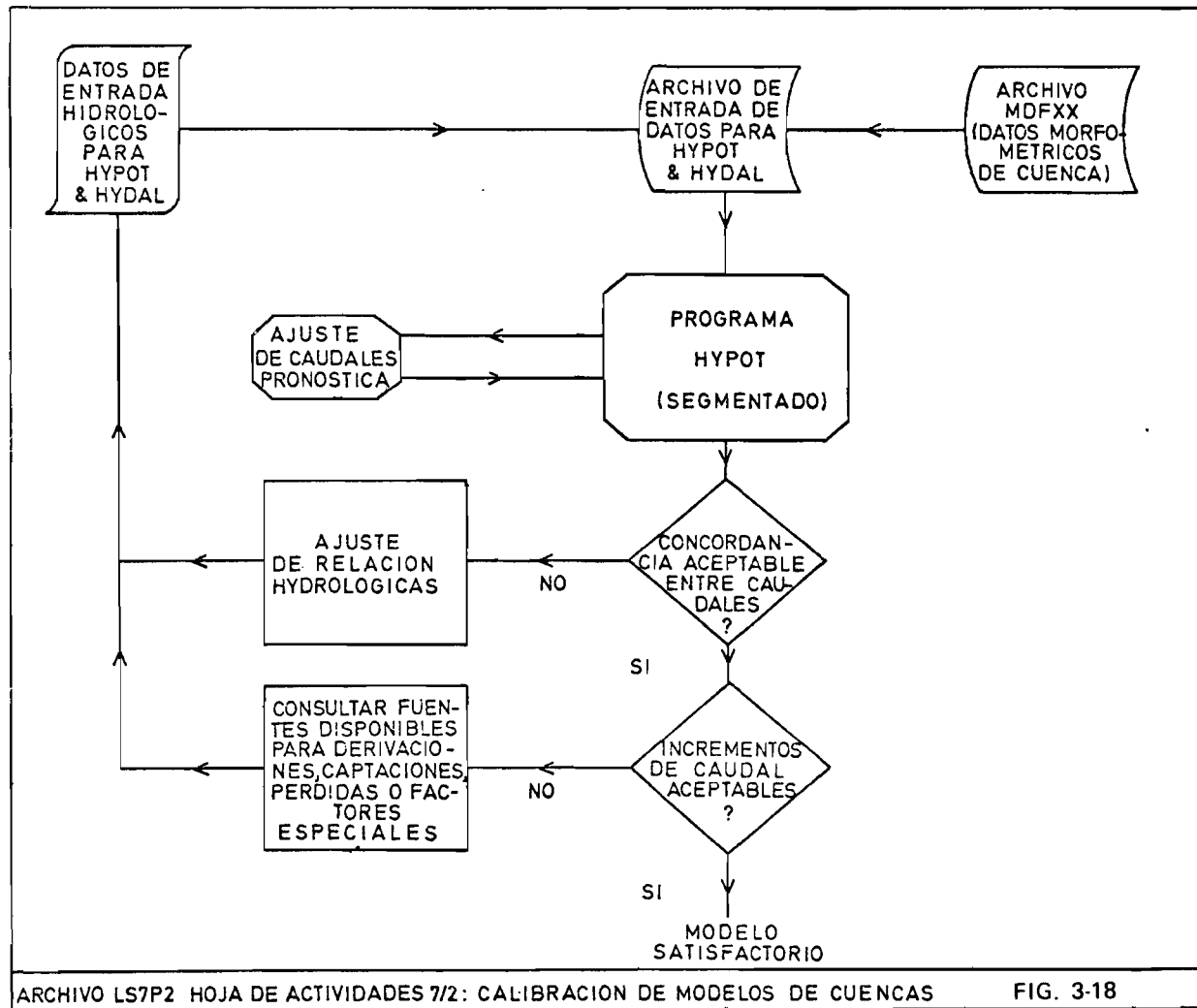
