

REPUBLICA DEL ECUADOR
MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS



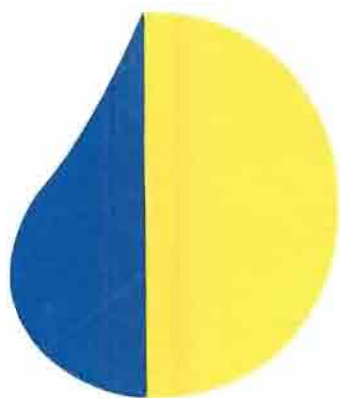
**INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA
E HIDROLOGIA**



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

**HOMOGENIZACION Y
REGIONALIZACION DE LA
PLUVIOMETRIA EN LA CUENCA DEL
RIO PAUTE**

-Serie INSEQ N° 3-



inseq
**inundaciones y
sequias**

**COOPERACION
FRANCO-ECUATORIANA**

INAMHI

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIVISION DE METEOROLOGIA
DEPARTAMENTO DE CLIMATOLOGIA

DIVISION DE HIDROLOGIA
PROYECTO INSEQ

ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

**HOMOGENIZACION Y
REGIONALIZACION DE LA
PLUVIOMETRIA EN LA CUENCA DEL
RIO PAUTE**

-Serie INSEQ N° 3-

INAMHI

Raúl MEJIA

Gonzalo ONTANEDA

Diane MOLINARO

Frédéric ROSSEL

ORSTOM



CSS *Cuerpo Suizo de Socorro*



Proyecto PRECUPA
*Cooperación : Ecuador - Suiza
Conv. Tec. Inter-inst. marzo 94*

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 Rodríguez
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
Híd. Elizabeth Zebrowski

TRADUCCIÓN Y REVISIÓN AL ESPAÑOL

Manuela Ortíz
Lorena Tapia
Eric Cadier

Luis Rodríguez
Iván López
Xavier Roura

AGRADECIMIENTO

Nuestros sinceros agradecimientos a Patrick Le Goulven y Miguel Alemán, quienes compartieron sus conocimientos sobre las premisas del paquete estadístico CLIMAN, herramienta importante para haber podido llevar adelante el presente estudio. Un reconocimiento especial a Roger Calvez por su colaboración en el análisis de la información pluviométrica.

PRESENTACION

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y el ORSTOM firmaron en Julio de 1993, un acuerdo de cooperación con el fin de ejecutar mancomunadamente el Proyecto INSEQ (Inundaciones y Sequías en el Ecuador), en áreas piloto como las Cuencas de los ríos Paute y Guayas.

La Cuenca del Paute es considerada como estratégica desde el punto de vista socioeconómico del país, pues la generación de energía hidroeléctrica en el Ecuador se obtiene en gran porcentaje de esta Cuenca.

Como uno de los objetivos del Proyecto se menciona la previsión hidrológica para lo cual es necesario una base de datos coherente y real que posibilite ejecutar los estudios pluviométricos requeridos.

En este contexto, la Dirección de Meteorología a través del Departamento de Climatología ha realizado el estudio "Homogenización y Regionalización de la Pluviometría en la Cuenca del Río Paute" que tengo el agrado de presentar a los diferentes usuarios internos y externos de la Institución, para que, a más de coadyuvar al cumplimiento del Proyecto INSEQ, se constituya en un valioso aporte para el país.



Ing. Galo Cisneros F.

DIRECTOR EJECUTIVO DEL INAMHI

INTRODUCCION

El estudio "**Homogenización y Regionalización de la Pluviometría en la Cuenca del Río Paute**" cumple con varios objetivos importantes, entre los que se puede mencionar, el "Homogenizar y criticar los datos de pluviometría anual y mensual en la Cuenca del Río Paute" y el "Definir zonas de pluviometría anual homogénea en la misma Cuenca".

La metodología utilizada incluye la utilización del paquete estadístico CLIMAN, basado en el concepto del Vector Regional YBM. El CLIMAN fue desarrollado por el ORSTOM en el Ecuador y ha sido probado en varios estudios de diferentes Cuencas Hidrográficas del país.

Las principales fuentes de datos pluviométricos fueron el Banco de Datos del INAMHI y del ORSTOM a nivel diario, los mismos que con la ayuda del programa PLUVIOM se transformaron a series mensuales, en formatos adecuados para el CLIMAN.

La información pluviométrica utilizada corresponde a 35 estaciones meteorológicas del período 1963-1993.

INDICE

1. OBJETIVOS	2
2. DATOS UTILIZADOS	2
3. METODOLOGIA	3
3.1 PRIMERA ETAPA:	3
3.2 SEGUNDA ETAPA:	4
3.3 TERCERA ETAPA:	4
4. EL VECTOR REGIONAL Y.B.M.	5
4.1 GENERALIDADES	5
4.2 HIPOTESIS DE BASE	5
4.3 COMPONENTE DEL VECTOR PARA UN AÑO DADO	6
5. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO PAUTE	6
5.1 PRESENTACION GENERAL	6
6. HOMOGENIZACION Y CRITICA DE LAS SERIES DE PRECIPITACION	9
6.1 CONFORMACION DE GRUPOS HOMOGENEOS	9
6.2 DETECCION DE CAMBIOS DE PENDIENTE	10
6.3 DETECCION DE VALORES ANOMALOS	10
6.4 COEFICIENTES MULTIPLICADORES	10
6.5 DETERMINACION DE LA CALIDAD DE LA INFORMACION	11
6.5.1 Significado de los códigos de cualidad	11
6.6 BALANCE DE RESULTADOS	11
7. REGIONALIZACION DE LA PLUVIOMETRIA ANUAL	12
7.1 REGIONES-PLUVIOMETRICAS HOMOGENEAS	12
7.2 RELACION ENTRE LA ALTITUD Y LA PRECIPITACION	15
7.3 ISOYETAS DE LOS PROMEDIOS ANUALES	15
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	16
9. ANEXOS	18

1. OBJETIVOS

Los objetivos generales del presente estudio son:

- "Homogenizar y criticar los datos de pluviometría anual y mensual en la Cuenca del río Paute"
- "Definir zonas de pluviometría anual homogénea en la citada cuenca del río Paute"

Además se debe citar algunos objetivos de carácter específico que entre los más destacables son:

- "Establecer acciones para poner en operación dentro del Departamento de Climatología del INAMHI, la metodología del Vector Regional YBM"
- "Conocimiento cabal y profundo de la citada metodología y del programa CLIMAN, por parte de técnicos de Climatología"
- "Análisis de la factibilidad de utilizar los productos del CLIMAN con fines de Planificación y Optimización de redes meteorológicas"
- "Cooperación y transferencia de los resultados y conocimientos adquiridos por los técnicos de Climatología hacia las unidades técnicas del INAMHI"

2. DATOS UTILIZADOS

La información de pluviometría existente en las estaciones climatológicas y pluviométricas de la Cuenca del Paute tiene su origen fundamental en las siguientes fuentes:

- a) Banco de Datos del INAMHI: Es la fuente principal de información.
- b) Banco de datos del ORSTOM : Es información recopilada por el ORSTOM y el ex- INERHI, fué de gran ayuda de manera especial en lo relacionado a información generada por otras instituciones como INECEL, INERHI, etc.

Es necesario recalcar que dicha información es de carácter diario, pero para los requerimientos del estudio (totales mensuales y anuales), la misma debió ser sometida a un proceso específico para a partir de archivos de datos diarios que se mantienen con el programa PLUVIOM, obtener datos mensuales y anuales en formatos de archivos magnéticos adecuados para el programa CLIMAN en el cual se realizó el tratamiento de la información.

Se utilizó la información pluviométrica disponible de 35 estaciones, con períodos comprendidos entre 1963-1993.

3. METODOLOGIA

El cumplimiento de los objetivos propuestos se desarrolló en las siguientes etapas principales:

3.1 PRIMERA ETAPA:

a) Recopilación de información

Se recopiló la información pluviométrica anual existente en el INAMHI y en otras instituciones, en base a las fuentes explicadas en el punto 2. También se rescató la información de los historiales de estaciones existentes principalmente del INAMHI, notándose la carencia de historiales de estaciones pluviométricas.

Cabe mencionar que la recopilación de información fué un proceso continuo durante el estudio, puesto que se detectó errores en la información preliminar, por lo que fué necesario retroalimentar la información durante cada una de las fases del estudio, de manera especial luego de realizar la segunda etapa.

