que son las dos estaciones de Manta, (Manta-Inocar y Manta-Aeropuerto)

M048 y M450 : unos veinte kms. al sur de Manta.

M169, M449 y M451 : en los alrededores de Jipijapa.

La estación 453 de Montecristi no ha podido ser asociada ni con las dos estaciones de Manta, ni con las estaciones M448 y M450 a pesar de estar situadas a menos de 10 Kms unas de otras.

7.1.8 Grupo "Zapotal"

Estaciones : M076 - M173 - M174 - M223 - M472 - M473 - M474 - M592 - M619 - M774 - M778 - M782 - M785 - M922 - M932.

El sector comprendido entre la Cordillera de Colonche, Salinas y Playas no constituye un grupo homogéneo. Fue imposible obtener un grupo tan pequeño al seno del cual, dos o tres estaciones resaltan con una calificación de 2 o 3. El hecho significativo, resultado del tratamiento de este grupo es la exclusión categórica de la estación M076 de Salinas-Guayas, de la cual 18 años de los 19 que contabiliza la estación, presentan anomalías con diferencias en más del 90% del promedio de aquellas del sector.

7.1.9 Grupo "Paján"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M044	Pedro Pablo Gómez	13	4	B	989	0.535	0.992	4
M159	La Naranja	15	1	B	1138	0.315	0.909	3
M171	Camposano #2	17	0	TB	1279	0.513	0.990	2
M447	24 de Mayo - Jaboncillo	27	2	B+	876	0.441	0.980	3
M458	Colimes de Paján	22	1	B	1122	0.522	0.986	2
M459	San Pablo - Manabí	18	5	TB	704	0.473	0.990	4
M463	Camposano N°1	18	1	B+	1287	0.493	0.984	2
M555	Villao - Pedro Carbo	8	1	TB	947	0.241	0.919	4
M798	Cascol	8	0	TB	1134	0.331	0.967	4
M975	Banchal Pte. Carretera (PV25)	7	0	TB	1134	0.629	0.991	4

Correcciones :

M447 : el período de 1964 a 1984 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.64

M459 : el período de 1987 a 1993 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.32

M451 : el período de 1987 a 1993 eliminado por tener datos erróneos

M555 : el período de 1974 a 1990 no ha sido considerado por tener datos faltantes.

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	4		1.421
1992	4		1.582
1991	4		0.560
1990	4		0.621
1989	4		1.196
1988	4		0.711
1987	5	1	1.026
1986	5	1	0.780
1985	4	3	0.540
1984	6		1.162
1983	7		2.529
1982	7		0.393
1981	7	1	0.651
1980	7		0.749
1979	6		0.573
1978	7		0.765
1977	8		1.022
1976	4	3	1.109
1975	5	1	1.228
1974	6	1	0.670
1973	7	1	1.568
1972	7	1	1.289
1971	7	1	0.937
1970	4		1.027
1969	4		0.893
1968	4	1	0.374
1967	3		1.046
1966	3		1.111
1965	3		1.259
1964	3		1.206

Estaciones complementarias : M034 - M166 - M169 - M259 - M451 - M589

Las estaciones M166, M259 y M589 de la planicie del Guayas, las estaciones M169 y M451 de la Vertiente Occidental, así como la estación M034 del grupo "Portoviejo" no forman parte de este grupo. Es interesante constatar que numerosas estaciones cercanas pero del otro lado de la divisoria fueron analizadas para ver si se integraban a este grupo, pero fueron descartadas; de esto se desprende que la mencionada divisoria es el límite de la zona.

Comentarios :

Las estaciones M555, M798 y M975 que poseen registros de corta duración se integran muy bien al grupo. La estación M044 está en el límite del grupo.

Análisis del vector :

Este grupo situado sobre la estribación oriental de la Cordillera de Colonche, no es muy homogéneo y no cuenta con ninguna estación de calidad 1.

7.1.10 Grupo "Colimes"Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M166	Olmedo-Manabí	22	6	B	1557	0.554	0.985	4
M178	La Toma EMAP-GUAYAS	7	2	TB	630	0.578	0.992	4
M257	Daule (Col. Agronómico)	11	6	B+	1045	0.471	0.987	4
M262	Colimes de Balzar CEDEGE	4	1	TB+	1799	0.384	0.997	4
M475	Colimes de Balzar INAMHI	17	5	TB	1554	0.482	0.983	3
M476	La Capilla INAMHI	22	3	B	1040	0.573	0.985	3
M589	Guale	9	1	TB	1361	0.491	0.990	4

Correcciones :

476 : el periodo de 1979 a 1984 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.64

589 : el periodo de 1965 a 1969 se multiplicó por un coeficiente corrector de 2

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	2	1	1.560
1992	3		1.789
1991	3		0.747
1990	2		0.726
1989	3	1	1.259
1988	2		0.977
1987	3	1	1.750
1986	3		0.666
1985	3	4	0.552
1984	3	1	0.894
1983	4		1.870
1982	3		0.456
1981	5	2	0.566
1980	4	2	0.512
1979	5		0.483
1978	3	2	0.388
1977	3	1	0.734
1976	3	1	1.695
1975	3		1.105
1974	2	3	0.440
1973	4	1	1.720
1972	3	3	1.184
1971	4		0.881
1970	1		0.770
1969	2		0.894
1968	3	1	0.365
1967	4		0.658
1966	3	1	1.121
1965	3	1	1.962
1964	2		1.272

Estaciones complementarias : M171 - M259 - M447 - M463 - M555

La estación M259 de calidad 5 no ha sido considerada para el cálculo del vector. Las estaciones M171, M447, M463 y M555 no forman parte del grupo.

Comentarios :

El vector se calculó manualmente para los siguientes años :

1964 : con las estaciones M166 y M257
 1969 : con las estaciones M166 y M589
 1970 : con la estación 589
 1974 : con las estaciones M476 y M589
 1988 : con las estaciones M166 y M476
 1990 : con las estaciones M166 y M476
 1993 : con las estaciones M475 y M476

Análisis del vector :

A pesar de estar situado en la zona plana; entre dos grupos de calidad media y muy buena ("Paján y "Los Ríos", respectivamente), este sector no es muy homogéneo. El vector regional está compuesto a menudo de dos o tres estaciones y ha sido necesario suprimir numerosos años, este vector podrá ser utilizado solamente a título de comparación.

7.1.11 Grupo "Esmeraldas"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M046	Pachijal Mashpi	12	2	TB	3439	0.268	0.937	3
M058	Esmeralda - Tachina	17	4	B+	785	0.409	0.976	4
M153	Muisne	9	0	TB	1578	0.226	0.927	4
M156	Quininde	21	2	TB	2363	0.293	0.950	1
M269	Esmeraldas Inocar	10	3	TB	686	0.163	0.879	3
M441	Sague San Mateo	28	1	B+	1076	0.282	0.935	1
M444	Teaone - Tabiazo	11	0	TB	842	0.354	0.954	3
M550	Viche	7	2	TB	1951	0.269	0.978	4

Correcciones :

M153 : el período de 1973 a 1993 presenta muchos vacíos, no fue considerado

M168 : el período de 1980 a 1992 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.79

M444 : el período de 1965 a 1971 eliminado por tener datos erróneos.

Vector regional :

Año	Número de estaciones	E	Vector
1993	2		1.301
1992	1		1.308
1991	3		0.770
1990	4		0.734
1989	4		0.842
1988	5		0.885
1987	3	1	1.300
1986	4	1	0.863
1985	4	1	0.629
1984	5		1.018
1983	4	1	1.770
1982	6		0.862
1981	6		0.667
1980	5		0.750
1979	4		0.735
1978	4	2	1.012
1977	5		1.019
1976	3	2	1.226
1975	3	1	1.206
1974	3		0.656
1973	4		1.696
1972	3	1	0.998
1971	4		1.027
1970	4		0.912
1969	3	1	0.929
1968	3	1	0.682
1967	3	1	0.742
1966	5		1.053
1965	3	1	1.437
1964	5		0.967

Estaciones complementarias : M154 - M225 - M590

La estación M590, está en una zona de transición con el grupo "Chone". Las estaciones M154 y M225 al sur del grupo "San Lorenzo", tienen un comportamiento muy diferente respecto al grupo.

Comentarios :

La estación M046 también forma parte del grupo "San Miguel", lo que indica que hay una cierta continuidad entre estos dos grupos.

El vector fue calculado manualmente para los siguientes años :

1992 : con la estación M441

1993 : con las estaciones M441 y M444

Análisis del vector :

Este grupo es homogéneo, pero las cortas duraciones de los registros de las estaciones hacen al vector regional medianamente representativo, pues está formado solamente por un número limitado de estaciones para cada año.

7.1.12 Grupo "San Lorenzo"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M106	Lita	17	4	TB	3743	0.208	0.808	3
M154	Cayapas	25	3	TB	3374	0.247	0.891	1
M224	San Lorenzo	15	1	TB	2847	0.182	0.884	2
M225	Borbón	16	1	TB	2182	0.216	0.936	3
M442	Najuringo Carondelet	9	1	TB	3018	0.196	0.947	4
M692	Tobar Donoso	6	0	-	7878	0.182	-	4

Correcciones :

M225 : el periodo de 1965 a 1973 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.27

M442 : el periodo de 1975 a 1983 eliminado por tener datos erróneos

M692 : el periodo de 1982 a 1985 se multiplicó por un coeficiente corrector de 0.5

Vector regional :

Año	Número de estaciones	E	Vector
1993	1		0.392
1992	1		1.022
1991	1		0.995
1990	1		1.013
1989	1		0.874
1988	1		1.021
1987	1		1.055
1986	1		0.734
1985	2	1	0.944
1984	3		1.244
1983	2	1	1.286
1982	4		1.011
1981	4		0.852
1980	2		0.952
1979	2		1.077
1978	3		0.664
1977	3		0.738
1976	4		0.945
1975	4		1.236
1974	5		0.998
1973	5		1.432
1972	4	1	1.164
1971	5		1.081
1970	5		1.169
1969	5		1.017
1968	4	1	0.762
1967	5		0.988
1966	5		1.183
1965	3	1	1.342
1964	1		0.805

Estaciones complementarias : M301 - M440 - M586

La estación M586, con registro de corta duración y de calidad 5, no fue utilizada para el cálculo del vector. La estación M440 fue conservada en este grupo debido a su gran disparidad con el vector. La estación M301 del piedemonte no forma parte de este grupo.

Comentarios :

Los valores más bajos de coeficientes de variaciones de las estaciones en este grupo (<0.25), significan que la pluviometría de esta región húmeda tiene menor variación.

La estación M692 con registro de corta duración y con una corrección fue conservada para permitir el cálculo del vector, con la falta de fiabilidad que esto implica.

