

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGIA

DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGIA Y RECURSOS
HIDRICOS



**ESTUDIO: COMPORTAMIENTO
HIDROMETEOROLOGICO DE LA SUBCUENCA DEL
RIO AMAZONAS DURANTE EVENTOS ENSOS**

Autor: Ing. Julia Acuña Azarte

Colaboración: Bach. Sandro Domínguez del Aguila

Asesoramiento: Ing° Jorge Yerrén Suárez



SERVICIO NACIONAL DE
METEOROLOGIA E HIDROLOGIA



ORGANIZACIÓN METEOROLOGICA
MUNDIAL

LIMA - PERÚ
DICIEMBRE - 1999

INDICE

INDICE	i
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVO	1
3. REVISION DE LITERATURA	
3.1 EVENTOS ENSOs	2
3.2 FUNDAMENTOS ESTADISTICOS UTILIZADOS	3
3.2.1 REGRESION LINEAL SIMPLE	3
3.2.2 PRUEBA DE EVALUACION DE ERRORES	3
3.2.2.1 CONSISTENCIA EN LA MEDIA	3
3.2.2.2 CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTÁNDAR	5
4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	6
5. INFORMACION Y METODOLOGIA UTILIZADA	7
5.1 INFORMACION UTILIZADA	7
5.2 METODOLOGIA	7
6. RESULTADOS	9
6.1 ANALISIS DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO	9
6.2 ANALISIS DEL REGIMEN HIDROMETRICO	14
7. CONCLUSIONES	23
8. RECOMENDACIONES	25
9. BIBLIOGRAFIA	26
10. GLOSARIO HIDROLOGICO	27

RELACION DE CUADROS, MAPAS Y FIGURAS	i
---	---

I. CUADROS	i
CUADRO No 1 RESULTADOS DE LOS TESTS ESTADISTICOS APLICADOS A LA INFORMACION PLUVIOMETRICA	8
CUADRO No 2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS E HIDROMETRICA	10
CUADRO No 3 CLASIFICACION DE EVENTOS ENSOs	9
CUADRO No 4 PRECIPITACION MEDIA MULTIANUAL Y EN EVENTOS ENSOs	13

II. MAPAS	ii
MAPA No 1 RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS	11
MAPA No 2 RED HIDROGRAFICA	12
MAPA No 3 ISOYETAS DEL ENSO 72/73	15
MAPA No 4 ISOYETAS DEL ENSO 82/83	16
MAPA No 5 ISOYETAS DEL ENSO 97/98	17
MAPA No 6 ISOYETAS MEDIAS MULTIANUALES	18
III. FIGURAS	ii
FIGURA No 1 NIVELES MEDIOS DIARIOS DEL RIO AMAZONAS EN EVENTOS ENSOs	19
FIGURA No 2 NIVELES MEDIOS MENSUALES DEL RIO AMAZONAS EN EVENTOS ENSOs	21
FIGURA No 3 NIVELES MEDIOS ANUALES DEL RIO AMAZONAS EN EVENTOS ENSOs	22

1. INTRODUCCION

El fenómeno El Niño - Oscilación del Sur (ENSO) es motivo de investigaciones desde mediados de los sesenta y es a partir de la ocurrencia del Evento ENSO 1982/83, que quedó demostrado que este fenómeno afectó a escala global. En nuestro territorio generalmente se manifiesta mediante intensas precipitaciones en la costa norte y alteraciones en el régimen hidrológico de otras cuencas hidrográficas.

El presente estudio se realiza en la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho, en el análisis hidrometeorológico se estableció tres formas de comparación, el primero fue del período de 1969/70-1997/98, el segundo de 1969/70-1982/83 y el tercero fue en forma puntual, años de presencia de eventos ENSOs (clasificación según SENAMHI 1969/70, 1972/73, 1976/77, 1982/83, 1986/87, 1991/92 y 1997/98), con el fin de establecer patrones de comportamiento, que permitirá mejorar los modelos de pronóstico, mitigar los efectos negativos y aprovechar los efectos positivos de tales eventos.

2. OBJETIVO

Evaluar el comportamiento del régimen pluviométrico e hidrológico de la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho durante la presencia de eventos ENSOs.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 EVENTOS ENSOs

La ocurrencia de eventos "ENSOs" se atribuye a procesos complejos de interacción océano - atmósfera, acontecimientos responsables de impactos a escala mundial de corto, mediano y largo plazo. Desde el punto de vista oceanográfico "El ENSO" se manifiesta por la presencia de masas de agua de temperatura elevada (anomalías positivas) en el Océano Pacífico Ecuatorial, frente a Ecuador y Perú, en el lapso de cuatro meses consecutivos. Y desde el punto de vista atmosférico se presenta aguas cálidas sobre el Pacífico Ecuatorial, precedida por un debilitamiento del Anticiclón del Pacífico Sur manifestándose con una disminución de la presión atmosférica en el Pacífico Oriental evaluado en Tahití y un aumento de presiones sobre el Pacífico Occidental evaluada en Darwin.

En el Perú, "El ENSO" esta asociado a un aumento de temperatura superficial del agua de mar y del aire; presentándose en la región costera del norte lluvias torrenciales e inundaciones, sin embargo en la costa sur se presenta deficiencias de precipitaciones mientras que para la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho, se caracterizará en el presente estudio.

La clasificación de los eventos "ENSOs" ha resultado siempre una tarea difícil por la complejidad del fenómeno y la cantidad de elementos que se consideran y cuantifican, tales como: las anomalías oceanográficas y atmosféricas, tiempo de inicio, duración, área de influencia, impactos sociales, económicos entre otros.

A continuación se citan 3 clasificaciones de eventos ENSOs :

- 1) CAVIEDES y WAYLEN (1987) fueron los años: 1925, 1926, 1932/33, 1939, 1941, 1943, 1953, 1957, 1965, 1972/73, 1977/78, 1982/83, 1987, 1991/93, 1997/98.
- 2) AGENCIA METEOROLÓGICA DEL JAPÓN (1993), fueron los años 1951, 1953, 1957/58, 1963, 1965, 1969, 1972/73, 1976, 1982/83, 1987, 1991/92.
- 3) SENAMHI (1999) fueron los años: 1906/07, 1911, 1918, 1925/26, 1929, 1932, 1939/41, 1943, 1951, 1953, 1957, 1965, 1969, 1972/73, 1976/77, 1982/83, 1987, 1991/93, 1997/98.

3.2 FUNDAMENTOS ESTADISTICOS UTILIZADOS

3.2.1 REGRESION LINEAL SIMPLE

La regresión lineal simple (RLS) es una técnica estadística que permite determinar cual es la naturaleza de la relación funcional de las variables, y permite predecir el valor de "Y" en función de "X" con un margen de error determinado.

La ecuación de RLS, es lineal porque genera una línea y es simple porque solamente intervienen dos variables, su expresión matemática es:

$$Y_i = \alpha + \beta X_i$$

Donde:

Y_i	:	Es una variable aleatoria dependiente
X_i	:	Es una variable aleatoria independiente
α, β	:	Parámetros de la ecuación de regresión
α	:	Es el punto de intersección entre la línea de regresión y el eje "Y"
β	:	Es el coeficiente de regresión o pendiente de la línea de regresión el mismo que explica cuan rápido aumenta o disminuye la variable independiente "Y" con un cambio de "X".