En los Anexos se presenta un listado de las estaciones utilizadas en el estudio, con sus respectivas coordenadas de ubicación (Cuadro # 1), y un mapa de ubicación de las estaciones (Mapa # 1).

b) Conocimiento Teórico-Práctico del CLIMAN

Personal técnico del ex-INNERHI y del ORSTOM instalaron el CLIMAN en un PC del Departamento de Climatología, entregaron una serie de documentos y publicaciones relativas y proporcionaron charlas sobre lineamientos generales del mismo.

Se procedió a realizar pruebas y a familiarizarse con la metodología, obteniendo resultados de carácter preliminar que fueron presentados a fines del año 1994.

Como resultado de esta fase, se llegó a adquirir cierta destreza en la operación del programa CLIMAN, y fortalecer los criterios técnicos necesarios para este tipo de estudios. Se continuó con el estudio en su fase medular durante el año 1995.

c) Trabajo de campo

Durante el año 1994, técnicos del Departamento de Estudios Hidrológicos y del ORSTOM realizaron visitas de inspección a las estaciones de la Cuenca del Paute, posteriormente técnicos del Departamento de Climatología también visitaron las estaciones meteorológicas de la cuenca en estudio, las mismas que sirvieron de base para realizar una publicación referente a los historiales de las estaciones de la Cuenca del Paute. Es importante mencionar además que éstas visitas al campo han permitido a los técnicos el conocimiento "in situ", de las características climáticas de la zona.

3.2 SEGUNDA ETAPA:

Homogenización y crítica de series de precipitación

Los datos utilizados fueron sometidos al proceso de **Homogenización y crítica** mediante el programa CLIMAN, en esta fase se trabajó conjuntamente con la Srta. Diane Molinaro (ORSTOM), quien además realizó una crítica de datos a nivel diario.

Se llegó a definir cuatro grupos homogéneos, en función de las diversas influencias climáticas. Para cada grupo se obtuvo un vector representativo, y para cada estación se realizó la crítica correspondiente en base a los diferentes tipos de errores y evidencias detectadas.

Se realizó además una categorización de la información, estableciendo códigos de cualidad que caracterizan la calidad de la información de cada estación.

3.3 TERCERA ETAPA:

a) Regionalización de la pluviometría anual y obtención de vectores representativos de cada zona

Para la regionalización propiamente dicha, se partió de los datos homogenizados y criticados en la fase anterior, y también en base a los grupos utilizados, fundamentándose en criterios estadísticos prácticos necesarios para establecer las zonas o regiones definitivas. Se llegó finalmente a determinar 7 vectores regionales representativos de 7 zonas de la cuenca. (Mapa #2 del Anexo).

b) Estudio de la relación altitud-precipitación

Como un aspecto importante en el estudio, se realizó el análisis de la relación entre la altitud y la pluviometría, en base a los resultados obtenidos en la regionalización, obteniendo gráficos representativos de la citada relación. (Gráfico #1 del Anexo).

c) Elaboración del mapa de isoyetas

Gracias a las curvas de altitud-precipitación, a los mapas topográficos del sector y al conocimiento de las zonas y su vegetación, finalmente se realizó el trazado del mapa de isoyetas anuales de la cuenca (Mapa #3 del Anexo), el cual confirma y se acopla los mapas trazados a nivel nacional por el INAMHI.

4. EL VECTOR REGIONAL Y.B.M.

4.1 GENERALIDADES

En un espacio sometido a fenómenos climáticos similares, sean estos planetarios, regionales o locales, los valores de los parámetros climáticos son casi proporcionales hasta un determinado intervalo de tiempo.

Al interior de la zona climática homogénea considerada, cada parámetro puede caracterizarse por una serie única representativa de la organización cronológica interna. El espacio se restringe si se disminuye el intervalo de tiempo (por ejemplo de anual a mensual), o si se exige una relación pseudo-proporcional más fuerte al interior de la zona.

Las definiciones anteriores constituyen la base teórica del Vector Regional, el mismo que está conformado por una serie cronológica homogénea. Estas mediciones pueden ser incompletas o pueden estar afectadas por errores sistemáticos sin que esto influya en la elaboración del vector.

Además su elaboración no debe exigir hipótesis previas sobre la distribución estadística de los valores observados y, para un intervalo de tiempo dado (mes o año), el valor de una estación no puede servir a priori de referencia, suponiendo que en el conjunto de la información global existe un valor estimativo de la tendencia climática regional más representativo que la información parcial de cada estación.

Actualmente existen dos algoritmos de cálculo desarrollados por el ORSTOM: El vector regional de G. Hiez y el vector de índices anuales de precipitación de Yves Brunet Moret (Y.B.M.).

4.2 HIPOTESIS DE BASE

Es necesario inicialmente plantear que perteneciendo a una misma zona climática, las estaciones están sometidas a los mismos efectos de persistencia, de tendencia o de pseudo ciclos. Sus coeficientes de variación son entonces similares y sus precipitaciones anuales pseudo proporcionales.

Es decir que para un año i los totales anuales X_i y Y_i de dos estaciones de la misma zona tienen entre ellos la siguiente relación:

$$\frac{X_i}{X_m} = \frac{Y_i}{Y_m} + e_i \quad (1)$$

En donde X_m y Y_m corresponden a los promedios multianuales de las dos estaciones, calculados en un período suficientemente largo. El residuo e_i es un pequeño término independiente tanto de X_i como de Y_i (de orden inferior a X_i e Y_i).

Además se debe expresar que para la elaboración del vector de referencia representativo de la tendencia climática regional, el conjunto de los totales anuales conforma una matriz A , cuyas líneas son las estaciones y las columnas los años.

4.3 COMPONENTE DEL VECTOR PARA UN AÑO DADO

Si Z es el vector de la zona climática estudiada, para el año i , la precipitación anual X_i de la estación estudiada (de las N existentes), está vinculada al índice Z_i del vector por la relación:

$$\frac{X_{\theta i}}{X_{M\theta}} = Z_i + e_{\theta i} \quad (2)$$

Donde:

$X_{M\theta}$ = Esperanza matemática de X_{θ} en su universo

$e_{\theta i}$ = Variable aleatoria (y) independiente de Z_i

En otras palabras, la componente del vector para un año dado es igual a la media de los índices anuales de precipitación del total de estaciones consideradas, lo cual se resume en la siguiente ecuación:

$$V_i = \frac{\sum (X_{\theta i})}{N} \quad (3)$$

5. DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO PAUTE

5.1 PRESENTACION GENERAL

La cuenca del río Paute tiene una superficie de 4700 km² y una altitud que varía entre 2100 y 4400 metros sobre el nivel del mar. La cuenca se divide básicamente en dos zonas:

La primera zona es característica del Callejón Interandino y corresponde a la parte alta de la Cuenca del Paute, aguas arriba de la confluencia entre los ríos Paute y Gualaceo y la parte occidental de la subcuenca del río Gualaceo.

El paisaje de esta zona presenta dos grandes características, una al norte con relieves relativamente acentuados donde los ríos escurren en valles estrechos y otro al sur con grandes extensiones de relieves atenuados que no sobrepasan los 3.000 m. a nivel del mar.

Las cuencas del sector norte presentan picos rocosos y páramos en sus partes más altas. Luego se encuentran bosques endémicos o de pinos y eucaliptos que permiten además cultivos y pastos en las partes bajas. El sector sur está principalmente dedicado a la ganadería y a la agricultura con pocas extensiones de bosques de pinos y eucaliptos.

La segunda zona está sometida a la influencia amazónica y corresponde a la parte baja de la cuenca del río Paute con sus afluentes y el sector oriental de la cuenca del Gualaceo. En la parte alta el páramo cede espacio a la presencia de bosques primarios tropicales degradados por la altitud, con la presencia de líquenes y bromiláceas. Sus características se asemejan a la de las cuencas de vertiente amazónica.

La Central Hidroeléctrica Paute (Daniel Palacios), situada en la cuenca baja del río, produce la mayor parte de la energía eléctrica del Ecuador. Esta fue inaugurada el 23 de Mayo de 1983 y representa la más grande obra de ingeniería del país, su caudal es sometido a influencias climáticas complejas que se traducen en ocasiones por excesos o déficits acentuados.

Por una parte la carencia de pluviosidad o de lluvias, dentro de esta región ocasiona para el país una crisis energética que tiende a agravarse cada vez más, situación que se volvió alarmante durante el año de 1995.

Por otra parte la región también está sometida a la presencia de eventos pluviométricos de una intensidad excepcional. La ciudad de Cuenca está atravesada por cuatro ríos que confluyen lo que la hace cada año propensa a inundaciones lo que ocasiona grandes perjuicios económicos debido a que existen asentamientos humanos en zonas fácilmente inundables.