El vector se calculó manualmente para los siguientes años :

1964: con la estación M106
 1979 y 1980: con las estaciones M224 y M225
 1983 y 1985: con las estaciones M154 y M692
 1984: con las estaciones M106, M154 y M692
 1986 y 1987: con la estación M692
 1988 a 1993 : con la estación M154

Análisis del vector :

El vector se calculó manualmente para catorce años, hay nueve durante los cuales una única estación proporcionó los datos. Estos periodos muy largos deben ser tomados sobre todo como información complementaria y ser utilizados con precaución. El vector regional de este grupo es entonces poco representativo, pues está formado por un número limitado de estaciones para cada año.

7.1.13 Grupo "San Miguel"Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M027	Santo Domingo Aeropuerto	26	1	B	3007	0.223	0.891	2
M046	Pachijal Mashpi	14	0	TB+	3431	0.249	0.954	1
M209	Alluriquín INECEL	15	1	TB	2052	0.169	0.856	2
M212	Mindo INECEL	14	0	TB	2650	0.185	0.910	3
M213	La Perla	15	0	TB	1698	0.268	0.965	2
M216	San Miguel de los bancos	14	0	TB	4338	0.230	0.953	3
M339	Nanegalito	23	2	TB+	2606	0.176	0.907	1
M340	Mindo INAMHI	21	1	TB	2873	0.193	0.930	1
M355	Pilaton A.J. Toachi	17	1	TB+	2802	0.225	0.973	2
M362	Las Pampas	24	1	TB	2192	0.181	0.895	2
M524	Chontal Alto	13	0	TB	2382	0.211	0.936	3
M587	Nanegal	14	0	TB	2246	0.240	0.950	3
M607	Manduriaco Chico	14	0	TB	2397	0.180	0.943	3
M721	Mesa Miravalle del Chontal	14	0	TB	1669	0.191	0.895	3

Correcciones : Ninguna

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	2		0.969
1992	7		0.896
1991	4		0.891
1990	9		0.823
1989	11		0.952
1988	10		0.780
1987	13		0.924
1986	12		0.897
1985	14		0.869
1984	13		1.142
1983	12	2	1.594
1982	14		0.925
1981	12		0.851
1980	14		0.916
1979	13	1	0.896
1978	13		0.892
1977	11	1	0.779
1976	9		1.082
1975	5		1.245
1974	5		0.874
1973	5		1.236
1972	5		1.240
1971	5		1.007
1970	3	1	0.995
1969	3	1	1.012
1968	3	1	0.728
1967	3		1.052
1966	3		1.201
1965	3		1.272
1964	2		1.073

Estaciones complementarias : M116 - M211 - M327 - M336 - M337 - M338 - M593 - M612 -M621

Aunque situadas geográficamente en el grupo, las estaciones M327, M336 y M612 son de calidad 5. Las estaciones M116, M211, M593 y M621 están en zonas de transición con los sectores cercanos. Las estaciones M337 y M338, no forman parte de este grupo.

Comentarios :

El vector se calculó manualmente para los siguientes años :

1964 : con las estaciones M027 y M340

1993 : con las estaciones M339 y M362

Análisis del vector :

El vector regional es representativo del grupo para el período de 1976 a 1990, donde está compuesto de nueve estaciones o más. Para el resto del período, podemos pensar que también es representativo del sector ya que las estaciones que lo componen son de buena calidad siendo necesario eliminar algunos años.

7.2 LA SIERRA

7.2.1 Grupo "Jubones"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M032	Santa Isabel INAMHI	23	1	B+	479	0.305	0.959	1
M142	Saraguro	24	4	B+	792	0.214	0.906	3
M419	Girón	28	2	TB	776	0.277	0.965	1
M420	Nabon INAMHI	24	6	TB	776	0.244	0.937	4
M421	Oña	24	5	TB	573	0.244	0.970	4
M422	Hda. Sta Lucia	22	4	B	384	0.288	0.915	3
M423	Susudel-Caserio	8	0	TB	460	0.289	0.953	4
M666	San Fernando INECEL	8	0	TB	1417	0.299	0.947	4
M738	Guanazán	6	1	TB	832	0.304	0.988	4
MJ01	Rircay en Sulupali	10	1	TB	408	0.171	0.833	3
MJ02	León en pte. carretero	6	0	TB	470	0.202	0.913	4

Correcciones :

M420 : el período de 1964 a 1974 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.27

M421 : el período de 1976 a 1980 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.57

M421 : el período de 1981 a 1993 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.27

Vector regional :

Años	Nº de estaciones	E	Vector
1993	4		1.300
1992	4	1	0.888
1991	4		0.858
1990	5		0.774
1989	6		1.294
1988	7		0.943
1987	6	2	0.771
1986	6	2	1.102
1985	5	3	0.664
1984	7	1	1.303
1983	6	2	1.660
1982	6	1	0.821
1981	5	1	0.954
1980	5	1	0.739
1979	6		0.906
1978	7		0.823
1977	5	2	0.989
1976	6	1	1.284
1975	7	1	1.379
1974	9		0.932
1973	7	2	1.251
1972	9		1.166
1971	9		1.425
1970	9		1.143
1969	9		0.984
1968	6	2	0.645
1967	4	1	0.70
1966	4	1	0.718
1965	5		0.872
1964	5		0.710

Estaciones complementarias : M196 - M425 - M428 - M481

La estación M428 de calidad 5 está al límite del grupo y no fue considerada para el cálculo del vector regional. Las estaciones M196, M425 y M481 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

En este grupo, muchas estaciones con un limitado número de años de registro se tomaron en cuenta. La buena calidad de sus gráficos de doble acumulación y de RAN permiten su utilización para el cálculo del vector. Las estaciones M420 y M421 de larga duración pero de calidad 4 se conservan, esta calidad se debe en parte a los cambios de sitios.

Análisis del vector :

El vector regional de este grupo está compuesto en promedio por cinco o seis estaciones, pero se descartó numerosos años para llegar a formar un grupo homogéneo, se puede entonces considerar al vector regional como parcialmente representativo de esta zona medianamente homogénea.

7.2.2 Grupo "Otavalo"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M001	Inguincho	16	0	TB+	1320	0.151	0.968	2
M105	Otavalo	27	2	TB	846	0.209	0.891	1
M110	San Pablo del Lago	25	0	TB	987	0.175	0.919	1
M319	San Rafael del Lago	26	2	TB	876	0.199	0.953	1
M320	Hda La Vega	20	0	B+	1087	0.162	0.859	1
M321	Topo - Imbabura	25	1	B+	1082	0.221	0.905	1
M322	Cambugán	21	2	B+	1505	0.218	0.843	2
M323	Achupallas - Imbabura	26	2	B+	1263	0.236	0.917	2
M328	Hda La Maria anexa (La Itecia)	17	3	TB	1073	0.271	0.968	2
M329	Inguincho Grande	16	0	TB+	1421	0.155	0.963	2

Correcciones : Ninguna

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	6	1	1.047
1992	6		0.656
1991	7		0.748
1990	8		0.749
1989	6		1.131
1988	5	1	0.945
1987	9		0.806
1986	9		0.879
1985	9	1	0.975
1984	10		1.149
1983	10		1.277
1982	10		1.007
1981	8	2	1.026
1980	10		0.815
1979	9	1	1.011
1978	10		0.854
1977	9		0.801
1976	6	2	1.010
1975	8		1.319
1974	8		1.079
1973	7		0.802
1972	8		1.385
1971	7		1.269
1970	6	1	1.300
1969	7		1.159
1968	6	1	0.975
1967	6	1	1.116
1966	6	1	1.100
1965	2		0.712
1964	1		0.882

Estaciones complementarias : M053 - M107 - M316 - M337

Las estaciones M053, M107, M316 y M337 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

El vector debió ser calculado manualmente para los siguientes años :

1964 : con la estación M110

1965 : con las estaciones M105 y M110

Análisis del vector :

A excepción de los dos primeros años del período, el vector está calculado a partir de un número importante de estaciones. El conjunto de estaciones consideradas para el cálculo son de calidad 1 y 2. Este vector es muy representativo del sector de los alrededores de la ciudad de Otavalo.

7.2.3 Grupo "Ambato"

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M004	Rumipamba - Salcedo	30	0	TB	533	0.170	0.879	1
M028	Ambato - Granja	23	0	TB	444	0.169	0.849	1
M126	Patate	25	1	B+	557	0.181	0.813	1
M127	Pillaro	29	1	TB	662	0.201	0.911	1
M376	Pilahuín	28	1	TB+	672	0.164	0.941	1
M377	Tisaleo	29	0	TB	699	0.173	0.860	1

Correcciones : ninguna

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3	1	1.069
1992	5		0.834
1991	5		0.948
1990	5		0.790
1989	5		1.253
1988	5		1.003
1987	5	1	1.049
1986	6		0.891
1985	5		1.049
1984	5		1.196
1983	5		1.106
1982	6		0.940
1981	6		0.913
1980	6		0.762
1979	6		0.788
1978	6		1.013
1977	6		0.876
1976	6		1.138
1975	5		1.440
1974	6		1.130
1973	5	1	1.000
1972	6		1.185
1971	6		1.067
1970	6		1.192
1969	6		0.929
1968	6		0.900
1967	6		0.918
1966	6		0.972
1965	6		0.815
1964	4		0.833

Estaciones complementarias : M029 - M064

Las estaciones M029 y M064 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

Los valores poco más bajos de los coeficientes de correlación entre las estaciones y el vector regional, se deben en parte a la baja variabilidad de la pluviometría. Los coeficientes de variación de las estaciones son menores a 0.2, sin que implique homogeneidad de este grupo

Análisis del vector :

Las seis estaciones consideradas para el cálculo del vector son de calidad 1. Este grupo es muy homogéneo, se eliminaron solamente unos pocos años, el vector regional está calculado con 5 o 6 estaciones, es muy representativo de los alrededores de la ciudad de Ambato.