3.2.2 PRUEBAS DE EVALUACION DE ERRORES

3.2.2.1 CONSISTENCIA EN LA MEDIA

Mediante la prueba estadística de "T" de Student se analiza, si los valores promedios son estadísticamente indistinguibles, vale decir probar que ambos valores provienen de la misma población de la forma que a continuación se describe:

- 1) Mediante la prueba T se establece la hipótesis planteada (H_p) y las alternativas (H_a) posibles, así como el nivel de significación (α).

H_p	:	$\mu_1 = \mu_2$	(media poblacional)
H_a	:	$\mu_1 \neq \mu_2$	
$\alpha=0.05$			

2) Calculando Tc y Tt: $\mu_1 - \mu_2 = 0$

$$Tc = \frac{(X_1 - X_2 - (u_1 - u_2))}{Sd}$$

$$Sd = Sp * \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)$$

$$Sp = \left(\frac{(n_1 - 1) * S_1^2 + (n_2 - 1) * S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{0.5}$$

Tt por tabla:

$$\alpha = 0.05$$

$$G.L. = n_1 + n_2 - 2$$

3) Criterios de decisión

$$\begin{array}{lll} / Tc / & > & Tt \quad X_1 \neq X_2 \\ / Tc / & < & Tt \quad X_1 = X_2 \end{array}$$

Donde:

X_1, X_2	:	Medias de los períodos 1 y 2 respectivamente
n_1, n_2	:	Tamaño de los períodos 1 y 2 respectivamente
S_1, S_2	:	Desviaciones estándar de los períodos 1 y 2 respectivamente.
Sd	:	Desviación estándar de los promedios
Sp	:	Desviación estándar ponderada
Tc	:	T calculado
Tt	:	T tabulado
G.L.	:	Grados de libertad

3.2.2.2 CONSISTENCIA EN LA DESVIACION ESTANDAR

1) Mediante la prueba estadística de "F" se establece la hipótesis planteada (H_p) y la alterna (H_a), así como el nivel de significación (α).

$$\begin{array}{lll} H_p & : & \sigma_1^2 = \sigma_2^2 & \text{(media poblacional)} \\ H_a & : & \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \\ \alpha & = & 0.05 \end{array}$$

2) Calculando F_c y F_t :

$$\begin{array}{ll} F_c = S_1^2 / S_2^2 & S_1^2 > S_2^2 \\ F_c = S_2^2 / S_1^2 & S_2^2 > S_1^2 \end{array}$$

F_t por tabla

$$\alpha = 0.05$$

$$\text{G.L.N.} = n_1 - 1$$

$$\text{G.L.D.} = n_2 - 1$$

3) Criterios de decisión

$$\begin{array}{lll} / F_c / & < & F_t & S_1^2 = S_2^2 \\ / F_c / & > & F_t & S_1^2 \neq S_2^2 \end{array}$$

En el caso de que los parámetros de la media y desviación estándar resulten estadísticamente iguales ($\mu_1 = \mu_2$ y $S_1^2 = S_2^2$) la información original no se corrige por ser consistente en el 95% de probabilidad, aún cuando en el doble masa se observe quiebres, en caso de obtener una expresión diferente a la referida anteriormente, se corrige mediante una ecuación que permite mantener los parámetros del período más confiable, y con la siguiente expresión se corrige el primer período:

$$X'(t) = \frac{(X_t - X_1) * S_2}{S_1} + X_2$$

Para la corrección del segundo período es:

$$X'(t) = \frac{(Xt - X_2) * S_1}{S_2} + X_1$$

Donde:

X'(t)	:	Valor corregido
X(t)	:	Valor a ser corregido
Fc	:	F calculado
Ft	:	F tabulado
G.L.N.	:	Grados de libertad del numerador
G.L.D.	:	Grados de libertad del denominador

4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La cuenca amazónica peruana, está localizada al este de la cordillera occidental andina, comprende la cuenca del río Ucayali, Marañón, Huallaga Madre de Dios y Putumayo. El río Amazonas es el más grande del mundo y forma la red de vías fluviales navegables más extensas e importantes de la superficie terrestre, su nacimiento se ubica en las coordenadas 15° 30' 49'' latitud sur y 71° 40' 36'' longitud oeste y a una altitud de 5 597 msnm, en el nevado del Mismi, departamento de Arequipa (Perú); en territorio peruano posee una longitud de 3 713 km y llega a tener casi 7 000 km hasta su desembocadura en el Atlántico.

El área de estudio será el comprendido por el río Amazonas propiamente dicho, geográficamente ubicado entre los meridianos 70° y 74° de longitud oeste y entre los paralelos 0° y 6° de latitud sur, abarca una superficie de 154 336 Km², carece de accidentes geográficos significativos, pues presenta un relieve topográfico que fluctúan de 0 msnm a 250 msnm, característica que lo clasifica como llanura amazónica (Atlas Universal, 1997).

La subcuenca del río Amazonas propiamente dicho, presenta por su margen izquierda al río Itaya, Nanay y Napo este último nace en territorio ecuatoriano y es río peruano desde la confluencia con el río Yasuni, Ampiyacu y Cajocumal. Y por la margen derecha al río Yavari-Yaquerana, sirve de límite al Perú con Brasil y el río Putumayo que sirve de límite al Perú con Colombia.

5. INFORMACION Y METODOLOGIA UTILIZADA

5.1 INFORMACION UTILIZADA

Precipitación total mensual
Nivel medio diario

La información de ambas variables fueron acopiadas para el período 1969/70 al 1997/98 de un total de 20 estaciones meteorológicas (7 Climatológicas Ordinarias, 11 Pluviométricas, 1 Climatológica Principal y 1 Sinóptica) y 1 estación hidrométrica (ver mapa N° 1).

5.2 METODOLOGIA

5.2.1 ANALISIS DE PRECIPITACION

- La selección de estaciones meteorológicas e hidrométrica tuvo en cuenta la ubicación geográfica (espacial) de las mismas. Se uniformizó las series pluviométricas y de niveles de agua en años hidrológicos (Del 1° de Setiembre de un año X al 31 de Agosto de un año X+1) y se determinó dos períodos de análisis 1969/70-1983/84 y 1969/70-1997/98 con fines de realizar el control de calidad de la información.
- Las 20 estaciones meteorológicas se dividieron en tres grupos: A, B y C en función a la equidistancia entre ellas, la altitud y similitud en sus condiciones físicas
- La consistencia de los datos de precipitaciones se inicio con la elaboración de hidrogramas en cada estación, con fines de visualizar información inconsistente, saltos y tendencias, no encontrándose incoherencias, se empleo la técnica de la "curva de doble masa", asimismo de este ultimo se seleccionó una estación idónea, la cual deberá cumplir las siguientes características: mayor cantidad de información medida insitu, equidistancia entre las estaciones comprendidas en cada grupo, altitudes y áreas de influencia de condiciones físicas similares. Este procedimiento se empleo para los tres grupos.
- En el análisis estadístico se empleo los tests de T student y F de Fisher. En el grupo A se analizó a la estación Angamos, en el grupo B, a la estación Fco de Orellana y en el grupo C a la estación Curaray coincidentemente para las 3 estaciones se analizo el tramo 2, sólo en la estación del grupo B tuvo que corregirse por no presentar homogeneidad en la media, estos resultados se muestran en el cuadro N° 1.