La parte alta de la cuenca está constituida por las subcuencas de los ríos Matadero o Tomebamba, Burgay, Tarqui y Machángara (orden Yanuncay).

A su vez, la parte media y baja de la cuenca, está constituida por las subcuencas de los ríos Jadán, Gualaceo, Collay, Dudas- Mazar y Juval-Palmira.

Subcuenca del río Matadero

La parte alta de esta subcuenca está constituida por un sistema lagunar que debe regular los escurrimientos originando la formación del río a través de la quebrada Quinoas de pendiente moderada y caudales pequeños, la cual aguas abajo recibe la mayor contribución del caudal total provenientes de los pequeños riachuelos que descienden de los costados constituyendo el río Matadero; posteriormente se une con otros tributarios importantes como el Mazar y Culebrillas.

La parte alta está constituida por grandes extensiones de páramos, bosques naturales y numerosas lagunas. A la altura de la Piscícola Chirimichay, existen grandes sectores dedicados a la agricultura, con pequeñas áreas que conservan la vegetación natural. Por último desde la ciudad de Cuenca hasta la altura de Sayausí, el área corresponde a urbanizaciones y sembríos.

Subcuenca del río Burgay

Esta Subcuenca es semejante a la del Matadero, con páramos y bosques en su parte alta y cultivos en sus partes medias y bajas. Es importante anotar que buena parte de las orillas están ocupadas por urbanizaciones correspondientes a las ciudades de Azoguez y Biblián.

Subcuenca del río Tarqui

En la parte alta el río se desarrolla de una manera sinuosa a través de una llanura la cual es inundable en épocas lluviosas, hasta la población de Tarqui. Luego desciende a un valle estrecho, en su trayecto recibe las aportaciones de otros ríos de pendientes moderadas que nacen de los cerros circundantes, entre los cuales se puede mencionar a los ríos Irquis, Cumbe y Shucay.

La mayor parte de las orillas del río está dedicada a pastizales para la ganadería y en las partes altas se ha sustituido la vegetación natural por bosques de eucalipto y pino, con pocas extensiones de terreno dedicados a sembríos.

Subcuenca del río Machángara

La parte alta de esta subcuenca aguas arriba de las represas del Labrado y Chanlud, corresponde a un sistema lagunar similar al del río Matadero. En la parte media y hasta la junta con el Tomebamba se desarrollan los cauces con pendientes fuertes. Los sistemas principales corresponden a los ríos Chulco y Machángara, en los cuales se han implementado varios proyectos hidroeléctricos de la Empresa Eléctrica del Azuay (EEA).

Desde la ciudad de Cuenca hasta la altura de la población de Santa Teresita, el área está urbanizada y además con grandes extensiones de terrenos dedicados en su mayor parte a cultivos de maíz. Más arriba, hasta la altura de las instalaciones de la EEA, se utiliza el suelo para bosques principalmente de pinos. Después, hasta la altura de la represa de El Labrado, la parte baja del valle está dedicada a pastos y los declives conservan en gran parte la vegetación natural.

En el otro valle, hasta la represa de Chanlud, las áreas aledañas al río son de pastos y los costados presentan algo de vegetación natural y de páramo.

Subcuenca del río Yanuncay

La parte media y baja de la subcuenca, corresponde a un valle largo y estrecho, en el cual el río tiene características de torrente. En la parte alta el valle se amplía, dividiéndose en zonas lagunares y cenagosas. Los aportes más importantes vienen de los ríos Soldados y Bermejos. Desde la parte baja de la subcuenca hasta un poco más arriba de la población de San Joaquín, la zona es urbanizada con terrenos dedicados a sembríos. Más arriba, hasta la comuna de Soldados, la parte baja del valle está dedicada a pastos y ganadería; las áreas laterales presentan bosques naturales y otros de pinos y eucaliptos.

Subcuenca del río Jadán

La subcuenca está dedicada a cultivos y a ganadería, la misma es relativamente seca. Es importante señalar que en la confluencia del río Jadán con el Paute, en el año de 1993 se produjo el represamiento de las aguas debido al deslave ocurrido en el sitio denominado La Josefina.

Subcuenca del río Gualaceo

Su parte oriental alta presenta una cobertura vegetal de bosque natural con árboles cuya altura promedio es de 4 a 5 metros, las partes bajas occidentales son similares a la cuenca del Jadán y las mismas están dedicadas a varios tipos de cultivos y además a la ganadería, lo que la convierte en una zona eminentemente agrícola y de alta productividad.

Subcuenca del río Collay

Al igual que la parte oriental de la subcuenca del río Gualaceo, la parte alta una cobertura vegetal de bosque natural con árboles de altura media, la parte baja está dedicada principalmente a cultivos de frutales y de maíz, así como también a la ganadería.

Subcuencas de los ríos Dudas y Mazar

Sus partes altas presentan una cobertura vegetal de tipo páramo, las partes intermedias están cubiertas de vegetación compuesta por bosques naturales de pinos y eucaliptos, la parte baja está dedicada a varios tipos de cultivos y a ganadería.

Subcuencas de los ríos Juval y Palmira

Las partes bajas de estas subcuencas presentan una cobertura vegetal de tipo subtropical con grandes árboles y sectores deforestados de poca extensión, los cuales están dedicados a la ganadería.

Las partes altas son semejantes a la de los ríos Dudas y Mazar. Aguas abajo de la confluencia de estos ríos con el Paute, se encuentra la represa de Amaluza y la ya citada Central Hidroeléctrica Daniel Palacios.

6. HOMOGENIZACION Y CRITICA DE LAS SERIES DE PRECIPITACION

6.1 CONFORMACION DE GRUPOS HOMOGENEOS

Como punto de partida de esta etapa, se procedió a agrupar las estaciones de la cuenca en grupos relativamente homogéneos, que presenten valores de los coeficientes de correlación superiores a 0.75. Para tal efecto, y para todas las etapas posteriores del estudio se utilizó el programa CLIMAN, software desarrollado por P. Le Goulven y M. Alemán (1990), el cual permite en base a los fundamentos del Vector Regional YBM, realizar las fases de homogenización y posteriormente la regionalización de la pluviometría anual.

Para establecer los grupos, se partió de 2 criterios básicos, a saber:

- a) Gráficos representativos de la distribución de la pluviometría intra-anual.
- b) El conocimiento de las características climáticas de la cuenca del Paute.

En base a los gráficos, se pudo catalogar a las estaciones de acuerdo a sus regímenes de lluvia (época seca y lluviosa) y la forma de su distribución estacional anual (unimodal o bimodal). Llegándose a determinar 2 categorías bien distintas, a saber:

Distribución de la pluviometría estacional bimodal o de régimen Interandino

Se observa en base al gráfico # 2 del Anexo, que la distribución intra-anual de las precipitaciones, presenta una época poco lluviosa o seca bien marcada, comprendida entre los meses de junio a septiembre, cuyos totales mensuales de precipitación son notoriamente inferiores a los totales mensuales de la época lluviosa, esta última presenta 2 máximos en los meses de octubre y abril, lo cual le da el carácter de bimodal a la distribución.

Distribución de la pluviometría estacional unimodal o de influencia Amazónica

En el gráfico # 3 del Anexo, se observa un ejemplo de esta caracterización. La distribución de las precipitaciones durante todo el año, permite distinguir la presencia de una época poco lluviosa o de estiaje que se inicia en el mes de octubre y se prolonga hasta el mes de marzo.

Así como también la presencia de una época lluviosa a partir del mes de marzo y que se extiende hasta el mes de septiembre, destacando la presencia de un pico máximo de precipitación (distribución unimodal), en los meses de junio-julio. Este tipo de distribución de régimen se debe a la influencia de masas atmosféricas húmedas provenientes de la región amazónica.

6.2 DETECCION DE CAMBIOS DE PENDIENTE

El siguiente paso para analizar los resultados se fundamenta en los cambios de pendiente de la curva de doble masa entre el vector regional y la estación estudiada.

En base al conocimiento del valor de dicho cambio de pendiente, en el caso de existir, se aplica el criterio de que si dicho valor es de hasta 1.2 se puede deber a cambios en el emplazamiento o del sitio de la estación; valores superiores nos dan la pauta de que pudo existir un cambio de probetas y pluviómetros de superficies diferentes.

6.3 DETECCION DE VALORES ANOMALOS

A continuación se procedió a detectar y analizar los valores partiendo en un inicio con un nivel de tolerancia (TOL) del 0.3 para luego bajar dicha tolerancia a un 0.2.