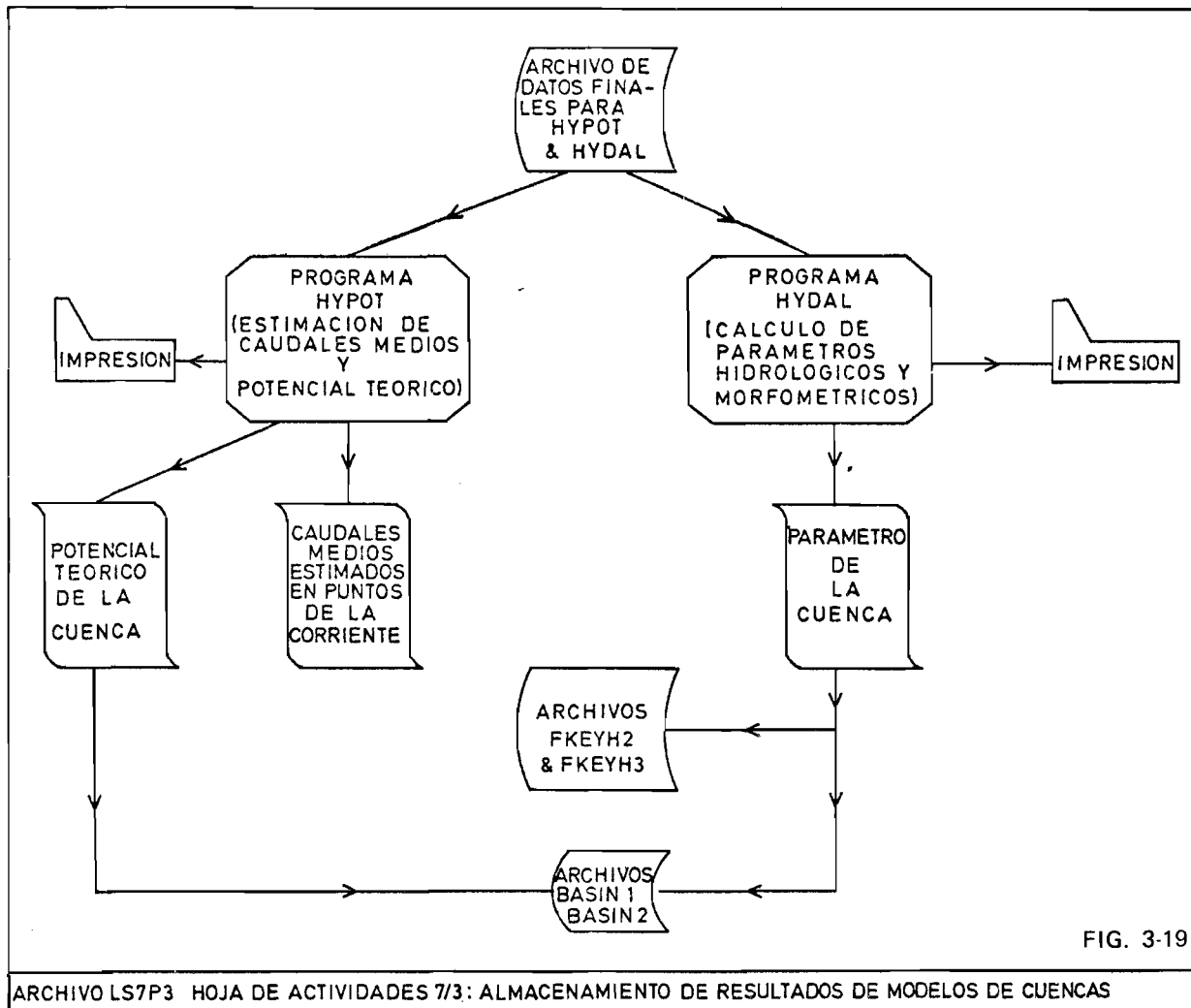