CUADRO N° 1 RESULTADOS DE LOS TESTS ESTADISTICOS APLICADOS A LA INFORMACION PLUVIOMETRICA

PARAMETROS ESTADISTICOS	GRUPOS			
	A	B		C
	E. Angamos	E. Fco. Orellana		E. Curaray
n_1	10,00	13,00	13,00	5,00
n_2	20,00	16,00	16,00	12,00
X_2	662,90	902,70	902,70	2342,70
S_2	528,20	898,10	1034,40	1042,30
X_1	2204,60	4109,70	4109,70	3921,00
X_2	2254,30	2363,00	2474,50	2802,40
T_c	-0,22	5,19	-4,47	1,39
T_t	2,05	2,05	2,05	2,13
F_c	1,58	1,01	1,31	5,05
F_t	2,43	2,48	2,48	5,67
Consistencia:	$X_1 = X_2$	$X_1 \neq X_2$	$X_1 = X_2$	$X_1 = X_2$
	$S_1^2 = S_2^2$	$S_1^2 \neq S_2^2$	$S_1^2 = S_2^2$	$S_1^2 = S_2^2$
		$X't = (X_t - X_2) * S_1 / S_2 + X_1$		
	Sí	No	Sí	Sí

X' t: Ecuación de corrección

E : Estación

- La completación de datos faltantes, se realizó con el método de RLS, en las estaciones comprendidas en el grupo A se realizó con la estación Requena, para las del grupo B con la estación Tamishiyacu y para las del grupo C con la estación Teniente López .
- Se extendió información mediante la RLS a la estación Iquitos, 3 años.
- La precipitación areal se determinó mediante el método de isoyetas, cuyo trazado se obtuvo con el programa surfer y las áreas entre las isoyetas se cuantificó con ayuda de un planímetro digital PLACOM KP ' 82 N. Del mismo modo se elaboró mapas para la media multianual del período 1969/70-1997/98 y del período 1969/70-1983/84 y mapas para los años ENSOs 1972/73, 1982/83 y 1997/98.
- En cuanto al análisis hidrológico los datos registrados se procesó y determinó cuadros, información estadística y limnigramas de niveles medios diarios, medios mensuales y medios anuales.

6. RESULTADOS

6.1 ANALISIS DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO

En el cuadro N° 2 se lista la ubicación geográfica de la red hidrometeorológica e hidrométrica utilizada, en el mapa N° 1 se muestra la distribución espacial de las estaciones hidrometeorológicas e hidrométrica y en el mapa N° 2 se observa la red hídrica en la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho, con sus principales afluentes (río Napo, río Nanay, río Itaya y río Tamishiyacu).

En el cuadro N° 3 se muestran la clasificación según intensidad de eventos ENSOs presentados durante el período 1969/70-1997/98 y los cuales se analizarán.

CUADRO N° 3 CLASIFICACION DE EVENTOS ENSOs

ENSOs	INTENSIDAD
1969/70	Débil
1972/73	Fuerte
1976/77	Débil
1982/83	Muy Fuerte
1986/87	Moderado
1991/92	Moderado
1997/98	Fuerte

Fuente: SENAMHI 1999

Los eventos 1969/70 y 1976/77 de intensidad débil tuvieron un comportamiento pluviométrico cuasi normal, sin embargo los eventos 1987/88 y 1991/92 calificados con intensidad moderada repercutieron en el régimen pluviométrico deficitariamente, en promedio el déficit fue de 10 % respecto a la normal en la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho.

De estos eventos se estudiará en detalle a los eventos ENSOs 1972/73, 1982/83 y 1997/98 debido a los impactos socioeconómicos causados a nivel nacional.



CUADRO No 2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LAS DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS E HIDROMETRICA

ESTACIONES	RIO	CUENCA	DEPARTA.	PROVINCIA	DISTRITO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	TIPO DE ESTACION
METEREOLÓGICAS									
GRUPO A									
ANGAMOS	Amazonas	Yavari-Yaquerana	Loreto	Maynas	Yaquerana	72° 53'	5° 10'	250	CO
BRETAÑA	Ucayali	Bajo Ucayali	Loreto	Puinahua	Puinahua	74° 21'	5° 15'	200	PLU
TAMANCO	Ucayali	Bajo Ucayali	Loreto	Requena	E. San Martin	74° 17'	5° 47'	200	CP
NAUTA	Marañón	Bajo Marañón	Loreto	Loreto	Nauta	73° 35'	4° 30'	111	PLU
REQUENA	Ucayali	Bajo Ucayali	Loreto	Requena	Requena	73° 32'	5° 05'	200	PLU
FLOR DE PUNGA	Ucayali	Bajo Ucayali	Loreto	Requena	Capelo	74° 09'	5° 23'	150	PLU
GRUPO B									
STA.RITA CASTILLA	Marañón	Bajo Marañón	Loreto	Loreto	Parinari	74° 22'	4° 36'	100	PLU
STA.CLOTILDE	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Napo	73° 42'	2° 28'	250	CO
CABALLOCOCHA	Amazonas	Amazonas	Loreto	R. Castilla	R. Castilla	70° 32'	3° 54'	84	CO
TAMISHYACU	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	F. Lores	72° 17'	3° 26'	105	CO
PEBAS	Amazonas	Amazonas	Loreto	R. Castilla	Pebas	71° 52'	3° 26'	100	CO
FCO.ORELLANA	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Las Amazonas	72° 47'	3° 25'	150	PLU
STA. MARIA DE NANAY	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Alto Nanay	73° 40'	3° 05'	120	PLU
IQUITOS	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Iquitos	73° 15'	3° 45'	126	S
GRUPO C									
CONTAMANA	Ucayali	Bajo Ucayali	Ucayali	Ucayali	Contamana	74° 55'	7° 17'	134	PLU
CORBATA	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Putumayo	70° 59'	2° 17'	200	CO
TENIENTE LOPEZ	Marañón	Tigre	Loreto	Loreto	Tigre	76° 13'	2° 32'	280	CO
ARICA	Amazonas	Napo	Loreto	Maynas	Napo	75° 12'	1° 36'	250	CO
CURARAY	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Napo	74° 06'	2° 22'	200	CO
CABO PANTOJA	Amazonas	Napo	Loreto	Maynas	T. Causano	75° 12'	0°58'	200	CO
HIDROMETRICA									
ENAPU PERU	Amazonas	Amazonas	Loreto	Maynas	Punchaca	73° 14'	3° 43'	106	LM



En el cuadro N° 4 se muestra las precipitaciones medias multianuales según años cronológicos e hidrológicos y la precipitación total anual en los eventos ENSOs 1972/73, 1982/83 y 1997/98. Cabe mencionar la precipitación total anual en años cronológicos e hidrológicos difieren en 1 % en promedio.