Se debe señalar que los resultados del CLIMAN, nos permiten detectar varios de los problemas que pueden afectar a la homogeneidad de una serie climatológica, entre los más frecuentes se deben citar:

- Modificación en el medio circundante a la estación o del sitio de medición.
- Errores debidos al aparato (instrumental).
- Errores de medición o lectura.
- Errores de transmisión.
- Errores de archivo y publicación.

La utilización de las relaciones anuales normalizadas (RAN) entre vector y estación es de gran utilidad ya que es interesante estudiar los valores inferiores a $1-TOL$ (0.7) y superiores a $1+TOL$ (1.3).

El análisis de dichos valores dudosos nos permite decidir sobre descartar o no un dato específico, al ser extremadamente superior o inferior a los valores de 1.3 o 0.7 respectivamente.

6.4 COEFICIENTES MULTIPLICADORES

El programa CLIMAN ofrece la posibilidad de corregir los periodos inadecuados utilizando los denominados coeficientes multiplicadores, que consiste en la multiplicación de los totales anuales de un periodo determinado por un coeficiente obtenido de las relaciones entre los cambios de pendientes de las rectas de cada periodo estudiado.

Esto permite homogenizar la serie completa, lo cual se refleja en el gráfico de dobles masas, es decir que después de la corrección se tendrá una sola recta en dicho gráfico. En los gráficos # 4 y 5 del Anexo, se observa un ejemplo del estado antes y después de aplicar coeficientes multiplicadores a una serie pluviométrica.

Es indispensable recalcar que luego del diagnóstico a nivel anual es necesario realizar el análisis a nivel mensual, con el fin de determinar con mayor precisión los meses que presentan valores extremadamente anómalos y a su vez procurar por todos los medios

posibles (libretas de observaciones, historiales, etc.) determinar más exactamente la causa de origen de dichos valores. Ninguna decisión final debe ser tomada sin la confirmación de las hipótesis emitidas por CLIMAN, por medio de los historiales de visitas al campo y de analizar los totales pluviométricos mensuales y diarios.

6.5 DETERMINACION DE LA CALIDAD DE LA INFORMACION

Con el objetivo de establecer un balance cualitativo de la confiabilidad de la información analizada, se estableció una categorización en base a 4 condiciones generales de la misma, principalmente fundamentados en la dispersión de los datos en las curvas de doble masa entre estación y vector regional.

6.5.1 Significado de los códigos de calidad

Código A (Muy buena estación)

Son estaciones en las cuales se observa poca o escasa dispersión de los datos. La curva de doble masa varía muy poco alrededor de 0. Por ende los puntos son poco dispersos alrededor de la misma.

Código B (Buena estación)

Son estaciones en las que pocos valores (1 ó 2), son catalogados como dudosos, después de suprimir estos valores, la curva de doble masa es relativamente estable alrededor de 0. Después de realizadas las correcciones, la estación es de buena calidad.

Código C (Estación dudosa)

Generalmente son estaciones en la que se observa cambios de pendiente en las curvas de doble masa, como se dijo anteriormente dichos cambios, se deben bien sea a cambios de sitio o confusión de probetas y pluviómetros. En la mayoría de los casos esta hipótesis no fue posible confirmar debido a la carencia de historiales de estaciones. Sin embargo se realizó correcciones por medio de los coeficientes multiplicadores, después de lo cual se puede utilizar la información de dichas estaciones, pero considerando su carácter de dudoso.

Código D (Estación descartada)

Son estaciones a las que después de realizar las correcciones por cambios de pendiente o supresión de datos dudosos, mantiene su condición de estación demasiado problemática. Los valores erróneos representan una parte importante de la información global (superior al 30%).

Se debe recalcar que en el estudio realizado, solamente una estación (M429 Surucucho) es catalogada como estación a descartar.

6.6 BALANCE DE RESULTADOS

El Balance de Resultados con los respectivos códigos de calidad se presenta en el Cuadro # 2 del Anexo.

7. REGIONALIZACION DE LA PLUVIOMETRIA ANUAL

El módulo de regionalización del CLIMAN, utiliza los registros de datos corregidos. Después de la fase de homogenización, quedan 34 estaciones de calidad suficiente.

Estas estaciones están reunidas según la proporcionalidad de sus valores anuales respectivos, tratando de constituir regiones climáticas en las cuales el coeficiente de correlación promedia entre estaciones y vector sea igual o superior a 0.9

El tratamiento de las 34 estaciones nos condujo a la constitución de 7 grupos homogéneos (mapa # 2) y consecuentemente de 7 vectores representativos de cada uno de los grupos.

Se constató de que el objetivo expresado de que el coeficiente de correlación sea igual o superior a 0.9 se cumplió cuasi totalmente, ya que el coeficiente de correlación promedio más bajo es de 0.886 en la región 2.

7.1 REGIONES PLUVIOMETRICAS HOMOGENEAS

A continuación se presenta los cuadros representativos de cada una de las regiones (grupos) constituidos.

REGION 1

En esta región se agruparon estaciones que están ligeramente influenciadas por la acción de masas atmosféricas húmedas provenientes de la Amazonía. Su coeficiente de correlación promedio es de 0.895 y está conformada por ocho estaciones.

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M045 Las Palmas	2420	18	1380	1379	0.127	0.841	A
M222 Ingapata	2460	7	1224	1229	0.107	0.885	A
M410 Río Mazar	2440	16	1329	1317	0.105	0.830	A
M583 Pindilig	2760	14	1065	1076	0.217	0.912	B
M671 Huangra	2710	14	949	988	0.119	0.887	A
M672 Manzanahuayco	2800	11	1172	1228	0.169	0.875	B
M686 Lindilig	3660	6	859	879	0.197	0.951	B
M723 Manzanapata	2700	4	1043	890	0.117	0.981	A

REGION 2

En esta región se observa en forma más clara la influencia de las masas atmosféricas húmedas de la Amazonía, lo que se refleja en precipitaciones abundantes en los meses de Julio y Agosto, razón por la cual este sitio fue elegido para ubicar la represa Daniel Palacios (Central hidroeléctrica de Paute). El citado grupo se encuentra conformado por tres estaciones que tienen un coeficiente de correlación promedio de 0.886.

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M050 Arenales	2160	10	3476	3482	0.128	0.915	A
M206 Guarumales	1600	10	2965	2969	0.124	0.810	B
M217 Peñas Coloradas	2120	10	2996	2986	0.098	0.934	A

REGION 3

Esta región se encuentra conformada por cinco estaciones y tiene un excelente coeficiente de correlación promedio de 0.939, el mismo que se constituye en el mejor coeficiente de correlación promedio de todos las regiones conformadas. Presenta al igual que las restantes regiones un régimen pluviométrico de carácter interandino.

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M139 Gualaceo	2220	7	685	668	0.151	0.949	B
M416 El Pan	2560	9	1027	1024	0.145	0.947	B
M431 Sevilla de Oro	2360	4	2042	2058	0.087	0.941	C
M538 Pan Grande	2560	10	1010	1008	0.101	0.898	B
M668 Mataglo	2600	6	1395	1450	0.131	0.961	B

REGION 4

Esta región se encuentra en la parte sur de la cuenca, y está conformada por cinco estaciones; presenta una correlación promedio de 0.886. La distribución de la pluviometría en esta región permite que sea la más productiva en el aspecto agrícola.

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M424 Sigsig-INAMHI	2500	10	750	727	0.152	0.935	C
M541 Cochapamba	2710	16	780	789	0.203	0.832	A
M418 Cumbe	2715	15	750	777	0.164	0.897	C
M664 Sigsig-INECEL	2400	16	713	721	0.174	0.938	A
M669 Gima	2770	12	708	749	0.179	0.831	B

REGION 5

Está constituida por cinco estaciones y tiene un coeficiente de correlación promedio de 0.898. Básicamente conforma la subcuenca del río Machángara (Azuay).

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M140 Ucubamba	2400	19	847	842	0.146	0.915	A
M197 Jacarín	2690	19	671	661	0.215	0.901	B
M426 Ricaurte	2540	23	879	885	0.151	0.882	B
M067 Cuenca Aero.	2500	19	824	835	0.192	0.923	B
M141 El Labrado	3440	23	1265	1257	0.132	0.867	A

REGION 6

Se encuentra conformada por cuatro estaciones y el coeficiente de correlación promedio es 0.916. Constituye región de páramo con vegetación propia de altura y conforman la subcuenca del río Matadero.