3.5 FORMULACION DE LOS MODELOS DE CUENCAS

Una característica central de las actividades hidrológicas efectuadas en el presente estudio fue el establecimiento de un modelo matemático simple para cada una de las 111 cuencas identificadas separadamente. Estos modelos tienen como función primaria la estimación de los caudales medio a largo plazo en tramos de ríos con una separación normal de 10 Km, pero por su naturaleza incluyen asimismo una gran cantidad de información topográfica. Utilizando los datos de entrada que especifican las alturas, y los caudales medios calculados, es posible también de estimar el potencial hidroeléctrico lineal.

El archivo de datos estandar descrito en la sección 2.7 forma la entrada a dos programas complementarios, HYDAL y HYMOD. El primero analiza los datos topográficos de entrada y calcula parámetros para todas las estaciones hidrométricas de control identificados dentro del sistema fluvial, según se requiere para establecer las relaciones hidrológicas en la base en la cual se estiman los caudales medios en el HYMOD. La interacción entre los dos programas y las actividades implicadas en la preparación de datos y calibración se ilustran en las Figs.3-18 y 3-19





Nombre de Programa : HYDAL

Significado : ANALISIS DE DATOS HYMOD

Autor/Programador : T.WYATT/
S.ROBINSON

Ubicación : DISCO HYMOD

Revisión: 01-03-79/WY

Lenguaje : DATA GENERAL FORTRAN IV.

Tipo de Programa : ANALITICO

Propósito :

Analizar los datos de entrada morfométricos e hidrológicos para el programa HYMOD, y facilitar la determinación de las relaciones hidrológicas requeridas por el modelo de cuencas contenido en el HYMOD.

Metodología empleada :

El programa lleva a cabo sumatorios simples de las cantidades topográficas e hidrológicas y calcula parámetros morfométricos y medias ponderadas tomando en consideración la configuración del sistema fluvial correspondiente. Se suman los valores por tramo de río y estaciones de control definidas. Se plotan las curvas entre escorrentía-precipitación y elevación.

Subrutinas :

HYDCUR
RLINT (función real)

Límites de dimensión:

Número máximo de afluentes considerados separadamente = 7; todos los otros límites como para el programa HYMOD

Archivos de entrada:

Archivo de datos de entrada, identificado por nombre de cuenca ingresado desde el terminal (9A2); ver muestra que sigue. FIG. 3-20

Formatos de Entrada :

Archivo de datos estandar 2.7

Salida :

Archivo HYDLXX donde XX es el número de código de la cuenca (Este código puede tomar hasta 6 caracteres alfanuméricos ingresados desde el terminal; el archivo de datos estandar permite sólo 3 caracteres)

Este archivo contiene las relaciones hidrológicas ploteadas para cada régimen (MAX = 3) y una tabla resumen por tramo de río de los parámetros hidrológicos y topográficos. El texto está en castellano (Ejemplo en los volúmenes VI y VII).

La salida estandar de la impresora consiste de un análisis topográfico detalla-

do para cada área de cuenca incremental y tabla resumen; parámetros topográficos e hidrológicos para regiones de cuencas hasta cada estación de aforos; regímenes hidrológicos de entrada plotados; resumen de la distribución elevación-área. El texto está en inglés y sigue un ejemplo. FIG. 3-21

Si se requiere se puede suprimir la salida de la impresora escribiendo al archivo "SCRATCH".