Las precipitaciones medias multianuales y/o normales del período 1969/70-1983/84 fluctuaron de 1354 mm a 3547,9 mm y la del período 1969/70-1997/98 variaron de 1652,3 mm a 3159,9 mm.

CUADRO N° 4 PRECIPITACION MEDIA MULTIANUAL Y EN EVENTOS ENSOs

ESTACIONES METEOROLOG.	NORMAL O PROMEDIO		EVENTOS ENSOs		
	AÑO CRONOLOG.	AÑO HIDROLOG.	1972/73	1982/83	1997/98
Grupo A					
Flor de Punga	1564,5	1558,8	2614,3	1651,1	1066,8
Requena	2054,6	2039,6	2861,9	1649,6	2785,1
Bretaña	2408,7	2417,2	2964,4	2561,0	2052,9
Angamos	2230,0	2232,0	1642,0	2232,6	3100,7
Tamanco	2185,9	2208,8	1895,0	1989,4	1048,0
Nauta	2498,4	1354,0	2480,0	2552,6	1352,1
Grupo B					
Tamishiyacu	2831,8	2844,4	3176,5	4309,5	3426,2
Sta. M. de Nanay	2415,6	2444,2	2439,0	2850,0	1604,7
Fco. Orellana	3501,8	3547,9	3822,2	4272,5	3731,0
Iquitos	2887,6	2888,1	3325,6	3420,7	3346,2
Pebas	3263,0	3156,3	3668,0	3583,4	3451,1
San Clotilde	2945,6	2943,1	3260,0	3154,0	2916,3
Caballococha	2480,6	2481,1	2832,9	1953,8	3072,6
Sta. Rita de C.	2592,7	2593,9	2615,0	2471,4	2804,0
Grupo C					
Contamana	947,3	1652,3	1393,8	1812,4	*
Corbata	3871,7	2525,7	3465,0	4352,0	*
Tnte. Lopez	2891,0	2935,6	3590,8	2509,9	*
Arica	2423,8	2437,8	2385,4	2457,0	*
Curaray	3160,5	3159,9	3022,7	3022,0	*
Cabo Pantoja	2201,7	2173,1	2098,0	2307,4	*

(*) Estaciones clausuradas en 1 984

En el mapa N° 3 se observa la distribución espacial de las precipitaciones registradas durante el ENSO 1972/73, que se caracteriza por presentar lluvias localizadas formando núcleos de 2000 mm a 3800 mm.

El ENSO 1972/73 presentó un superávit en el régimen pluviométrico de 11% respecto a su normal o promedio histórico. La precipitación areal durante este año fue 2024,0 mm.

En el mapa N° 4 se muestra el comportamiento pluviométrico del ENSO 82/83, durante este evento también se presentó lluvias localizadas fluctuantes de 1800 mm a 3600 mm, pero de magnitudes inferiores al ENSO 1972/73.

Las precipitaciones durante el ENSO 1982/83 presentaron superávit en promedio de 6% comparado con su normal o promedio histórico. La precipitación areal fue de 2742,2 mm.

En el mapa N° 5 se presenta el régimen pluviométrico durante el ENSO 1997/98 este se caracterizó por presentar lluvias distribuidas cuasi uniforme, a excepción del área comprendida por las isoyetas de 3600 mm y 3800 mm, que abarcó 19 360 km². La precipitación areal durante este año fue de 3033,0 mm.

En el mapa N° 6 se muestra la precipitación media multianual y/o normal del período 1969/70-1983/84 (líneas celestes) esta se caracterizó por presentar núcleos de 1800 mm anuales, sin embargo la del período 1969/70-1997/98 (líneas azules) muestra lluvias uniformemente distribuidas.

La magnitud de la precipitación areal fue 2501,0 mm para el primer período y 2927,4 mm para el segundo período ambos difieren significativamente, debido que en este último período están incluidos 3 eventos ENSOs (1987/88, 1991/92 y 1997/98).

6.2 ANALISIS DEL REGIMEN HIDROMETRICO

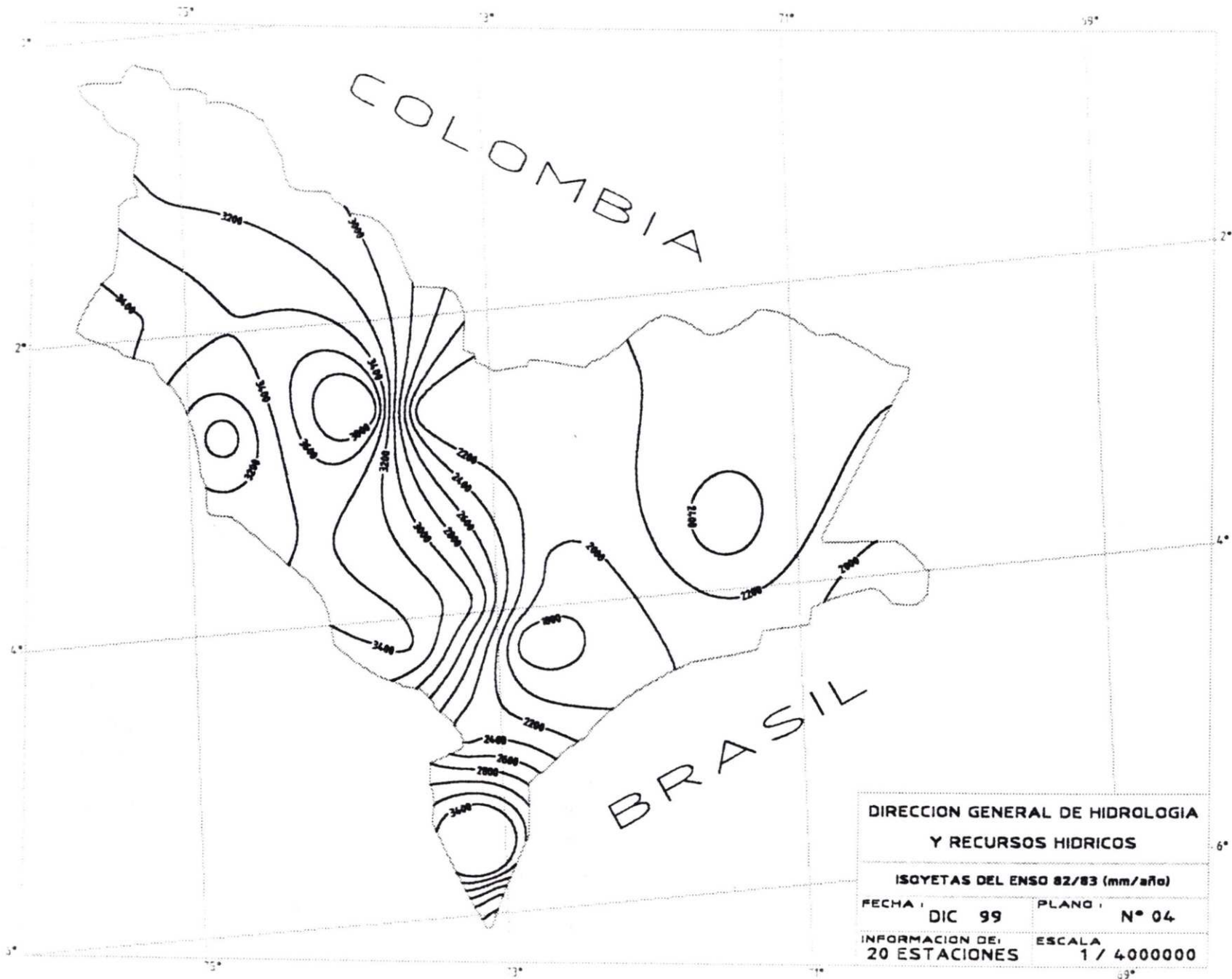
En la Fig. N° 1 se muestra las fluctuaciones de los niveles medios diarios en años ENSOs, las cuales se caracterizaron por presentar forma sinusoidal ascendente durante setiembre a octubre y descendente de julio a agosto, el período de noviembre a junio se comporta semejante a una letra "M" oblicua con dos máximas en febrero y mayo, la primera máxima ligeramente inferior a la segunda máxima.