CODIGO-NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M539 Buenos Aires	2790	7	925	881	0.159	0.949	B
M427 Sayausí	2720	11	962	966	0.191	0.907	B
M417 Chirimichay	3350	11	1278	1279	0.154	0.864	B
M430 Quinoas	3670	7	945	927	0.175	0.943	A

REGION 7

Se encuentra integrada por cuatro estaciones y tiene un buen coeficiente de correlación de 0.912, se ubica en la parte centro norte de la cuenca.

CODIGOY NOMBRE	ALTURA	AÑOS UTILES	MEDIA	MODULO	COEF. VAR.	CORRELACION	CODIGO CALIDAD
M137 Biblián-INAMHI	2610	7	792	849	0.112	0.858	B
M138 Paute	2200	13	704	700	0.172	0.934	B
M414 Chanín	3320	14	984	1003	0.205	0.897	C
M625 Biblián-INECEL	2610	10	782	753	0.165	0.958	A

NOTA: El casillero años útiles, corresponde al número de años que utiliza el programa CLIMAN.

7.2 RELACION ENTRE LA ALTITUD Y LA PRECIPITACION

La altitud es considerada como uno de los factores preponderantes de las variaciones climáticas. Las relaciones entre la lluvia y altitud son estudiadas partiendo de los valles principales de la parte baja de la cuenca. Luego se estudia los valles secundarios.

Este análisis está acompañado de un buen conocimiento del clima local y de la dirección general de las masas de aire. No se vacila en tener en cuenta las características de la vegetación natural cuando la densidad de las estaciones no es suficiente o que su repartición espacial no es adecuada.

En el caso de la cuenca del Paute se determinó que en la parte baja de la cuenca y vertiente oriental las precipitaciones disminuyen desde un máximo en la zona de la Central Hidroeléctrica, hasta alturas aproximadas a los 2700 metros; a partir de la cual el comportamiento de la precipitación nos presenta un aumento de la misma mientras aumenta la altura, hasta alturas de 3000 m., para luego disminuir en las partes más altas o páramos.

En el caso de los valles conformados por Sub-cuencas de los ríos Matadero, Machángara, Burgay y Gualaceo se observa que las mínimas precipitaciones se presentan en la parte baja de los valles y va aumentando conforme aumenta la altura, hasta los 3000 m. y luego también disminuir en las partes más altas.

Lo anteriormente expresado se puede apreciar más claramente en el gráfico N°1 del Anexo. (Distribución de la precipitación con la altitud en la cuenca del Paute).

7.3 ISOYETAS DE LOS PROMEDIOS ANUALES

Los resultados obtenidos al regionalizar la cuenca del Paute así como las curvas de la relación de la altitud con la precipitación, fueron utilizados para realizar el trazado del mapa de isoyetas (líneas que unen iguales valores de precipitación) de promedios anuales. El citado trazado se lo realizó con el apoyo de los mapas topográficos de la Cuenca del Paute y acoplándolo al mapa de isoyetas del Ecuador del período 1965-1984, además del conocimiento de la cobertura vegetal en la zona. El cual se lo puede observar en el mapa #3 del Anexo.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se recabó información de diferentes fuentes, cuyos datos en algunos casos no concuerdan entre sí.
- Existen a más del INAMHI, varias instituciones que generan información hidrometeorológica en la Cuenca del Paute (INECEL, CREA, EEC).
- Los documentos fuentes (libretas y tarjetas pluviométricas), no tienen un adecuado resguardo.
- El personal técnico encargado del análisis y procesamiento de información hidrometeorológica, en algunos casos desconocen los lugares de emplazamientos de las estaciones y las características climáticas de las zonas.
- Es notoria la carencia de historiales de las estaciones, de 35 estaciones consideradas en el presente estudio, solamente 5 disponen de historiales.
- Mediante el uso del GPS, se actualizó las coordenadas geográficas de la ubicación de las estaciones.
- No se puede determinar con precisión la existencia de cambios de probeta o de sitio, debido a la carencia de historiales.
- En base al Balance de resultados (cuadro N°2), se estableció que el 86% de la información es considerada apta para utilizarse, mientras que el 14% restante es bastante dudosa o debería descartarse.
- Se determinó que existen zonas con una buena densidad de estaciones, mientras que en otras existen pocas o ninguna.

RECOMENDACIONES.

- Es necesario establecer un mecanismo para unificar los diferentes bancos de datos bajo un solo criterio.
- El INAMHI debe propender a recopilar toda la información generada por otras instituciones que realizan funciones afines.
- Se debe dar una adecuada atención al archivo técnico y por ende dotarlo de infraestructura (local, seguridad, etc.).
- Es importante que periódicamente los técnicos que realizan análisis y procesamientos de datos meteorológicos, conozcan las estaciones meteorológicas, su representatividad y las características climáticas de las diferentes regiones del país, con la finalidad de que apliquen criterios con fundamentos.
- Se sugiere que se mantengan actualizados los historiales de los diferentes tipos de estaciones.
- Se debería actualizar el manual de códigos de las estaciones hidrometeorológicas, revisando las coordenadas y años de instalación y levantamiento de las mismas.
- Ninguna decisión final debe ser tomada sin la confirmación de las hipótesis emitidas por CLIMAN, mediante los historiales o visitas de campo.
- Se debería periódicamente actualizar los conocimientos de los observadores meteorológicos, principalmente de estaciones secundarias.
- Es importante realizar una optimización y una adecuada planificación de la red meteorológica, para evitar que ciertas zonas sean sumamente densas y otras no, para lo que la técnica del Vector Regional YBM es una valiosa herramienta.

ANEXOS

ANEXO CUADROS

CUADRO N°1

ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA CUENCA DEL PAUTE

CODIGO	ESTACION	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	INSTITUCION
M045	Las Palmas	CP	2°42'58''S	78°37'47''W	2.420 m	INECEL
M050	Arenales	CP	2°33'42''S	78°35'55''W	2.160 m	INECEL
M067	Cuenca Aeropuerto	AR	2°53'10''S	78°59'06''W	2.500 m	DAC
M137	Biblian INAMHI	CP	2°42'25''S	78°53'30''W	2.610 m	INAMHI
M138	Paute	CP	2°46'31''S	78°45'51''W	2.200 m	INAMHI
M139	Gualaceo	CP	2°52'57''S	78°46'32''W	2.220 m	INAMHI
M140	Ucubamba	CO	2°51'40''S	78°55'40''W	2.400 m	INAMHI
M141	El Labrado	CO	2°43'35''S	79°04'16''W	3.440 m	INAMHI
M197	Jacarín	CO	2°48'47''S	78°56'16''W	2.690 m	INECEL
M206	Guarumales	CP	2°35'00''S	78°30'00''W	1.600 m	INECEL
M217	Peñas Coloradas	CP	2°34'47''S	78°34'00''W	2.120 m	INECEL
M222	Ingapata	CP	2°36'50''S	78°36'49''W	2.460 m	INECEL
M410	Río Mazar-Rivera	PG	2°34'30''S	78°39'06''W	2.440 m	INAMHI
M414	Chanin	PV	2°40'16''S	78°46'18''W	3.320 m	INAMHI
M416	El Pan	PV	2°47'08''S	78°39'58''W	2.560 m	INAMHI
M417	Chirimichay	PV	2°48'12''S	79°08'45''W	3.350 m	INAMHI
M418	Cumbe	PV	3°04'58''S	79°00'41''W	2.715 m	INAMHI
M424	Sigsig INAMHI	PV	3°02'52''S	78°47'27''W	2.500 m	INAMHI
M426	Ricaurte-Cuenca	PV	2°51'32''S	78°57'57''W	2.540 m	INAMHI
M427	Sayausi	PV	2°52'22''S	79°04'05''W	2.720 m	INAMHI
M430	Quinoas	PV	2°46'55''S	79°11'33''W	3.670 m	CREA
M431	Sevilla de Oro	PV	2°47'50''S	78°39'10''W	2.360 m	INAMHI
M538	Pan Grande	PG	2°48'51''S	78°39'52''W	2.560 m	INECEL
M539	Buenos Aires (Azuay)	PG	2°52'03''S	79°03'52''W	2.790 m	INECEL
M541	Cochapamba-Quingeo	PG	3°00'34''	78°55'36''W	2.710 m	INECEL
M583	Pindilig	PG	2°36'59''S	78°40'54''W	2.760 m	INECEL
M625	Biblian INECEL	PG	2°42'25''S	78°53'30''W	2.610 m	INECEL
M664	Sigsig INECEL	PG	3°03'13''S	78°47'45''W	2.400 m	INECEL
M668	Mataglo Gulag	PV	2°55'04''S	78°43'27''W	2.600 m	INECEL
M669	Gima	PV	3°11'22''S	78°57'18''W	2.770 m	INECEL
M671	Huangra	PG	2°28'00''S	78°36'30''W	2.710 m	INECEL
M672	Manzanahuayco	PG	2°31'20''S	78°41'00''W	2.800 m	INECEL
M686	Lindilig	PG	2°22'00''S	78°39'00''W	3.660 m	INECEL
M723	Manzanapata	PG	2°38'07''S	78°40'00''W	2.700 m	INECEL