7.2.4 Grupo "Cuenca"Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M067	Cuenca Aeropuerto	17	1	TB	851	0.175	0.864	2
M138	Paute	25	0	TB	736	0.172	0.820	1
M139	Gualaceo	18	1	TB	709	0.148	0.883	2
M140	Ucubamba	20	0	TB	845	0.166	0.910	1
M141	El Labrado	28	0	TB	1256	0.135	0.901	1
M197	Jacarín	16	2	TB	638	0.180	0.880	2
M414	Chanín	12	2	TB	1039	0.169	0.773	3
M417	Piscicola Chirimichay	17	1	TB	1262	0.181	0.763	2
M426	Ricaute - Cuenca	26	1	TB	878	0.174	0.850	1
M427	Sayausí (Matadero D.J.)	18	0	TB	980	0.207	0.872	2
M539	Buenos - Aires Azuay	9	0	TB+	947	0.219	0.976	4
M625	Biblián INECEL	12	1	TB	765	0.145	0.876	3

Correcciones :

418 : el período de 1976 a 1981 se multiplicó por un coeficiente corrector de 1.57

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3	1	1.279
1992	11		0.815
1991	8	2	0.919
1990	9		0.867
1989	9		1.168
1988	8		0.999
1987	9		0.909
1986	9		0.906
1985	11	1	0.761
1984	12		1.167
1983	10	1	1.173
1982	10		1.005
1981	9	1	1.135
1980	11		0.819
1979	9	1	0.958
1978	11		1.031
1977	8		0.820
1976	8		1.117
1975	8	1	1.316
1974	4		0.964
1973	7		1.043
1972	5	1	1.001
1971	5		1.126
1970	4		1.249
1969	4		1.037
1968	4		0.955
1967	4		0.951
1966	4		0.930
1965	4		0.838
1964	2		0.742

Estaciones complementarias : M045 - M416 - M541 - M664 - M668

Las estaciones M045, M416, M418, M541, M664 y M668 no forman parte de este grupo.

Comentarios :

Para este grupo, se han utilizado los trabajos específicos sobre la cuenca vertiente del río Paute, para lo cual la pluviometría fue homogeneizada a nivel anual y criticada a nivel diario (Molinero 1995), después regionalizada a nivel anual (Mejía y al. 1996). Se han considerado solamente las estaciones de buena calidad de la Región Interandina.

El vector se calculó manualmente para el año 1964 con las estaciones M141 y M426.

Análisis del vector :

Todas las estaciones consideradas para el cálculo del vector son de buena calidad. Si algunas aparecen con una calidad inferior a 1, se debe únicamente a sus duraciones de registro. El vector regional de este grupo puede entonces ser considerado muy representativo de la zona, incluso si algunos años están calculados a partir de un número reducido de estaciones.

7.3 LA AMAZONIA

Estaciones del vector :

Código	Nombre	Año	E	Gráf.	Promed.	Cvar	CorXZ	Clasif.
M008	Puyo	29	0	TB+	4526	0.099	0.849	1
M041	Sangay (P. Sta. Ana)	28	0	TB+	4028	0.091	0.769	1
M063	Pastaza Aeropuerto	26	0	TB	5266	0.101	0.617	1
M486	Borja - Misión Josefina	23	0	TB	2685	0.090	0.620	1
M489	Jondachi	14	0	TB	4716	0.107	0.429	3

Corecciones : ninguna

Vector regional :

Años	Número de estaciones	E	Vector
1993	3		1.042
1992	2		0.944
1991	2		0.964
1990	2		1.086
1989	4		0.968
1988	3		0.986
1987	4		0.955
1986	4		1.097
1985	4		0.916
1984	5		1.008
1983	5		1.003
1982	5		1.005
1981	4		1.068
1980	5		0.944
1979	5		0.929
1978	5		0.965
1977	5		1.065
1976	5		1.129
1975	5		1.075
1974	5		1.108
1973	5		0.909
1972	5		1.139
1971	5		0.988
1970	4		0.998
1969	4		0.975
1968	4		0.981
1967	4		0.946
1966	3		0.961
1965	3		0.998
1964	1		0.860

Estaciones complementarias : M007 - M378 - M484 - M489 - M491

Estaciones M378, M484, M489 y M491 forman parte de este grupo. La estación M007 de Nuevo Rocafuerte, situado al nororiente del país, se integra relativamente bien a este grupo.

Comentarios :

Para este grupo de régimen climático unimodal amazónico, el comienzo del año hidrológico es considerado desde el primero de enero coincidiendo con el año calendario.

La muy baja variabilidad de los totales pluviométricos, con coeficientes de variación inferiores a 0.1, explica en parte los valores bajos de los coeficientes de correlación entre las estaciones y el vector regional de este grupo.

El vector se calculó manualmente para los siguientes años :

1964 : con la estación M063.

1990 : con estaciones M008 y M041.

1991 : con estaciones M008 y M041.

1992 : con estaciones M008 y M486.

Análisis del vector :

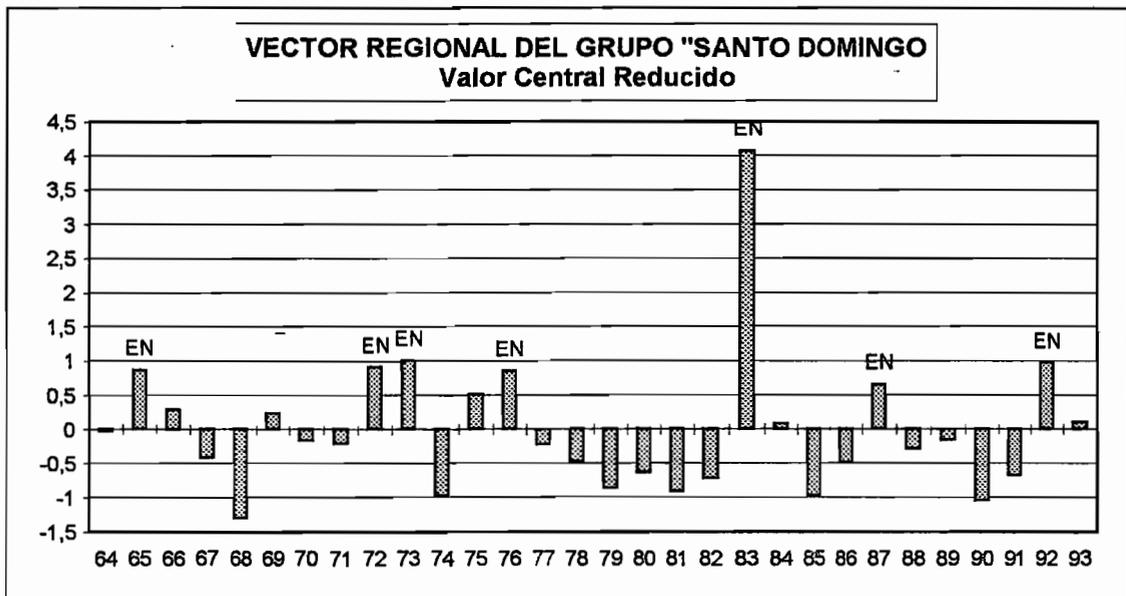
A pesar de que los coeficientes de correlación entre las estaciones y el vector regional son relativamente bajos, no se eliminó ningún año para formar este grupo, su vector regional puede entonces ser considerado como representativo.

8. RESPUESTA DE LOS GRUPOS A LOS ENSO

En este capítulo se visualiza los gráficos de los valores tipificados de los vectores regionales de cada grupo, denominados "EN", los años correspondientes a los siete "Niño". Estos años corresponden a la definición preliminar referida en el párrafo 2. El análisis de la coincidencia de los años con exceso de lluvia con la ocurrencia de un ENSO permite estimar la dependencia de los totales pluviométricos anuales de este fenómeno climático. Se trata de un análisis "tipológico" preliminar, el cual será complementado posteriormente con un estudio numérico de la influencia del ENSO sobre los totales pluviométricos anuales del Litoral del Ecuador.

8.1 LA COSTA

8.1.1 Grupo "Santo Domingo"

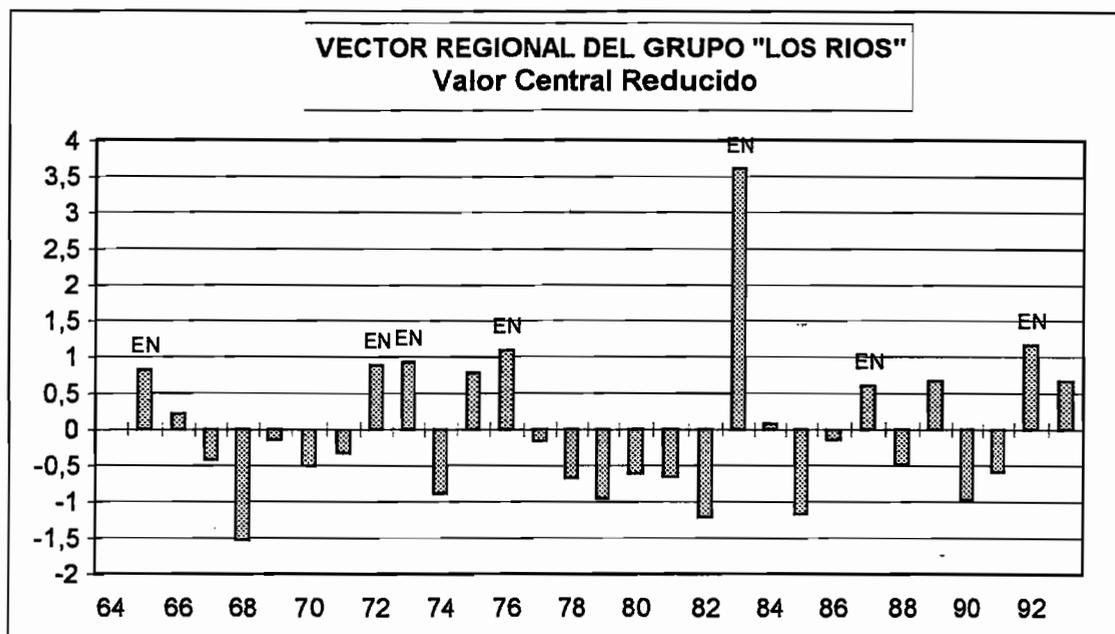


Años con exceso : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992.

Todos los "Niño" del período estudiado corresponden a años con exceso y sólo el año 1975 no es Niño.

Sobre los 30 años del período de estudio, se puede decir que todos los años con exceso corresponden a Niño. Se espera entonces obtener resultados satisfactorios para la estimación de las precipitaciones en función de la temperatura superficial del Pacífico Oriental.