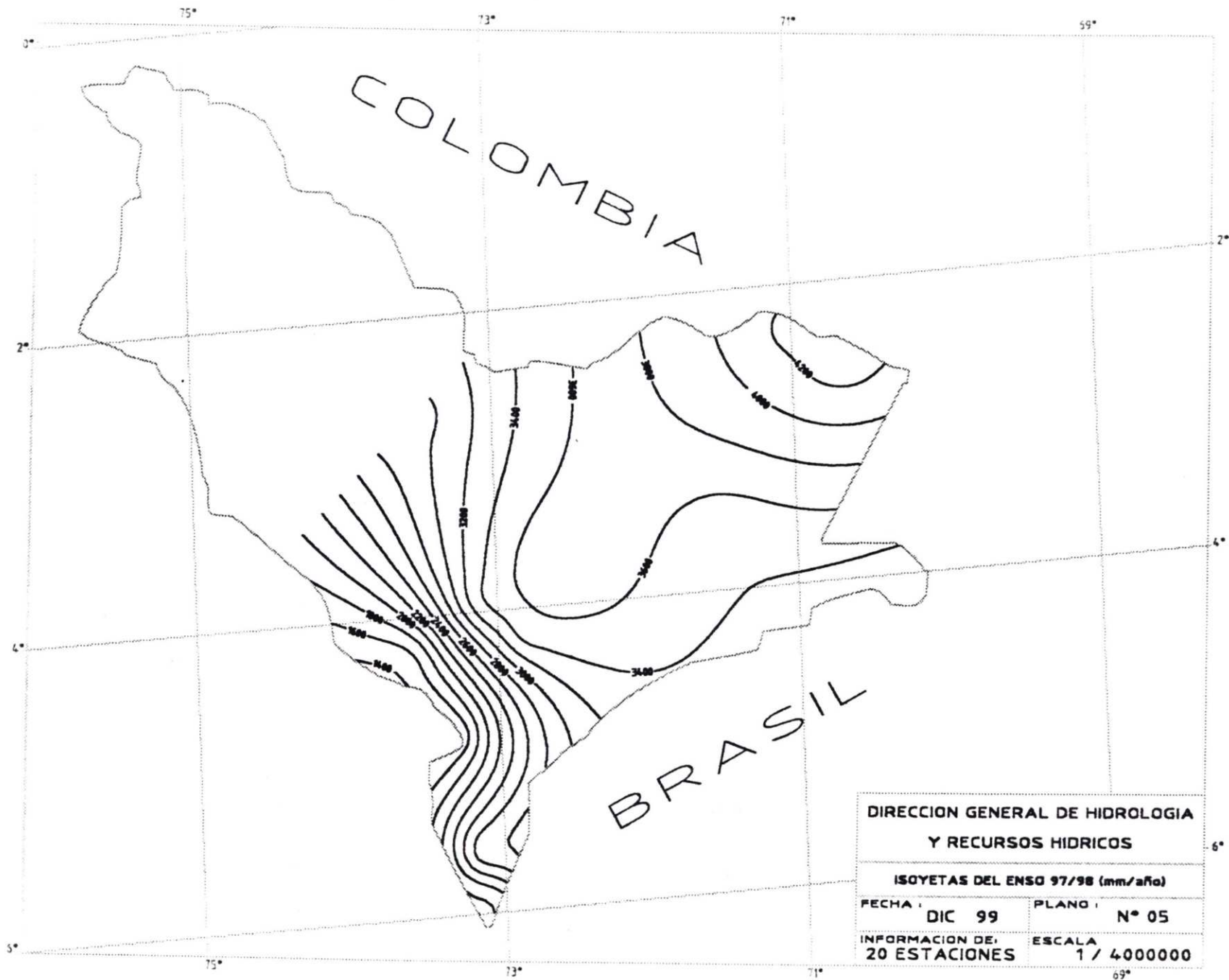


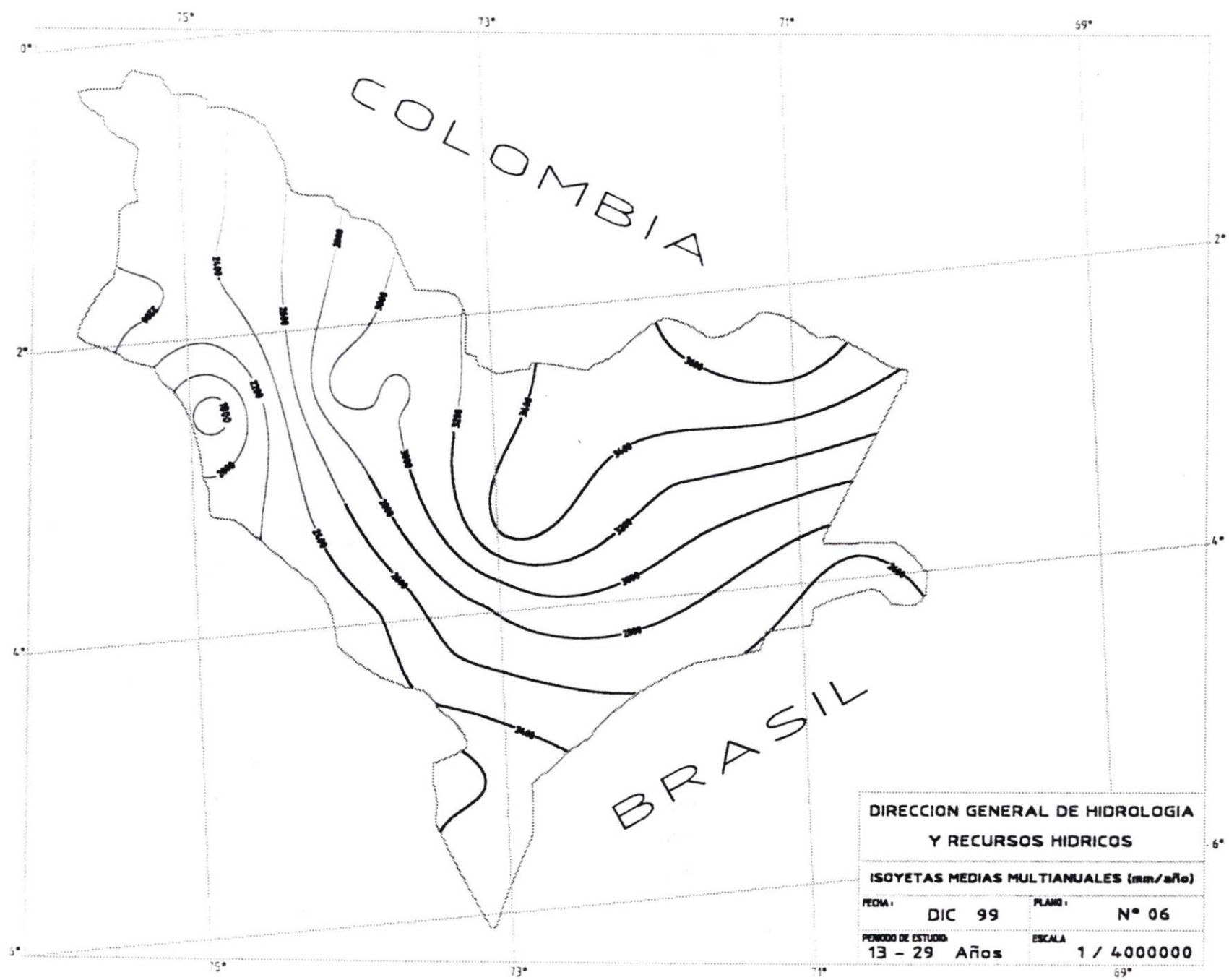
DIRECCION GENERAL DE HIDROLOGIA
 Y RECURSOS HIDRICOS

ISOYETAS DEL ENSO 72/73 (mm/año)

FECHA : DIC 99	PLANO : N° 03
INFORMACION DE: 20 ESTACIONES	ESCALA 1 / 4000000

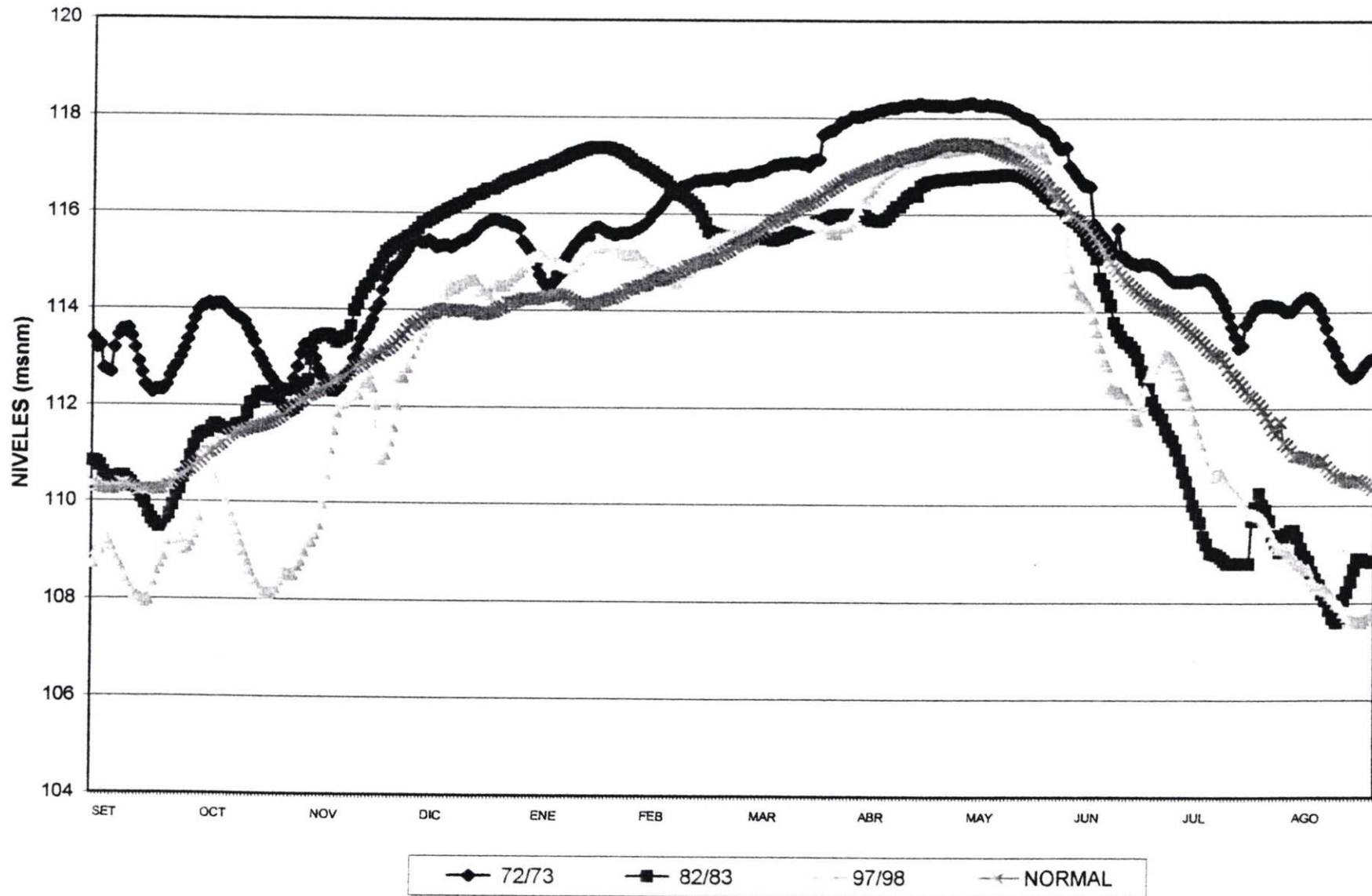






DIRECCION GENERAL DE HIDROLOGIA Y RECURSOS HIDRICOS			
ISOYETAS MEDIAS MULTIANUALES (mm/año)			
FECHA:	DIC 99	PLANO:	N° 06
PERIODO DE ESTUDIO:	13 - 29 Años	ESCALA:	1 / 4000000

FIG. No 1 NIVELES MEDIOS DIARIOS DEI RIO AMAZONAS
EN EVENTOS ENSOs
ESTACION ENAPU PERU



En la Fig. N° 2 se muestra las variaciones de los niveles medios mensuales en años ENSOs, en el que observa una tendencia de ascenso progresivo durante setiembre a diciembre y una tendencia descendente de junio a agosto. De enero a mayo presentó ascensos y descensos aleatorios, en este último mes alcanzó los valores más altos, que ocasionaron desbordes e inundaciones, especialmente en las localidades ubicadas en el Bajo Amazonas. Cabe mencionar que en mayo/81 alcanzó un nivel medio mensual máximo de 119,3 msnm valor superior en 5,4 m a su normal o promedio histórico del mismo mes.

En la Fig. N° 3 se muestra la fluctuación de los niveles medios anuales en el años ENSOs, en el que resalta los valores alcanzados por el ENSO 1972/73, este presentó un nivel medio anual en superávit de 1,5 m respecto a la normal o promedio histórico (113,9 msnm).