CUADRO N°2. BALANCE DE RESULTADOS

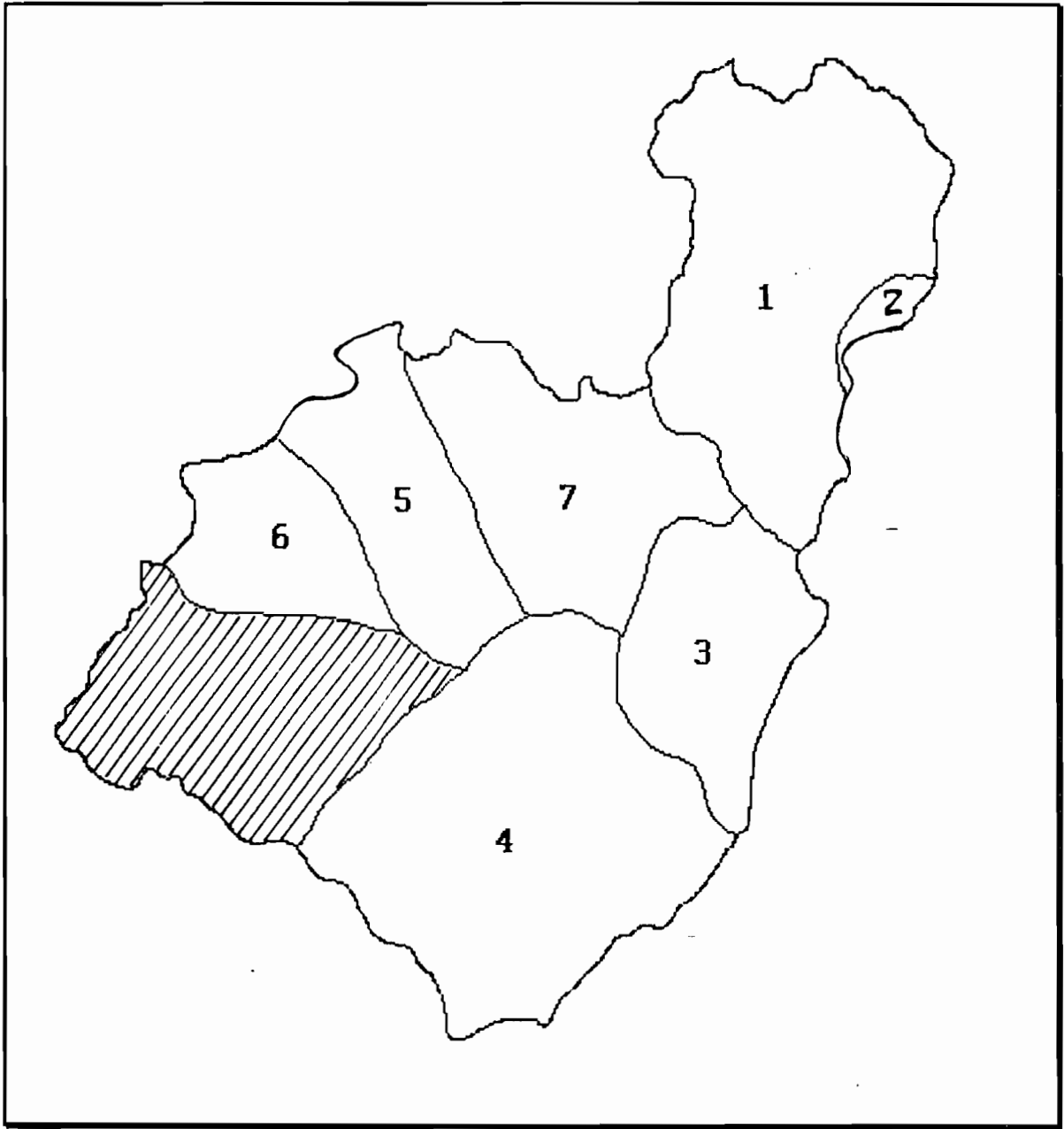
ESTACION	AÑOS A DESCARTAR	AÑOS DUDOSOS	CAMBIOS	APRECIACION GLOBAL	CODIGO CALIDAD
045				18 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
050				16 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
067	68	67		27 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
137	76			16 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
138	86	67,68		27 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
139		70,72,87		27 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
140		87		22 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
141				28 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
197		75,90,91		19 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
206	75	82,85		16 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
217				18 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
222				7 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
410				20 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
414	64, (67-72)	74,79, 86,87		25 AÑOS, BASTANTE DISPERSOS	C
416		72,81		18 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
417		76,87,93		18 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
418	83		(76-77) *1.57	26 AÑOS, BASTANTE DISPERSOS	C
424			(80-81) *1.27	20 AÑOS, BASTANTE DISPERSOS	C

CUADRO N°2. BALANCE DE RESULTADOS (Continuación)

ESTACION	AÑOS A DESCARTAR	AÑOS DUDOSOS	CAMBIOS	APRECIACION GLOBAL	CODIGO CALIDAD
426		76,90		28 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
427	90			24 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
429	73,75,81, 83,(86-93)			DEMASIADA DISPERSION	D
430				7 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
431		83	(87-88) *1.57	9 AÑOS, BASTANTE DISPERSOS	C
538		75,76		12 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
539		76,77		17 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
541		78,84		18 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
583	72,73,91	75,76,90, 92		21 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
625				13 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
664				17 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
668	80			11 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
669		72,84		14 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
671				13 AÑOS, POCO DISPERSOS	A
672	81	86		14 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
686		83,84		11 AÑOS, ALGO DISPERSOS	B
723				5 AÑOS, POCO DISPERSOS	A