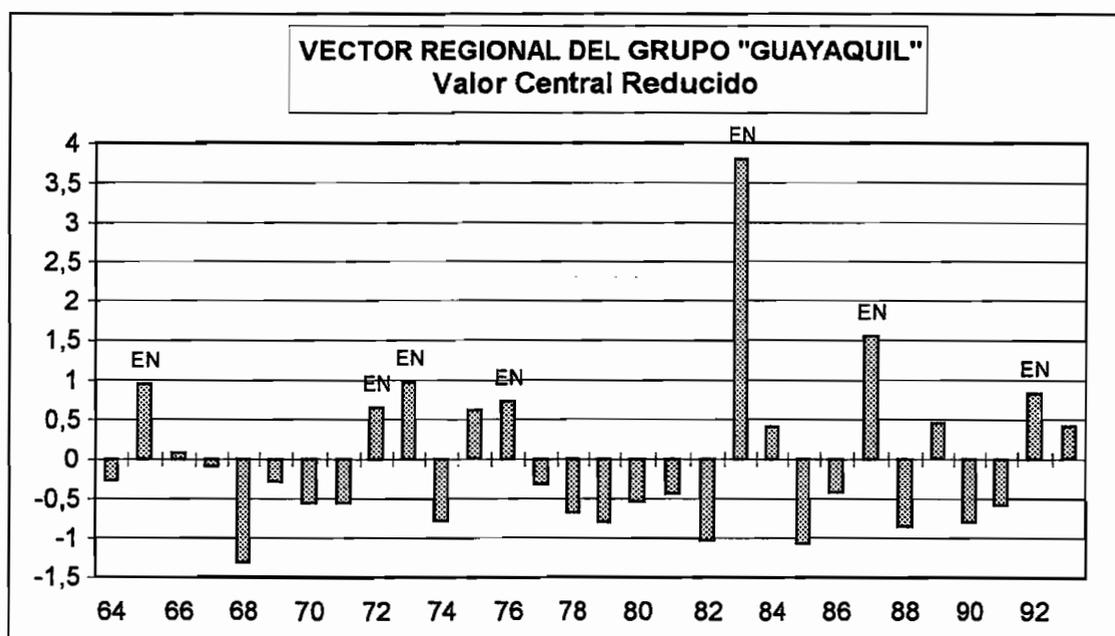
8.1.2 Grupo "Los Ríos"



Años con exceso : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989, 1992, 1993.

Todos los Niño del período corresponden a años con exceso. Pero la existencia de tres años con totales superiores al promedio, que no corresponden a Niño, nos hace pensar que el fenómeno no es el único origen de precipitaciones abundantes. Sin embargo, se nota que los totales de esos años son inferiores a aquellos de los años Niño.

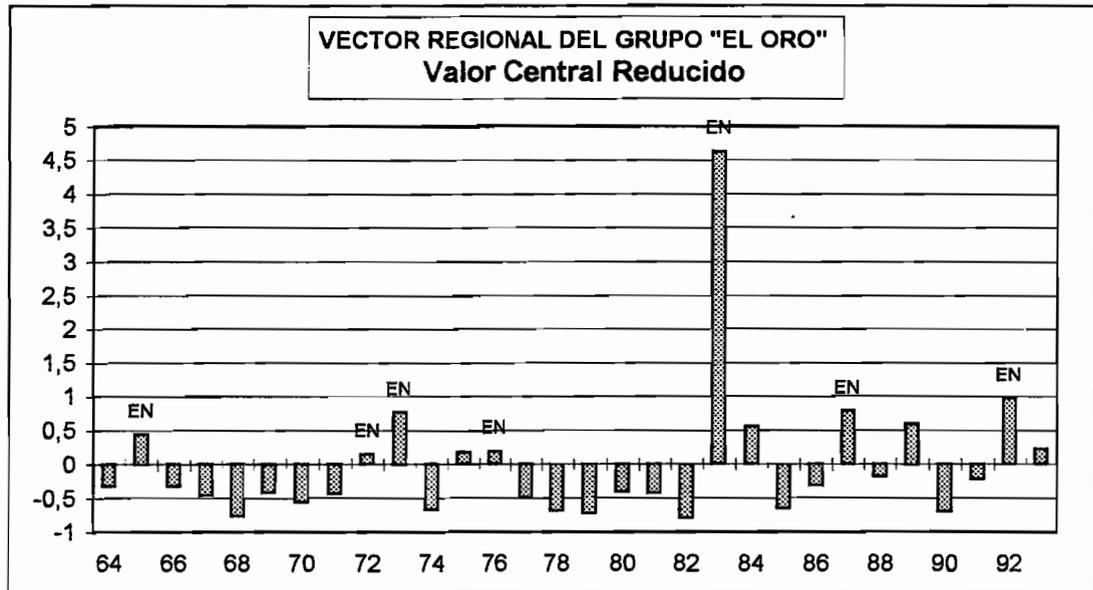
8.1.3 Grupo "Guayaquil"



Años con exceso : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992.

Todos los Niño del período analizado, corresponden a años con exceso. Pero la existencia de cuatro años con totales netamente superiores al promedio que no corresponden a Niño, hace pensar que este fenómeno no es el único origen de precipitaciones abundantes. Se remarca que, a excepción de 1984, son los mismos años que para el grupo "Los Ríos". Sin embargo se nota que los totales de esos años son inferiores a aquellos de los años Niño.

8.1.4 Grupo "El Oro"

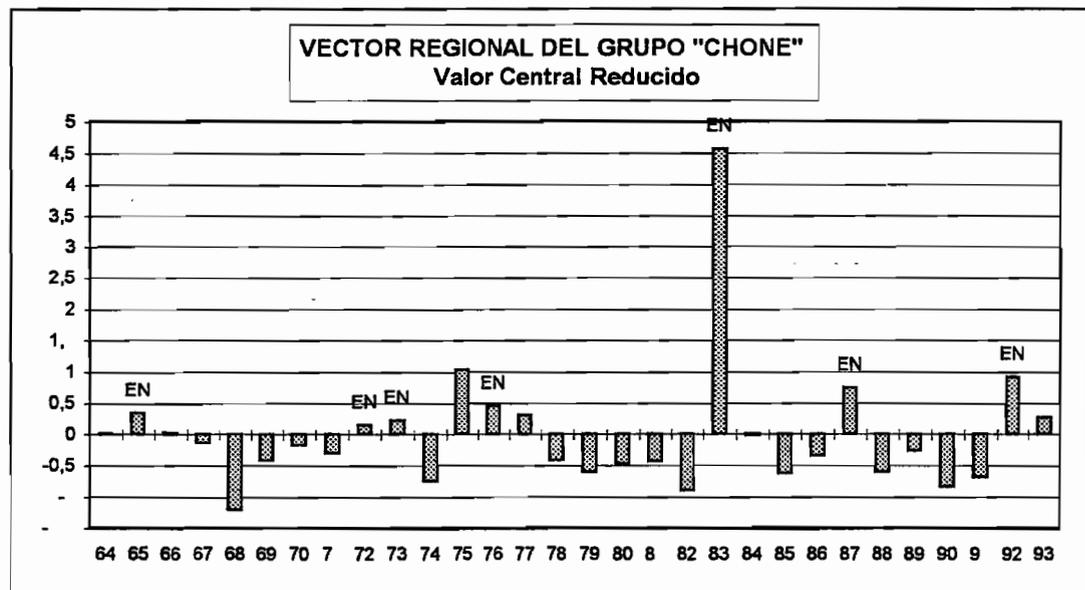


Años con exceso : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1984, 1987, 1989, 1992, 1993.

Para este grupo que el Niño de 1983 es excepcionalmente pronunciado, se considera como años con exceso, los años en los cuales el total pluviométrico es superior al promedio.

Todos los Niño tienen excesos pluviométricos, incluso si 1972 y 1976 son ligeramente superiores al promedio, esto se debe en parte al valor extremadamente fuerte de 1983. Cuatro años tienen exceso sin ser Niño, nótese que éstos son los mismos que en el grupo "Guayaquil". El fenómeno ENSO no parece ser el único origen de lluvias abundantes.

8.1.5 Grupo "Chone"

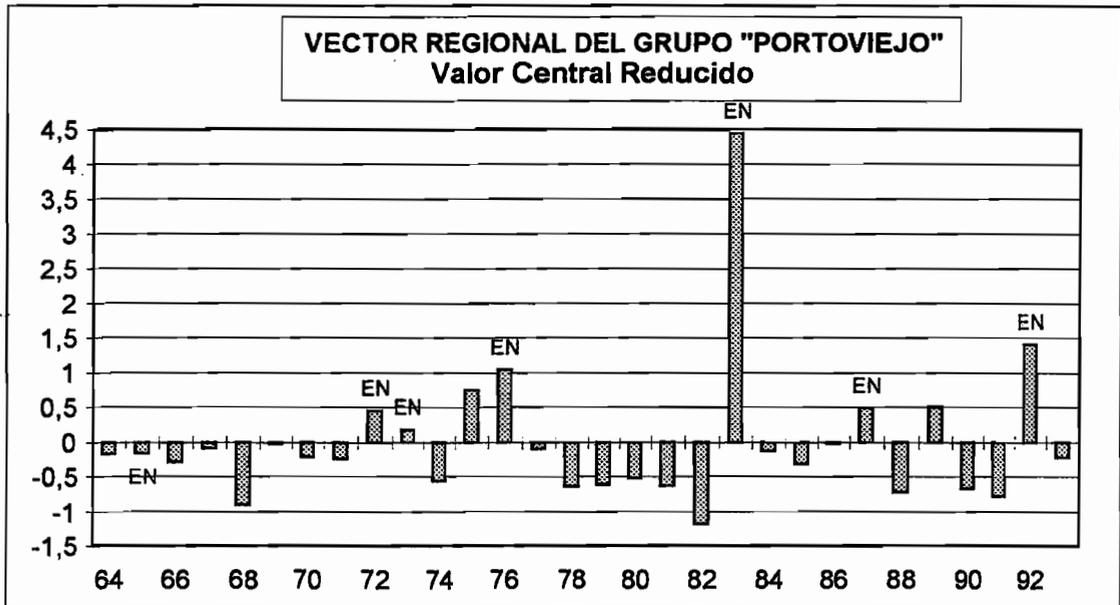


Años con exceso : 1965, 1972, 1973, 1975, 1976, 1977, 1983, 1987, 1992, 1993.

En este grupo, también se consideran años con exceso aquellos en los que la pluviometría es superior al promedio.

Todos los Niño tienen excesos pluviométricos, aunque 1972 y 1973 débilmente y tres años tienen exceso sin ser Niño. Se observa que todo el año 1975 no es un Niño, es el segundo en valor absoluto del período y la influencia del Niño parece menos fuerte.

8.1.6 Grupo "Portoviejo"



Años con exceso : 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989, 1992.

Del mismo modo que para el grupo anterior, se han considerado como años con exceso, aquellos cuyo total pluviométrico es superior al promedio. A excepción de 1965 que corresponde a un ligero déficit, todos los Niño corresponden a excesos pluviométricos y sólo los años 1975 y 1989 tienen exceso sin ser Niño. En ese grupo la relación entre el Niño y los excesos de lluvia parecen ser menos fuertes.