El nivel medio anual del ENSO 1982/83 fue en magnitud cuasi igual a la normal o promedio histórico sin embargo el ENSO 1997/98 fue deficitario en 1,0 m respecto a la normal o promedio histórico.

El nivel medio anual máximo registrado en la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho se registró en el año 1971/72 (115,6 msnm) y el mínimo en el año 1991/92 (112,0 msnm); en el primero se mantuvieron niveles hasta el año 1974/75, sin embargo el segundo fue considerado como un año de características de comunes.

FIG. No 2 NIVELES MEDIOS MENSUALES DEL RIO AMAZONAS
 EN EVENTOS ENSOs
 ESTACION ENAPU PERU

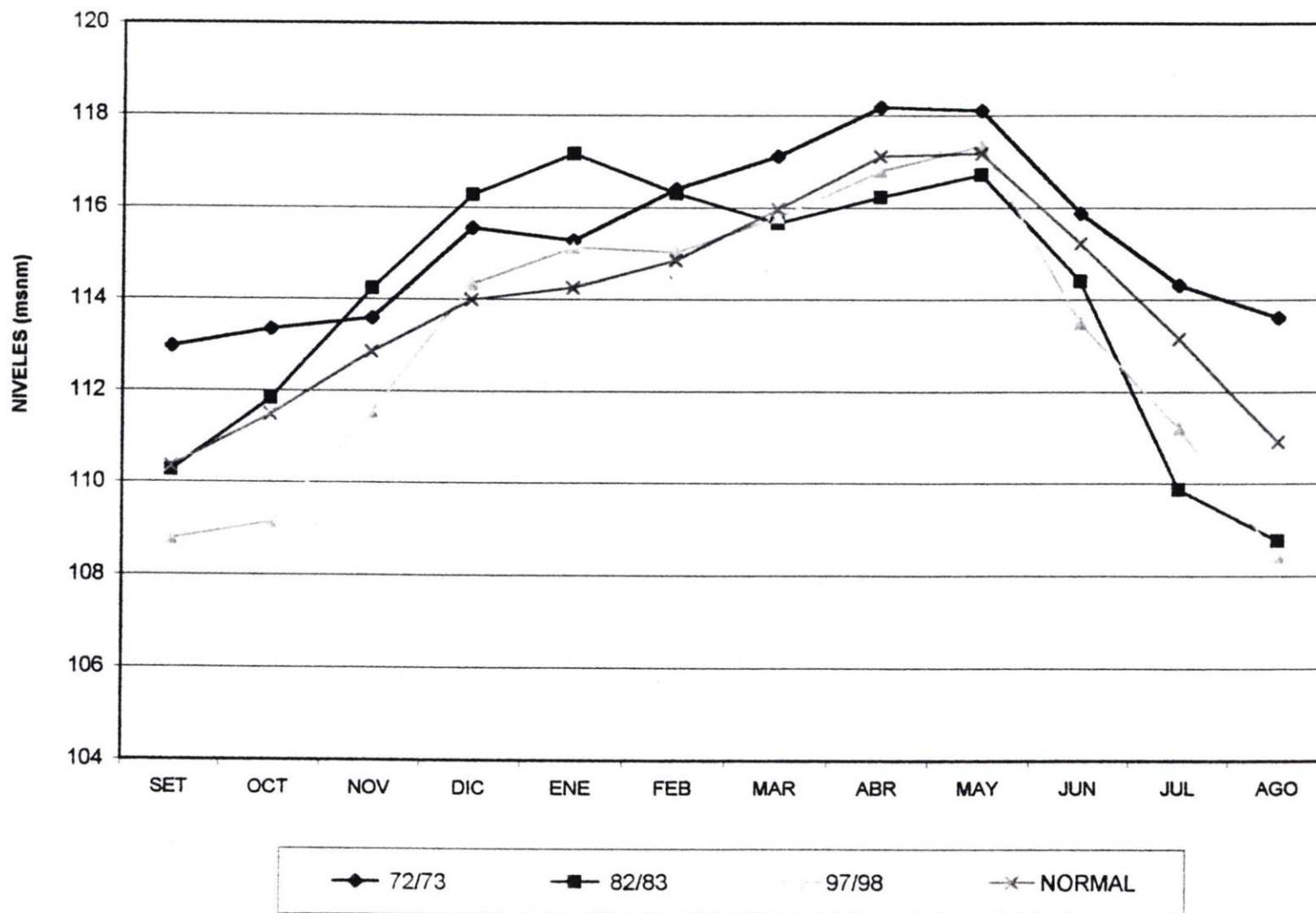
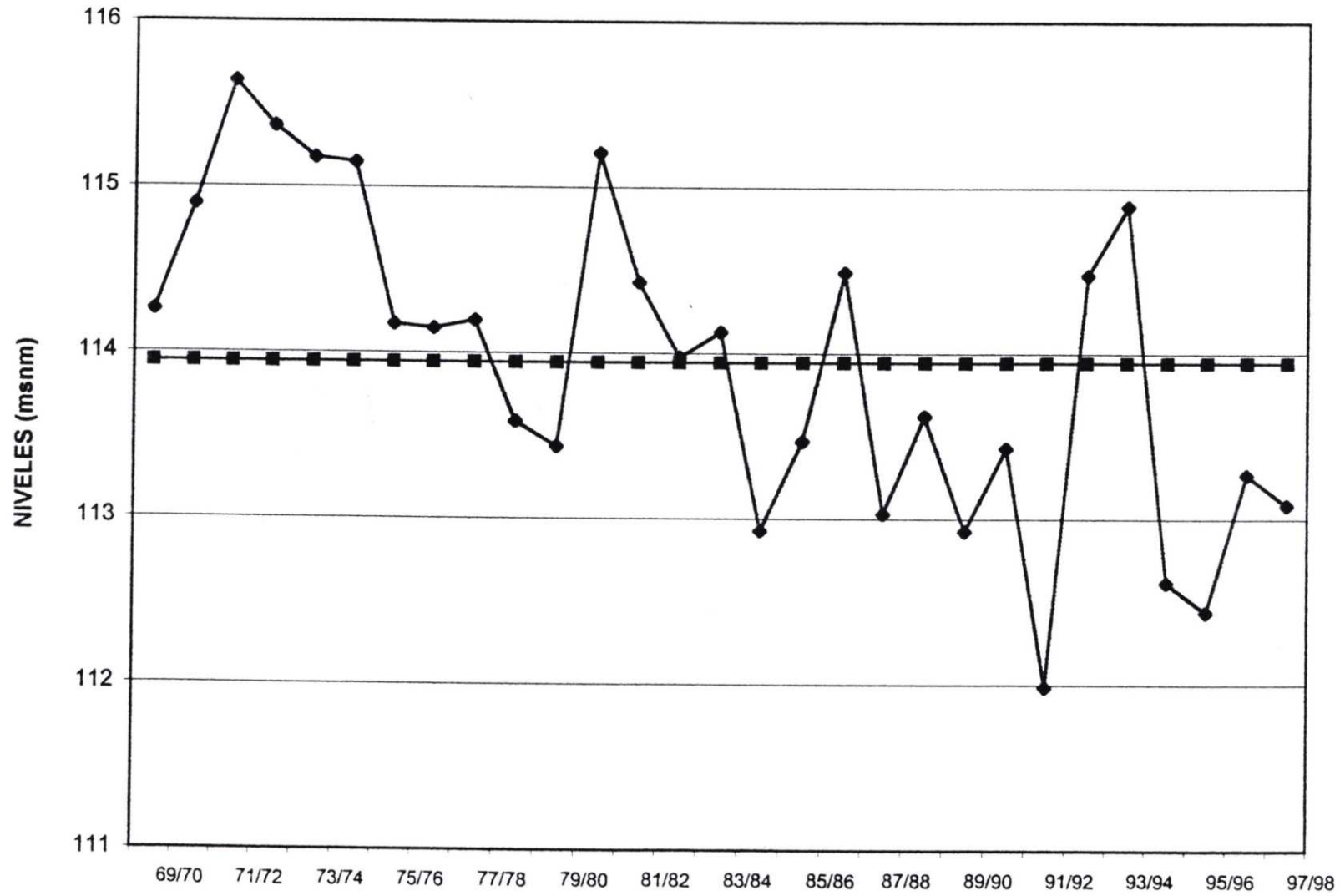