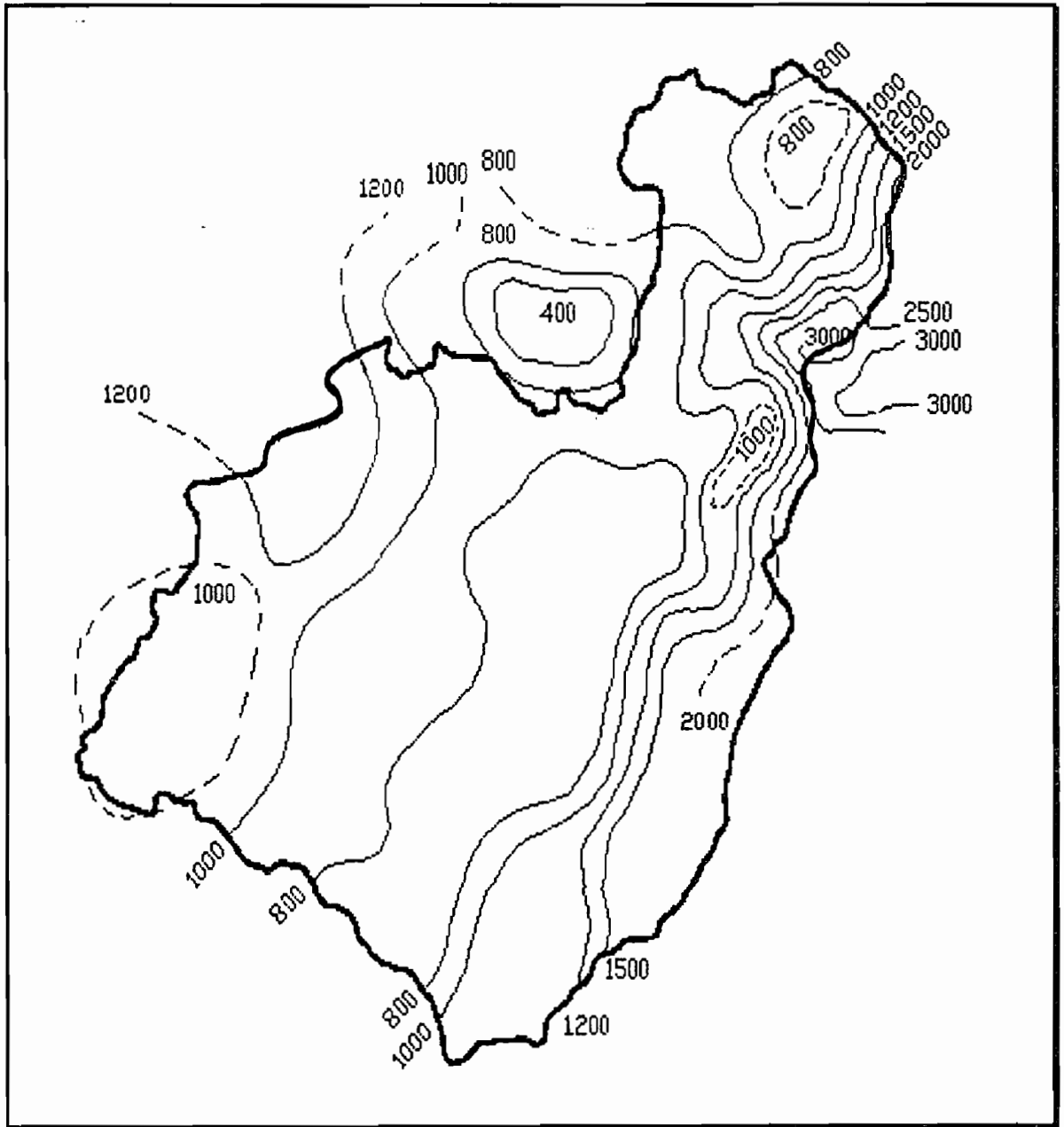
ANEXO GRAFICOS

MAPA N° 2
REGIONALIZACION DE LA PLUVIOMETRIA



Información pluviométrica insuficiente para efectuar regionalización

MAPA N° 3
ISOYETAS ANUALES



ANEXO MAPAS

GRAFICO N° 2

REGIMEN PRECIPITACION

ESTACION: PAUTE

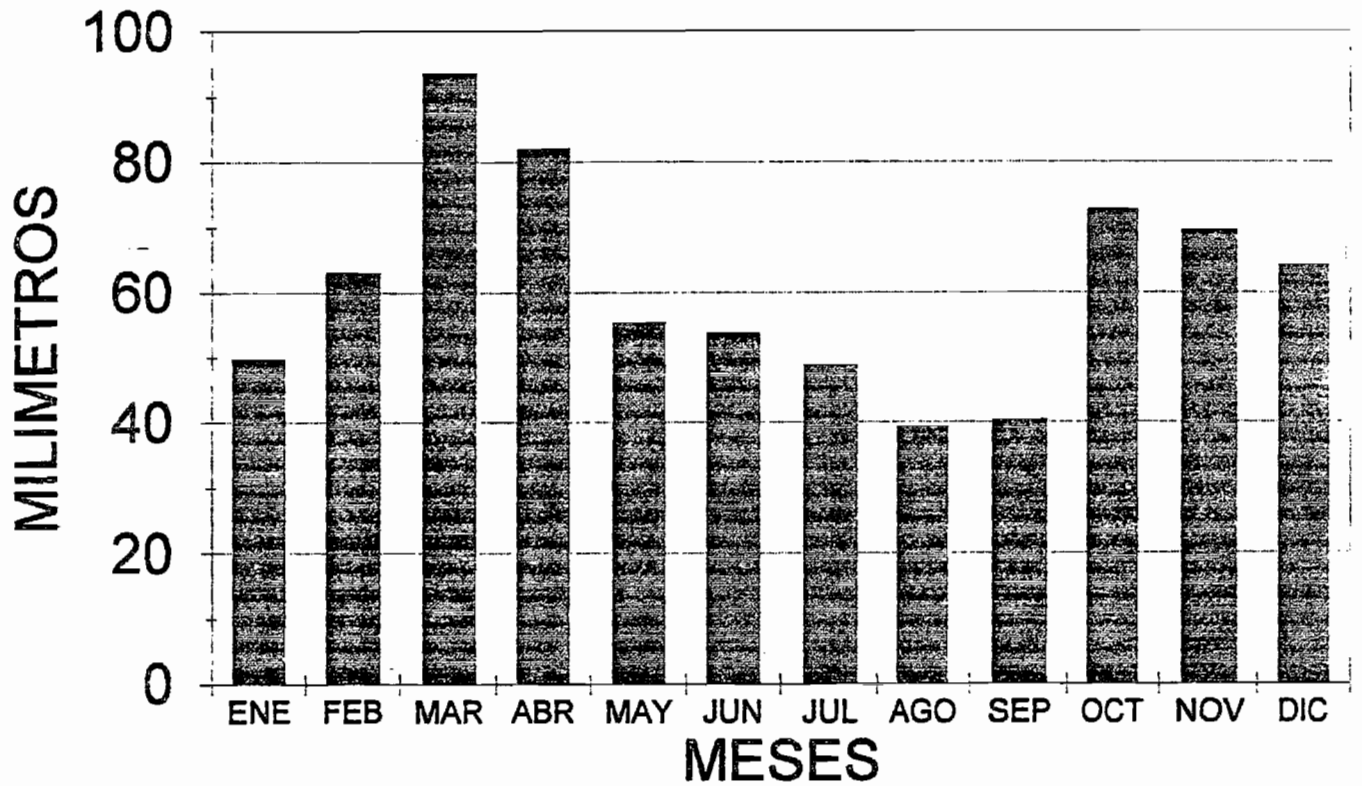


GRAFICO N° 3

REGIMEN PRECIPITACION

ESTACION: ARENALES

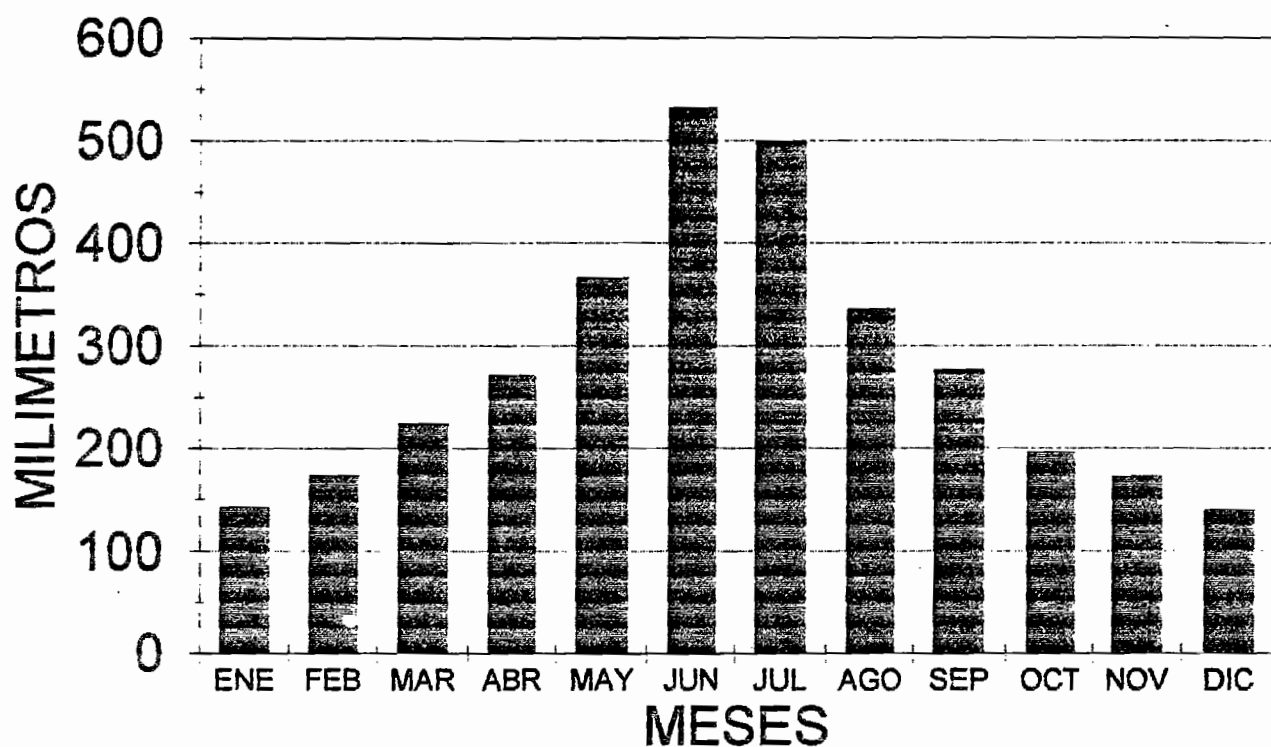


GRAFICO N° 4

DOBLE MASA SIN HOMOGENIZACION

ESTACION X		P424		PROVINCIA DE		PERIODO		COEF DE CORRECCION					
ESTACION Y		VECTOR REGIONAL				**** - ****		1.000					
N	AN	CUX	CUY	RAN	P = -4.	-3.	-2.	-1.	0.0	+1.	+2.	+3.	+4.
					EX 3	3	3	3	3	3	3	3	3
					R : 0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4
0	1991	465.	801.	.804	-1.749					+3			
0	1990	1281.	1825.	1.105	.0761					+			
3	1989	1821.	2902.	.695	-.3497					+ 3			
2	1988	2467.	4149.	.718	-.3767					+ 3			
0	1987	3112.	5083.	.956	-.0658					+ 3			
0	1986	3711.	5931.	.978	-.0419					+ 3			
0	1985	4348.	6713.	1.130	.0767					+ 3			
0	1984	5120.	7853.	.939	-.0993					+ 3			
0	1983	5854.	8894.	.977	-.0520					+ 3			
0	1982	6467.	9995.	.771	-.2760					+ 3			
0	1981	7035.	10848.	.922	-.0884					+ 3			
0	1980	7996.	11973.	1.185	.1706					+ 3			
0	1978	8745.	12906.	1.112	.0760					+ 3			
0	1977	9476.	13806.	1.125	.0847					+ 3			
0	1976	10346.	14860.	1.143	.1177					+ 3			
0	1975	11326.	16148.	1.054	.0321					+ 3			
0	1973	12120.	17193.	1.053	.0250					+ 3			
0	1972	13012.	18301.	1.115	.0929					+ 3			
0	1971	13889.	19436.	1.071	.0472					+ 3			
0	1970	14809.	20663.	1.039	.0122					+ 3			
0	1969	15754.	21895.	1.062	.0398					+			
0	1968	16469.	22821.	1.071	.0379					+			

121

XN = 748.6	XN/YM = .722	NUMERO DE AÑOS = 22	IMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM;	MODULO = 742.3
YM = 1037.3	YM/XN = 1.386	CV VECTOR = .14	: PRUEBAS DE DOBLE MASA :	PROBA TEST = .020
CORXZ = .671		CV ESTACION = .20	MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM<	DESVIACION = -.0289