8.1.7 Grupo "Manta-Jipijapa"

Para esta región donde no fue posible establecer un vector regional, el análisis de las series cronológicas de las estaciones, permiten hacer varias observaciones :

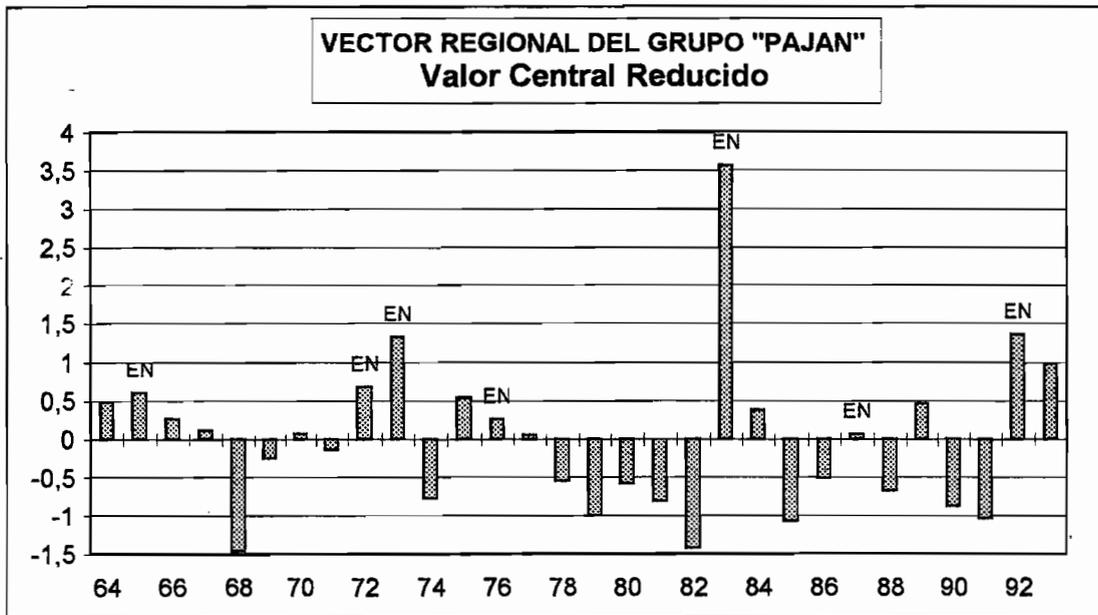
- Los años donde la pluviometría es abundante son 1965, 1972, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989 y 1992.
- A excepción del Niño de 1973 que corresponde a un año de pluviometría promedio, todos los Niño del período corresponden a un exceso de lluvia y solamente dos años presentan anomalías positivas sin ser Niño.

8.1.8 Grupo "Zapotal"

Aquí también, el análisis de los registros nos permite hacer varias observaciones :

- Los años donde la pluviometría es abundante son : 1965, 1967, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1989 y 1992.
- A excepción de 1967 y 1973, estos años son los mismos que aquellos del grupo precedente. Los siete Niño del período corresponden a un exceso de lluvia y otros tres años presentan anomalías positivas sin ser Niño.

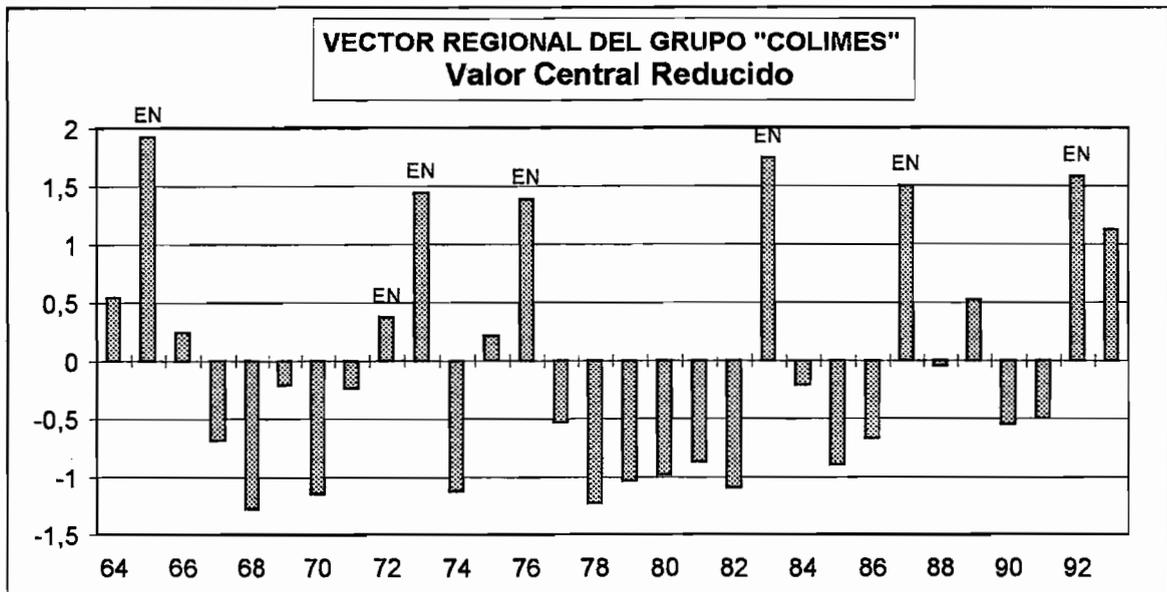
8.1.9 Grupo "Paján"



Años con exceso : 1964, 1965, 1972, 1973, 1975, 1983, 1989, 1992, 1993.

Cinco de los nueve años con exceso corresponden a Niño y a excepción de 1993 son los cinco más fuertes del período. Pero parece que el Niño no es el único fenómeno origen de precipitaciones abundantes, tanto cuanto los Niño de 1976 y 1987 que son ligeramente superiores al promedio.

8.1.10 Grupo "Colimes"

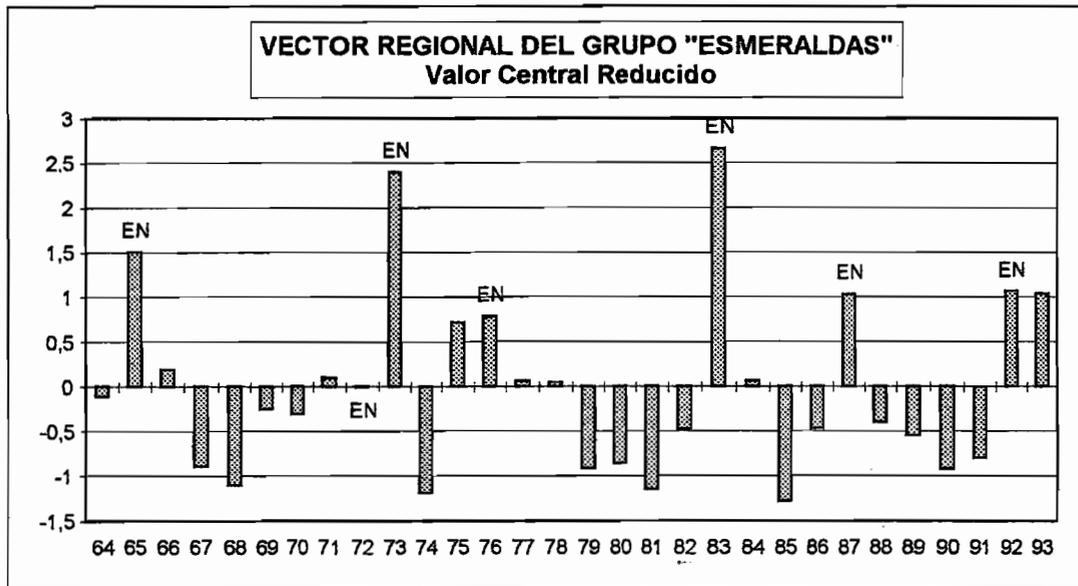


Años con exceso : 1965, 1973, 1976, 1983, 1987, 1992, 1993.

El Niño de 1983 no corresponde aquí a un año con exceso excepcional, pues su exceso se sitúa en la media de los otros años Niño.

Seis de siete años con exceso son "Niño", sólo el de 1972 no corresponde a un exceso pronunciado. Entonces el ENSO es el principal origen de excesos de lluvias en este grupo.

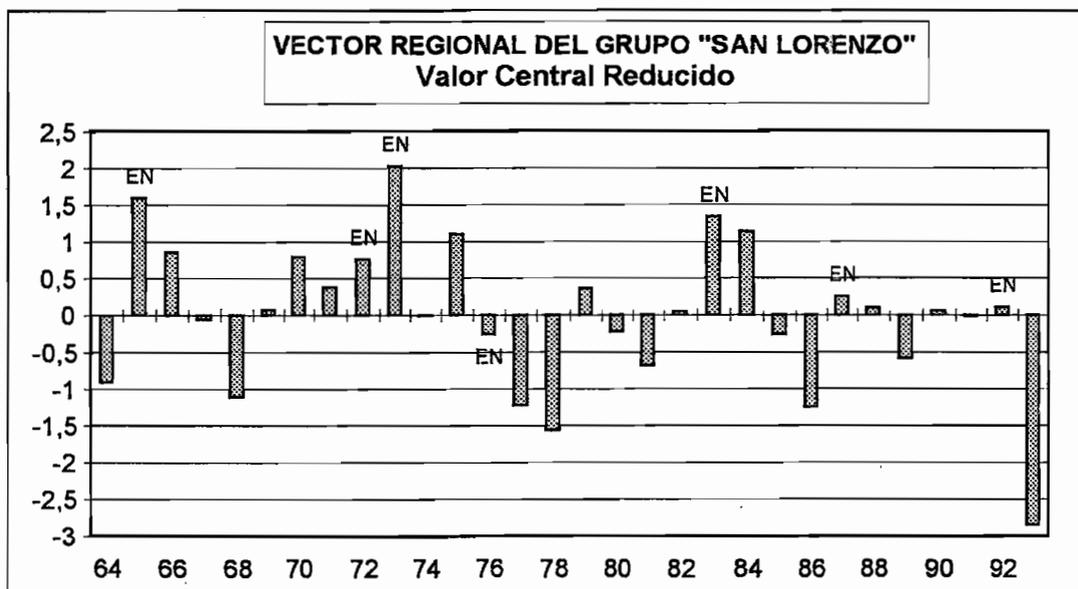
8.1.11 Grupo "Esmeraldas"



Años con exceso : 1965, 1973, 1975, 1976, 1983, 1987, 1992, 1993.

A excepción de 1972, que corresponde a un total pluviométrico promedio, todos los Niño corresponden a excesos pluviométricos y sólo 1975 y 1993 tienen exceso sin corresponder a un Niño. Este grupo responde entonces de manera sensible al fenómeno. Remarcando que el Niño de 1983 corresponde a un exceso pluviométrico importante, pero no excepcional.