FIG. No 3 NIVELES MEDIOS ANUALES DEL RIO AMAZONAS
ESTACION ENAPU PERU



7. CONCLUSIONES

1. En la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho, las precipitaciones areales en años ENSOs se registro valores de 2824,0 mm el 72/73, 2742,2 mm el 82/83 y 3033,0 mm el 97/98. Durante el ENSO 1997/98 se presentó un área de recepción máxima (19 360 Km²) de lluvias totales anuales que fluctuaron entre 3600 mm y 3700 mm. Las precipitaciones areales de la normal o promedio histórico del período 1969/70-1983/84 fue 2501,0 mm y del periodo 1969/70-1997/98 fue 2927,4 mm.
2. Los niveles medios diarios durante eventos ENSOs, presentaron un comportamiento sinusoidal asimétrico ligeramente ascendente de setiembre a noviembre y descendente de julio a agosto. De diciembre a junio, la forma es similar a una letra "M" oblicua debido a la presencia de dos máximas, presentadas en el mes de febrero y mayo respectivamente las magnitudes de la primera son inferiores a la de la segunda.
3. El ENSO 1972/73 causó el mayor impacto socioeconómico en la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho debido al superávit pluviométrico de 11% e hidrométrico de 1,5 m respecto a su normal o promedio histórico.
4. Los ENSOs 1969/70, 1976/77 y 1982/83 se caracterizaron por presentar comportamientos hidrometeorológicos similares a su normal o promedio histórico, sin embargo los ENSOs 1987/88, 1991/92 y 1997/98 fueron deficitarios, en promedio, en el régimen pluviométrico en 8 % y en el régimen hidrométrico en 1 m respecto a su normal o promedio histórico.
5. El ENSO 1991/92 presentó déficit de precipitaciones sobre gran parte de la región tropical alcanzando, en promedio 15 % asimismo, los niveles fueron inferiores en 2,1 m con respecto a su normal o promedio histórico.
6. El impacto de los ENSOs, en la subcuenca del río Amazonas, se caracterizó por registrar precipitaciones significativas, que incrementaron ligeramente el nivel del río Amazonas propiamente dicho . Cabe mencionar que a lecturas superiores a 117,5 msnm provoca deslizamientos e inundaciones afectando a las localidades asentadas en las riberas del río (Iquitos, Pebas, Punchana, Caballococha principalmente).

7. El comportamiento hidrometeorológico de la subcuenca del río Amazonas propiamente dicho depende significativamente de factores físicos y de dinámica atmosférica, relacionadas fundamentalmente con las incursiones de masas de aire húmedo y cálido provenientes de la Vertiente del Atlántico y en menor magnitud por los sistemas frontales del sur y la zona de convergencia intertropical, estableciéndose que cuando las intensidades de los ENSOs son "fuertes" genera un superávit significativo del régimen pluviométrico respecto a su normal o promedio histórico, sin embargo no se ha encontrado relación con el régimen hídrico.

8. RECOMENDACIONES

1. Para mejorar el análisis hidrometeorológico de la cuenca Amazónica es recomendable reactivar las estaciones meteorológicas: Cabo Pantoja , Curaray , Arica, Pantoja y Corbata, paralizadas desde el año 1984 .
2. El programa de surfer fue aplicado a la subcuenca río Amazonas favorecidos por su topografía, se recomienda aplicar el mismo programa, para altitudes mayores a los 250 msnm.
3. Se debería realizar el evaluar también caracterizar la conducta hidrometeorológica en años de presencia de "La Niña" con fines de establecer sus impactos socioeconómicos en la subcuenca del río Amazonas.

9. BIBLIOGRAFIA

1. AGENCIA METEOROLOGICA DEL JAPON (1993)
2. DIAZ TINEO FEDERICO (1997) Atlas Universal y del Perú. Ed. Bruño.
3. SENAMHI-CORDELOR (1987), Atlas Climático del departamento de Loreto
4. OMM/UNESCO (1997), Hay suficiente agua en el mundo?
5. OMM (1996), Glosario Hidrometeorológico
6. SENAMHI (1999), Fenómeno EL NIÑO 1997/98
7. SENAMHI-DGH (1999), Atlas Hidrológico
8. SENAMHI-DGH (1995), Comportamiento de los principales ríos del territorio peruano durante el año hidrológico 1994/95 .
9. VITO ALIAGA ARAUJO (1983), Tratamiento de datos hidrometeorológicos.
10. WENDOR CHEREQUE (1986), Hidrología.

10. GLOSARIO HIDROLOGICO

1. CUENCA HIDROGRAFICA.- área que tiene salida única para su escorrentía superficial.
2. ESTACION HIDROLOGICA.- Lugar donde se efectúan observaciones de uno o varios elementos (nivel de agua superficial y/o caudales), necesarios para la investigación de fenómenos hidrológicos.
3. NIVELES DE AGUA.- Cota de superficie libre de una masa de agua respecto de un plano de referencia.
4. PRECIPITACIONES.-
 - a) Elementos líquidos ó sólidos procedentes de la condensación del vapor de agua que caen de las nubes o son depositados desde el aire en el suelo.
 - b) Cantidad de precipitación (según la definición caída sobre una unidad de superficie horizontal por una unidad de tiempo).
5. RECURSOS HÍDRICOS.- Recursos disponibles, en cantidad y calidad suficiente, en un lugar y en un periodo de tiempo apropiado para satisfacer una demanda identificable.
6. RED HIDROMETEOROLOGICA.- Conjunto de Estaciones meteorológicas e hidrométricas, puestos en observación situados en una zona determinada (cuenca o región administrativa) que proporciona datos para estudiar el régimen pluviométrico e hidrológica.



Sede Jr. Cahuide N°785-Lima 11 Telefax 4717287-4702297 ó 4727966.
www.senamhi.gob.pe. E-mail: dgh@senamhi.gob.pe