CONVENIO INERHI-ORSTON *** PLAN NACIONAL DE RIEGO *** OPERACION D1 *** PROGRAMA ORSTON

GRAFICO Nº 5

DOBLE MASA CON HOMOGENIZACION

ESTACION X		P424				PROVINCIA DE				PERIODO		COEF DE CORRECCION			
										*** - 8101	1.270				
										8012 - 6801	1.000				
										6712 - ***	1.000				
ESTACION Y		VECTOR REGIONAL				P = -4.									
H	AN	CUX	CUY	RAN	EX J	J	J	J	J	J	J	J	J	J	
					R : 0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	

0	1991	591.	810.	.912	-.0622									
3	1990	1627.	1842.	1.258	.2822									
0	1989	2313.	2886.	.822	-.1757									
0	1988	3134.	4090.	.852	-.1651									
0	1987	3952.	5111.	1.004	.0163									
0	1986	4713.	5966.	1.113	.1083									
0	1984	5693.	7070.	1.112	.1386									
0	1983	6626.	8177.	1.054	.0743									
0	1982	7404.	9291.	.874	-.1285									
0	1981	8125.	10211.	.981	-.0067									
0	1980	9086.	11303.	1.101	.1256									
0	1978	9836.	12271.	.969	-.0184									
0	1977	10566.	13150.	1.040	.0461									
0	1976	11436.	14257.	.984	-.0047									
0	1975	12416.	15526.	.967	-.0273									
0	1973	13210.	16556.	.965	-.0238									
0	1972	14102.	17622.	1.046	.0631									
0	1971	14979.	18739.	.982	-.0062									
0	1970	15899.	19915.	.979	-.0102									
0	1969	16844.	21129.	.974	-.0174									
0	1968	17559.	21972.	1.062	.0629									

H	AN	CUX	CUY	RAN	EX J	J	J	J	J	J	J	J	J	J
					R : 0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4

XM = 836.1	XM/YM = .799	NUMERO DE AÑOS = 21	IMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM;	MODULO = 78
YM = 1046.3	YM/XM = 1.251	CV VECTOR = .12	: PRUEBAS DE DOBLE MASA :	PROBA TEST = .91
CORXZ = .721		CV ESTACION = .14	MMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMMM<	DESVIACION = .012

CONVENIO INERHI-ORSTOM *** PLAN NACIONAL DE RIEGO *** OPERACION D1 *** PROGRAMA ORSTOM

DISTRIBUCION DE LA RR CON LA ALTURA

CUENCA DEL PAUTE

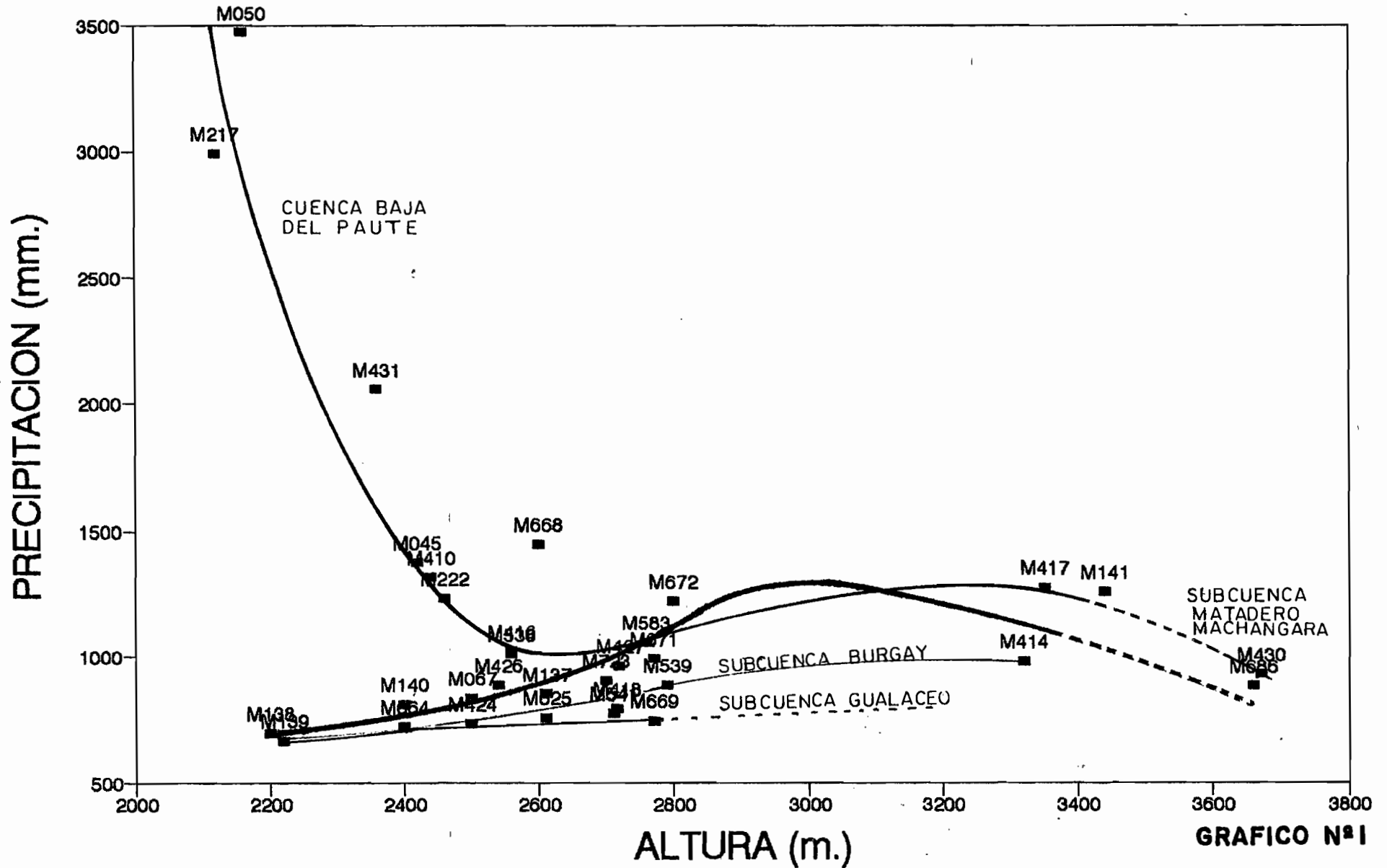


GRAFICO N°1



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