8.1.12 Grupo "San Lorenzo"

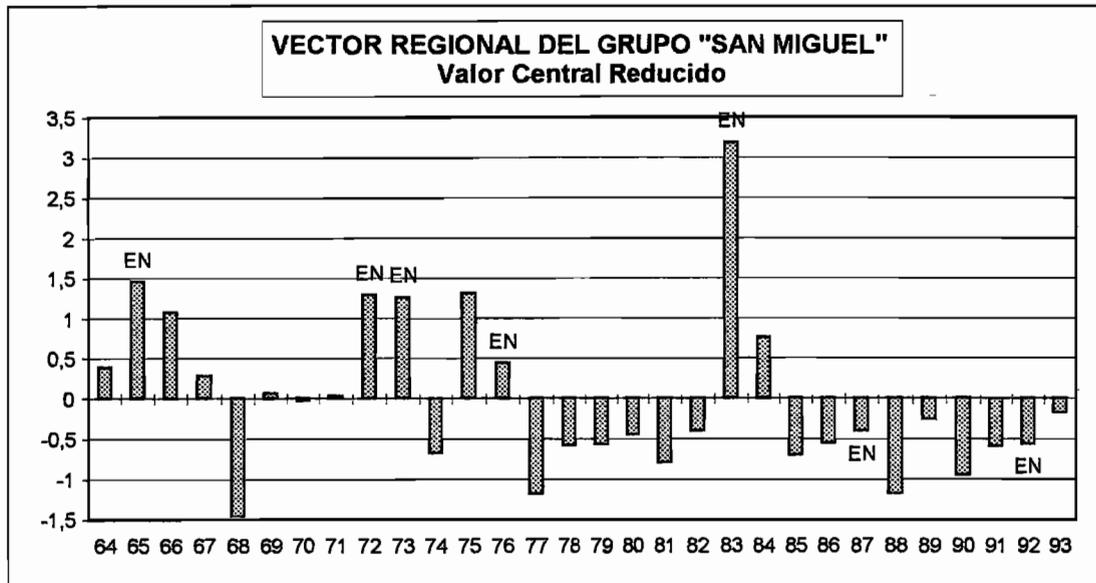


Años con exceso : 1965, 1966, 1970, 1972, 1973, 1975, 1983, 1984.

Los Niño de 1976, 1987 y 1992 corresponden a años donde los totales pluviométricos anuales se acercan al promedio. El ligero déficit pluviométrico correspondiente al Niño de 1976 se generaliza al conjunto del sector. Los otros cuatro "Niño" corresponden a excesos importantes, pero existen cuatro años con exceso que no corresponden al fenómeno.

Este grupo no responde de manera sistemática a los Niño que parecen no ser el único fenómeno climático que origina los excesos de precipitaciones.

8.1.13 Grupo "San Miguel"



Años con exceso : 1965, 1966, 1972, 1973, 1975, 1983, 1984.

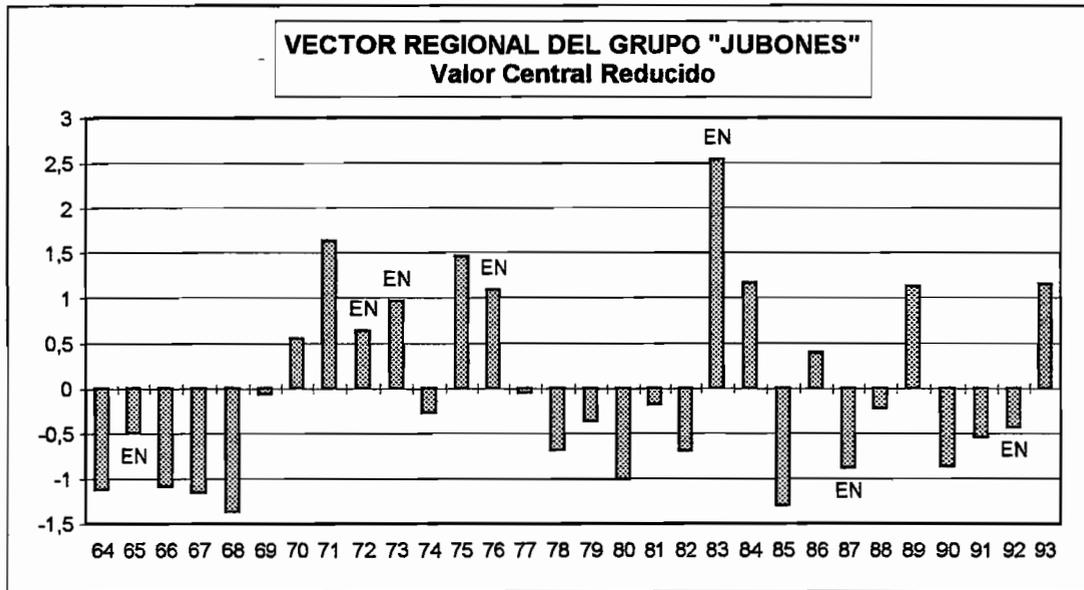
El Niño de 1983 corresponde al total pluviométrico más fuerte del período pero solamente cuatro de estos siete años con exceso corresponden a Niño y sobre todo los dos últimos Niño de 1987 y 1992 corresponden a años ligeramente deficitarios y el de 1976 corresponde a un exceso moderado.

Este grupo parece no responder de manera sistemática a los Niño, lo cual no debe ser el único fenómeno origen de excesos de precipitaciones. En efecto tres de los Niño del período pertenecen a años de pluviometría mediana y tres años con exceso no corresponden a Niño.

Se remarca que los tres "Niño" que no pertenecen a excesos pluviométricos para este grupo, son idénticos a aquellos que provocan lluvias abundantes para el grupo de San Lorenzo.

8.2 LA SIERRA

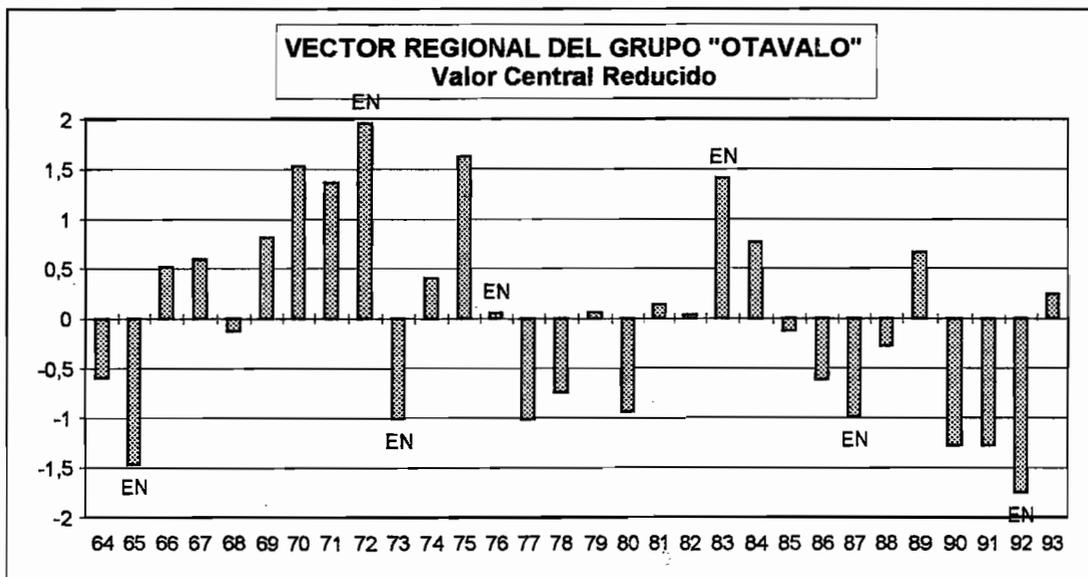
8.2.1 Grupo "jubones"



Años con exceso : 1970, 1971, 1972, 1973, 1975, 1976, 1983, 1984, 1989, 1993.

El "Niño" de 1983 corresponde al total pluviométrico más fuerte del período, pero de los seis "Niño" restantes, tres corresponden a excesos superiores a una desviación standard y tres a déficits cercanos o superiores a una desviación standard. La pluviometría anual de este sector no parece estar directamente ligada a los Niño.

8.2.2 Grupo "Otavalo"

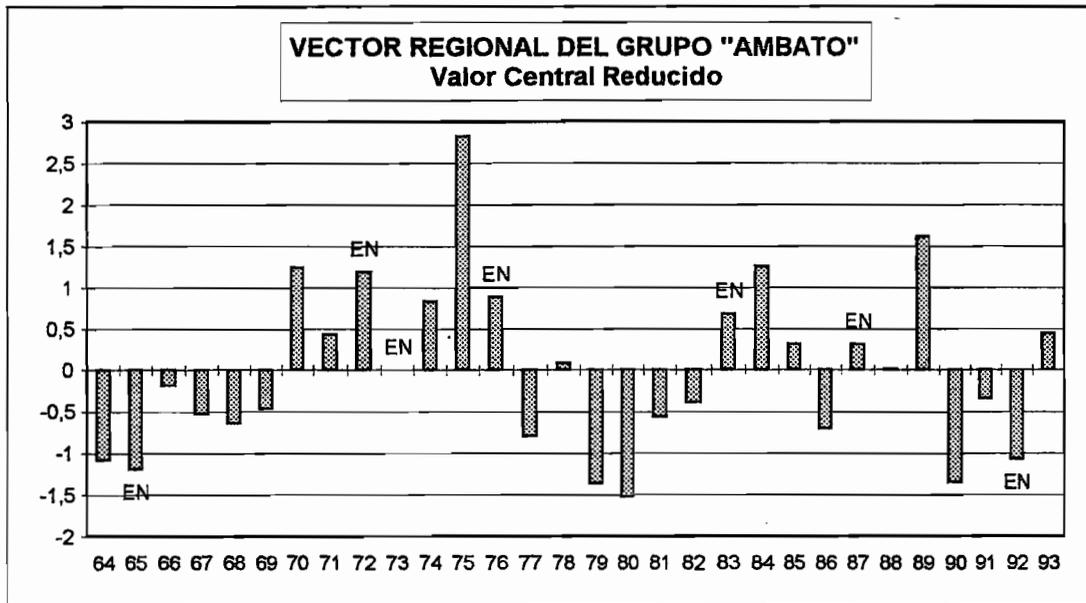


Años con exceso : 1966, 1967, 1969, 1970, 1971, 1972, 1975, 1983, 1984, 1989.

Cuatro de los años Niño corresponden a déficits pluviométricos anuales superiores o iguales a una desviación standard, dos a excesos superiores a una desviación standard y uno a un total anual próximo del promedio.

No existe entonces relación directa entre una anomalía positiva de la temperatura superficial del Océano y el total pluviométrico anual de este grupo.

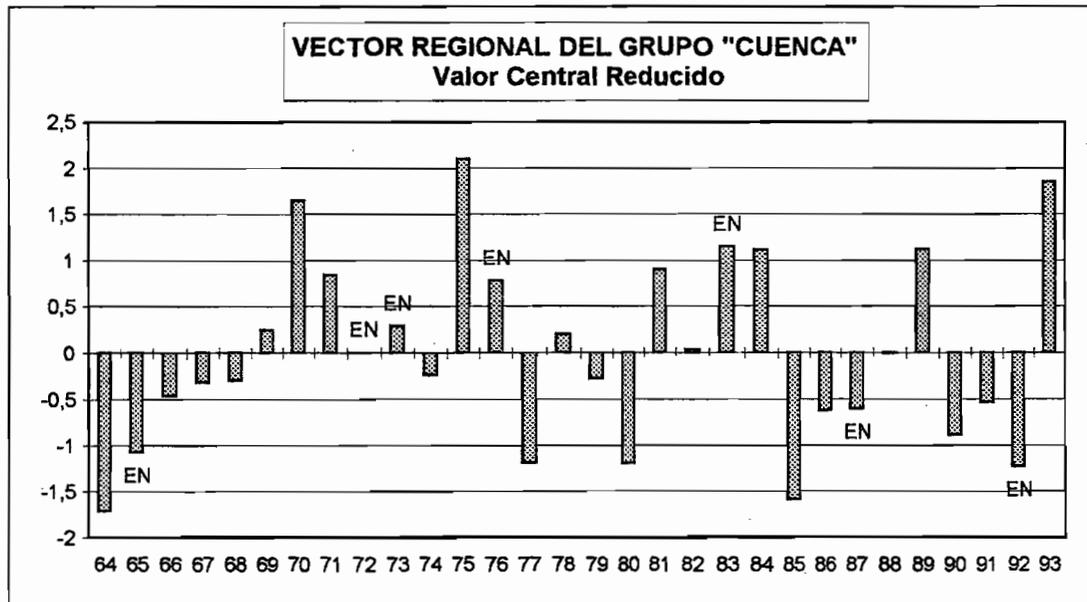
8.2.3 Grupo "Ambato"



Años con exceso : 1970, 1972, 1974, 1975, 1976, 1983, 1984, 1989.

Tres de los años Niño corresponden a excesos pluviométricos anuales superiores a una desviación media standard, pero éstos no son los más importantes, dos a déficits superiores a una desviación standard y dos a totales anuales próximos del promedio. No existe entonces ninguna relación clara entre la ocurrencia de un Niño y el total pluviométrico anual de este grupo.

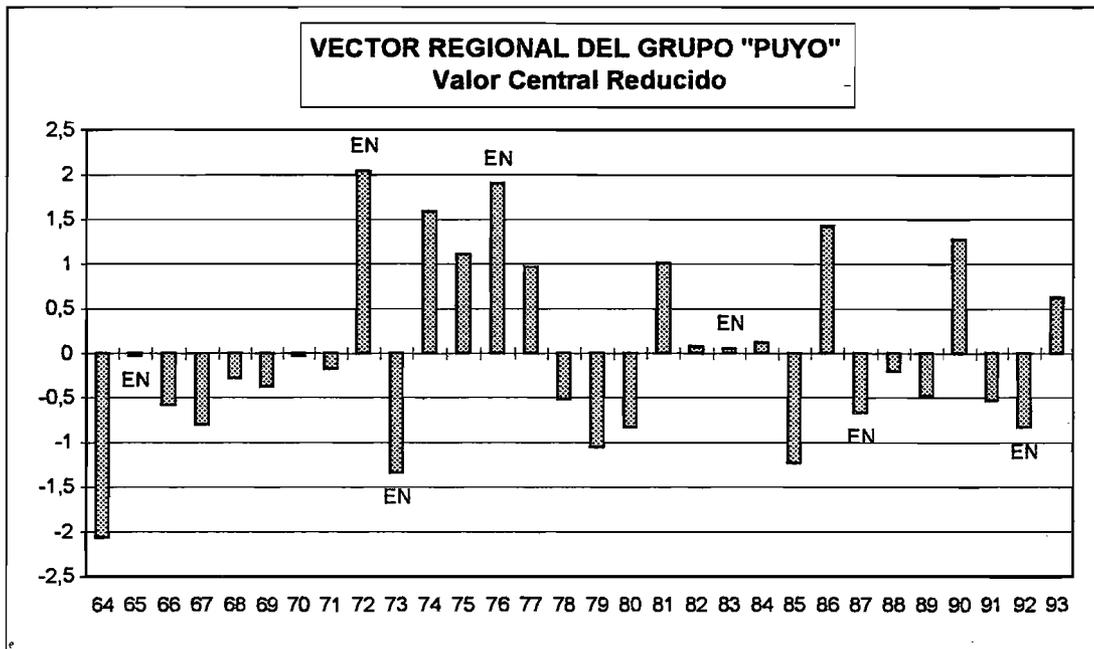
8.2.4 Grupo "Cuenca"



Años con exceso : 1970, 1971, 1975, 1976, 1981, 1983, 1984, 1989, 1993.

Dos de los años Niño corresponden a excesos pluviométricos anuales superiores a 0.5 de desviación media standard, pero no son los más importantes, tres déficits superiores a una desviación media standard y dos a totales anuales próximos del promedio. No existe entonces ninguna relación clara entre la ocurrencia de un Niño y el total pluviométrico anual de este grupo.

8.3 LA AMAZONIA, GRUPO "PUYO"



Años con exceso : 1972, 1974, 1975, 1976, 1977, 1981, 1986, 1990, 1993.

Dos de los años Niño corresponden a excesos pluviométricos anuales superiores a una desviación standard y media y son los más fuertes del período, tres a déficits superiores a la mitad de desviación media standard y dos a totales anuales próximos del promedio.

No existe entonces ninguna relación clara entre la ocurrencia de un Niño y el total pluviométrico anual de este grupo.

9. COMPARACION DE LA RESPUESTA DE LOS GRUPOS A LOS ENSO

El cuadro siguiente presenta las características generales de cada grupo comprendiendo la zona geográfica del grupo, el número de Niño correspondiente a excedentes de lluvia sobre los siete que comprende el período de 1964 a 1993 (Número de años Niño con exceso), el número de años cuyo total pluviométrico es excesivo pero que no corresponden a Niño (número de años con exceso no-Niño), y el sector del cual forma parte el grupo (sector).

Zona geográfica	Grupo	Número de años Niño excedentarios	Número de años excedentarios no Niño	Sector
C o s t a	Santo Domingo	7	1	1
	Los Ríos	7	3	2
	Guayaquil	7	4	2
	El Oro	7	4	2
	Chone	7	3	3
	Portoviejo	6	2	3
	Manta - Jipijapa	6	2	3
	Zapotal	7	3	3
	Pajan	5	4	4
	Colimes de Balzar	6	1	5
	Esmeraldas	6	2	5
	San Lorenzo	4	4	6
	San Miguel	4	3	6
	Sierra	Jubones	4	6
Otavalo		2	8	8
Ambato		3	5	8
Cuenca		2	7	8
Amazonía	Puyo	2	7	8

Se han repartido los 18 grupos en 8 subconjuntos o sectores, de aquel que representa la mejor relación "Niño"/"exceso pluviométrico" a aquel donde ellos son independientes :

Sector 1 : grupo "Santo Domingo" (Piedemonte).

Los siete Niño del período corresponden a un exceso de totales anuales pluviométricos significativo, siendo 1983 mayormente marcado que los otros. Y solamente el año 1975 tiene ligeramente exceso sin corresponder a un Niño.

Se puede decir que la relación "El Niño"/"Pluviometría Abundante" está siempre verificada.

Sector 2 : grupos "Los Ríos", "Guayaquil" y "El Oro" (Piedemonte).

Los siete Niño del período corresponden a un exceso de totales anuales pluviométricos significativo, siendo 1983 más marcado. Y los años 1975 y 1989 registran exceso sin corresponder al fenómeno "El Niño".

La diferenciación de grupos se hace solamente para los años con exceso que no corresponden a Niño. El año 1993 para el grupo "Los Ríos" al Norte, 1984 y 1993 para "Guayaquil" al centro y 1984 para "El Oro" al Sur, se observa la variación progresiva del régimen de norte a sur.

Estos tres grupos representan una respuesta positiva marcada a los "Niño". El fenómeno parece ser la causa más importante de excedentes pluviométricos anuales, los años con exceso que no corresponden a "Niño" son generalmente menos fuertes.

Sector 3 : grupos "Chone", "Portoviejo", "Manta-Jipijapa" y "Zapotal" (Zona Litoral de la península y de Manabí)

A excepción de 1965 del grupo "Portoviejo" y de 1973 del "Manta-Jipijapa", correspondientes a pluviometrías promedias, todos los "Niño" corresponden a totales pluviométricos superiores al promedio. Estos grupos se diferencian principalmente por los años con exceso que no corresponden a "Niño" y son 1975, 1977 y 1993 para "Chone", 1975 y 1989 para "Portoviejo", "Manta-Jipijapa" 1967, 1975 y 1989 para "Zapotal"

En este sector donde los totales anuales pluviométricos son más débiles, el "Niño" de 1983 tuvo un impacto marcado, restando importancia a las anomalías de los otros años. Este sector se diferencia del precedente, principalmente por ciertos años con exceso que no corresponden a "Niño" y por el carácter verdaderamente excepcional del "Niño" de 1983.

Sector 4 : grupo "Paján"

La cronología de los totales pluviométricos del grupo "Paján" no se aproxima a ningún otro. El "Niño" de 1983 también corresponde a un exceso pluviométrico muy marcado y aquellos de 1965, 1972, 1973 y 1992 a años con exceso. Mientras que los "Niño" de 1976 y 1987 corresponden solamente a años de pluviometría promedio. Los años con exceso de 1964, 1975, 1989 y 1993 no corresponden a "Niño".

Se diferencia de los sectores precedentes por una menor relación, "El Niño"/"pluviometría abundante".

Sector 5 : grupos "Colimes" y "Esmeraldas"

A excepción de 1972, que corresponde a un año promedio, todos los "Niño" corresponden a excesos pluviométricos, destacándose que 1983 no es excepcional. El año 1993 registra exceso para los dos grupos, 1965 solamente para "Esmeraldas".

Este sector se diferencia principalmente de los precedentes por el hecho de que el año 1983 no presenta un carácter excepcional y por la no correspondencia del Niño de 1972 con un exceso pluviométrico significativo.

Sector 6 : grupos "San Lorenzo" y "San Miguel" (Norte de la Costa Ecuatoriana)

Para estos grupos del norte del Ecuador, cuatro "Niño" (1965, 1972, 1973 y 1983) corresponden a años donde los totales pluviométricos tienen exceso y tres (1976, 1987 y 1993) a años cercanos al promedio.

Los años de máximas precipitaciones tienen tendencia a corresponder a "Niño" pero no es el único fenómeno climático origen de lluvias abundantes. Y tres "Niño" no han continuado con excesos pluviométricos.

Sector 7 : grupo "Jubones" (Sierra)

Corresponde al grupo de la vertiente del Pacífico, donde el año 1983 corresponde al total pluviométrico más fuerte del período, pero de los seis "Niño" restantes tres corresponden a excesos superiores a una desviación standard media y tres a déficits cercanos o superiores a una desviación standard media. La pluviometría anual de este sector no está directamente ligada a los "Niño".

Sector 8 : grupos "Otavalo", "Ambato", "Cuenca" y "Puyo" (Sierra y Amazonía)

Corresponde al conjunto de grupos para los cuales los totales anuales pluviométricos no están ligados aparentemente con la ocurrencia de un "Niño".

En la figura 6 se presentan los grupos y sectores deduciendo que estos ocho sectores se pueden agrupar en cinco grandes zonas, a) donde la influencia del ENSO es muy fuerte (sectores 1 y 2), b) donde es fuerte (3, 4 y 5), c) donde es débil (6), d) donde ha sido marcada solamente en 1983 (7) y e) donde no es significativa (8).

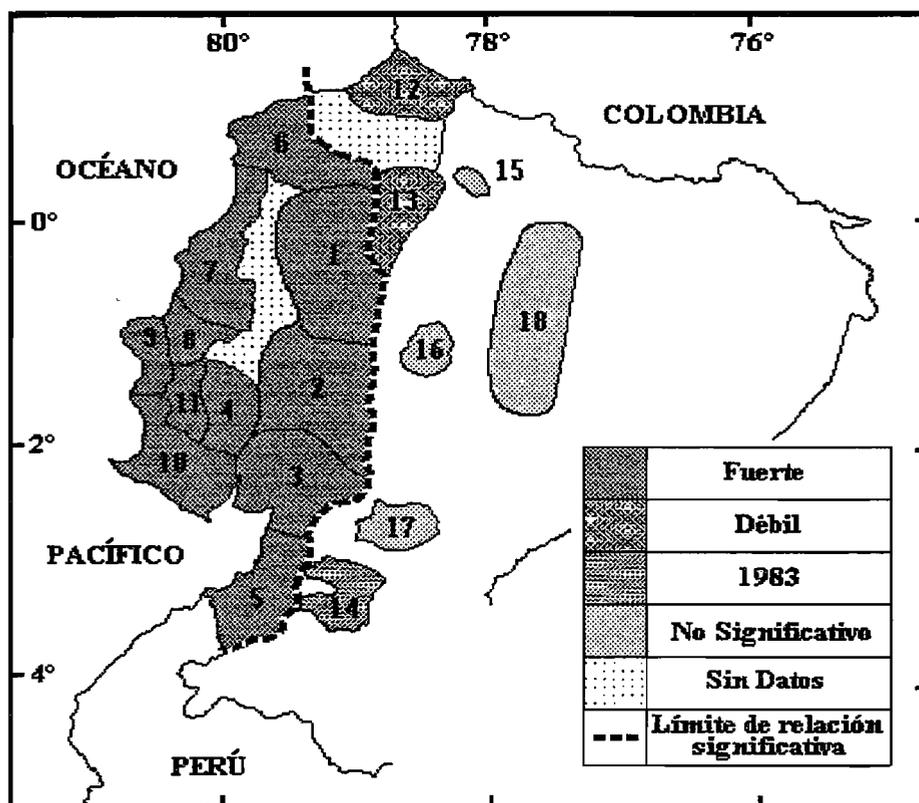


Figura 6 : Nivel de relación entre el "Niño" y los totales anuales pluviométricos y límite de influencia sistemática del ENSO sobre la pluviometría anual.

Varios autores han estudiado el impacto del ENSO sobre la pluviometría y el escurrimiento a la escala de la América del Sur (Aceituno 1981, Kousky y Ropelewski 1989, Rogers 1988, etc.) o del planeta (Ropelewski y Halpert 1989, etc), pero en estos estudios el sector comprendido entre Perú y Colombia constaba como indefinido. Ha quedado demostrado que el ENSO provoca un aumento de los caudales de los ríos del Nor-Oeste peruano (Caviedes y Waylen 1987) y una disminución en Colombia Central (Aceituno 1995). Sin embargo, el límite entre estas dos influencias antagónicas queda indefinido.

El presente estudio, ha permitido precisar el **límite de la influencia directa del "Niño"** sobre los excesos pluviométricos del Ecuador, el mismo que está limitado por la Cordillera Occidental al Este y los grupos "Esmeraldas" y "San Lorenzo" al Norte, aproximadamente a un grado de latitud Norte (Figura 6).

10. CONCLUSION

Se han realizado un análisis y homogeneización exhaustivos de los datos pluviométricos, proceso necesario en la utilización de los totales anuales de cada estación.

Dentro del marco del programa INSEQ se concentra la continuación de este trabajo sobre tres sectores, para los cuales se sabe que se puede contar con una información pluviométrica fiable y extensa. Se trabaja con los grupos "Santo Domingo", "Los Ríos" y "Guayaquil" donde la relación "Niño"/ exceso pluviométrico es la mejor.

Un resultado interesante, es la conformación de vectores regionales que son series cronológicas de índices pluviométricos sin lagunas, de 1964 a 1993, lo que no es el caso para la información pluviométrica fuente. Se utilizará solamente los vectores regionales que conocemos y que son representativos de su grupo. Los que corresponden a grupos medianamente homogéneos o constituidos por pocas estaciones, serán utilizados en última instancia y solamente a título de comparación.

Este trabajo ha permitido dividir el Litoral del Ecuador en trece grupos pluviométricos. Esta regionalización se diferencia de las anteriores (Pourrut 1994), por el hecho que el parámetro determinante es la evolución cronológica de totales anuales pluviométricos y no el valor promedio de estos totales. Se ha escogido utilizar esta relación, ya que es la más apropiada en el análisis de la evolución anual de la pluviometría.

La influencia del fenómeno climático "El Niño" sobre los regímenes pluviométricos del Litoral es notoria. Todos recuerdan las consecuencias dramáticas del "Niño" de 1983 absolutamente excepcional (Barber y Chávez 1983, Caviedes 1984, Pourrut 1984).

Esta regionalización ha permitido delimitar los diferentes sectores de impacto comparable del ENSO sobre los totales anuales pluviométricos del Ecuador (Figura 6). Se ha confirmado la importancia relativa del fenómeno sobre las precipitaciones abundantes de la planicie del Guayas y de zonas relativamente áridas como son El Oro, la península de Santa Elena y la vertiente Oeste del relieve costero. También se demuestra la influencia débil del fenómeno sobre los totales anuales pluviométricos de la Sierra y de la Amazonía.

Además, se ha comprobado que el sector de "Santo Domingo", cerca del límite Norte de la zona de influencia sistemática del "Niño" y alejado de la costa, sea la zona donde el impacto del fenómeno sobre los regímenes anuales pluviométricos es uno de los más fuertes, pues la ocurrencia de un "Niño" allí, implica sistemáticamente un exceso pluviométrico, e inversamente un exceso pluviométrico corresponde sistemáticamente a la ocurrencia de un "Niño". Recordemos sin embargo que este estudio es realizado con un período de datos de treinta años, comprendiendo solamente siete "Niño".

En este estudio se determinó el límite de la influencia directa del Niño sobre los excesos anuales pluviométricos en el Ecuador, situada al Este por las estribaciones de la Cordillera de los Andes y su límite septentrional entre los grupos "Esmeraldas" y "San Lorenzo". Con datos del Sur de Colombia se trata de precisar donde se invierte la influencia del ENSO.

11. BIBLIOGRAFIA

- ACEITUNO P. 1995. Los eventos ENSO y la variabilidad del clima en los Andes centrales. In *Aguas, Glaciares y Cambios Climaticos en los Andes Tropicales*, Seminario internacional, La Paz, 13 - 16 de junio 1995.
- BARBER R.T. et CHAVEZ F.P. 1983 Biological consequences of El Niño. *Science* 222, 1203-1210
- BRUNET-MORET Y. 1977 Test d'homogénéité *Cahier ORSTOM, Série Hydrologie* 14, 2, 119-128
- BRUNET-MORET Y. 1979. Homogénéisation des précipitations. *Cahier ORSTOM, Série Hydrologie*, 16, 3-4, 147-170.
- CAVIEDES, C. N. 1984. El Niño 1982-83. *Geogr. Rev.* 74: 267-290.
- CAVIEDES C.N. y 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.
- CEOS. 1994. COADS on CD-ROM, volume 5 : Eastern Pacific, a product from the Climate and Eastern Ocean Systems (CEOS) program. ORSTOM-NOAA.
- KOUSKY V.E. et ROPELEWSKI C.F. 1989. Extremes in the Southern Oscillation and their relationship to precipitation anomalies with emphasis on the South American region. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 4, 2, 351-363.
- LE GOULVEN P. et ALEMAN M. 1991. Logiciel CLIMAN (Climatic monthly analysis) de traitement des données contenues dans la banque hydroclimatique BHIME.
- LE GOULVEN P., ALEMAN M. et ORSONO I. 1988. Homogeneización y regionalización pluviométrica por el método del vector regional. *Com. Vº congrès équatorien d'hydraulique*, Quito, 23-26 XI 88. (espagnol, français), 59-83.
- LE GOULVEN P. et TERRAN G. 1992. BHIME, Banque de données hydroclimatiques mensuelles pour l'ensemble du réseau Equatorien.
- MEJIA R., ONTANEDA G., ROSSEL F. y MOLINARO D. 1996. Homogeneización y regionalización de la pluviometría anual en la cuenca del río Paute. INAMHI.
- MOLINARO D. 1995. Homogeneisation et critique des données pluviométriques. Modélisation pluie-débit sur un grand bassin versant. Rapport de stage de fin d'étude, Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier. 45 pp. + annexes.
- NOUVELOT J.F., LE GOULVEN P. et POURRUT P. 1994. Analyse statistique et régionalisation des précipitations en Equateur. In *L'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie*, ORSTOM Editions, 42-86.
- POURRUT P. 1984. El Niño. Phénomène océanique et atmosphérique. Importance en 1982-1983 et impact sur le littoral équatorien. ORSTOM éditions, serie hydrologie; 11, 1, 39-65
- POURRUT P. 1994. Climat de l'Equateur. In *L'eau en Equateur, principaux acquis en hydroclimatologie*, ORSTOM Editions, 30-41.
- ROGERS J.C. 1988. Precipitation variability over the Caribbean and tropical Americas associated with the Southern Oscillation. *Journal of Climate*, 1, 172-182.
- ROPELEWSKI C.F. et HALPERT M.S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606-1626.
- SEMIOND H. 1995. Régionalisation des pluies en Equateur et estimation des excès pluviométriques en relation avec les événements "El Niño". Rapport de stage de fin d'étude, Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy. 23 pp. + annexes



Dirección para correspondencia:

Proyecto INSEQ -INAMHI

Iñaquito 700 y Corea

Telfs.: (593-2) 433 935

(593-2) 433 936

Fax: (593-2) 433 934

Quito - Ecuador