PROYECTO EVALUACION DEL POTENCIAL
 HIDROELECTRICO NACIONAL
 MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS
 P E R U

ASISTENCIA TECNICA DE LA
 REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA
 CONSORCIO LAHMEYER-SALZGITTER

REVISION 12/2/79/WY

	1	1	1	2	1	10	0	1	10	0	1						
4000																	
1000		1250		1500		1750		2000		2250		2500		2750		3000	3
320		380		420		480		540		600		680		800		920	10
04CHAMAYA			29	1	13	2	5	1									
1CALLAYUC			1	2				0		0							
2STA CRUZ			3	5				0		1							
2 4																	
3COCO			6	7				0		0							
4ANTA			8	9				0		0							
5BUTO SUP			10	11				0		0							
6BUTO INF			11	12				0		0							
7BARBASCO SUP			13	14				0		0							
8BARBASCO INF			14	15				0		0							
9CHONTALI °A°			16	18				0		1							
9 17																	
10CHONTALI °B°			18	21				0		2							
12 19 15 20																	
11CHONTALI °C°			21	22				0		0							
12CHAMAYA SUP			23	24				0		0							
13CHAMAYA INF			24	29				0		3							
5 25 7 26 22 27																	
1LANCHEMA			11	2.1		1				0							
5																	
2CHUNCHUQUILL			14	0.2		1				0							-1.0
7																	
3CACAO			18	24.1		2				0							
4 9																	
4CHUNCHUCA			21	28.0		3				3							
6 8 10																	
1 2 3																	
5LAS BALSAS			24	65.5		1				0							54.3
12																	
1	16	2000		10.0		2200											
2	0	950		90.0		1655											
3	23	2700		10.0		2955											
4	7	950		200.0		1725											
5	0	750		60.0		1278											
6	20	2000		20.0		2300											
7	0	705		200.0		1412											
8	16	2850		40.0		3017											
9	0	1700		170.0		2372											
10	16	1950		30.0		2050											
11	6	1500		80.0		2094											
12	0	950		140.0		1605											
13	16	1950		10.0		2050											
14	5	1450		80.0		1833											
15	0	840		20.0		1248											
16	42	2900		20.0		2900											
17	22	1700		270.0		2450											
18	12	950		340.0		1714											
19	10	900		30.0		1356											
20	6	840		100.0		1534											
21	3	710		60.0		1416											
22	0	660		200.0		1434											
23	48	840		260.0		1438											
24	41	800		150.0		1234											
										54.3							1

FIG. 3-20/1

25	33	750	180.0	1468						
26	30	705	30.0	1065						
27	25	660	90.0	1336						
28	20	610	200.0	1424						
29	0	500	290.0	1509						
	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250
	840	950	1010	1050	1080	1120	1170	1230	1330	1500
CHOT/HBAMBA	5142.5	2180.1	813.4	484.0	8.37					

```
*****
* MONTH : 4 DAY : 25 YEAR : 79 *
* HOUR : 11 MIN : 57 SEC : 4 *
*****
```

```
*****
*
* ANALYSIS OF HYPOT DATA FOR CHAMAYA RIVER BASIN , CODE NUMBER 2104 *
*
*****
```

```
*****
*
* BASIN REPRESENTATION HAS THE FOLLOWING BASIC CHARACTERISTICS :
*
*                                     NUMBER OF REACHES = 13
*                                     NUMBER OF POINTS = 29
*                                     NUMBER OF STREAMFLOW STATIONS = 5
*
*****
*                               INPUT HYDROLOGICAL RELATIONSHIPS
*****
*                               REGIME NUMBER 1
*
* ELEVATION ( METRES ) : 1000. 1250. 1500. 1750. 2000. 2250. 2500. 2750. 3000. 3250.
*
* RUNOFF ( M.M./YEAR ) : 320. 380. 420. 480. 540. 600. 680. 800. 920. 1030.
*
* RAINFALL ( M.M./YEAR ) : 840. 950. 1010. 1050. 1080. 1120. 1170. 1230. 1330. 1500.
*
* RUNOFF COEFFICIENT : 0.381 0.400 0.416 0.457 0.500 0.536 0.581 0.650 0.692 0.687
*
*****
```

FIG. 3 -21/1

 * RAINFALL(P) / RUNOFF(Q) - ELEVATION CURVE *
 * REGIME NO. 1 HMIN= 1065. HMAX= 3017. *

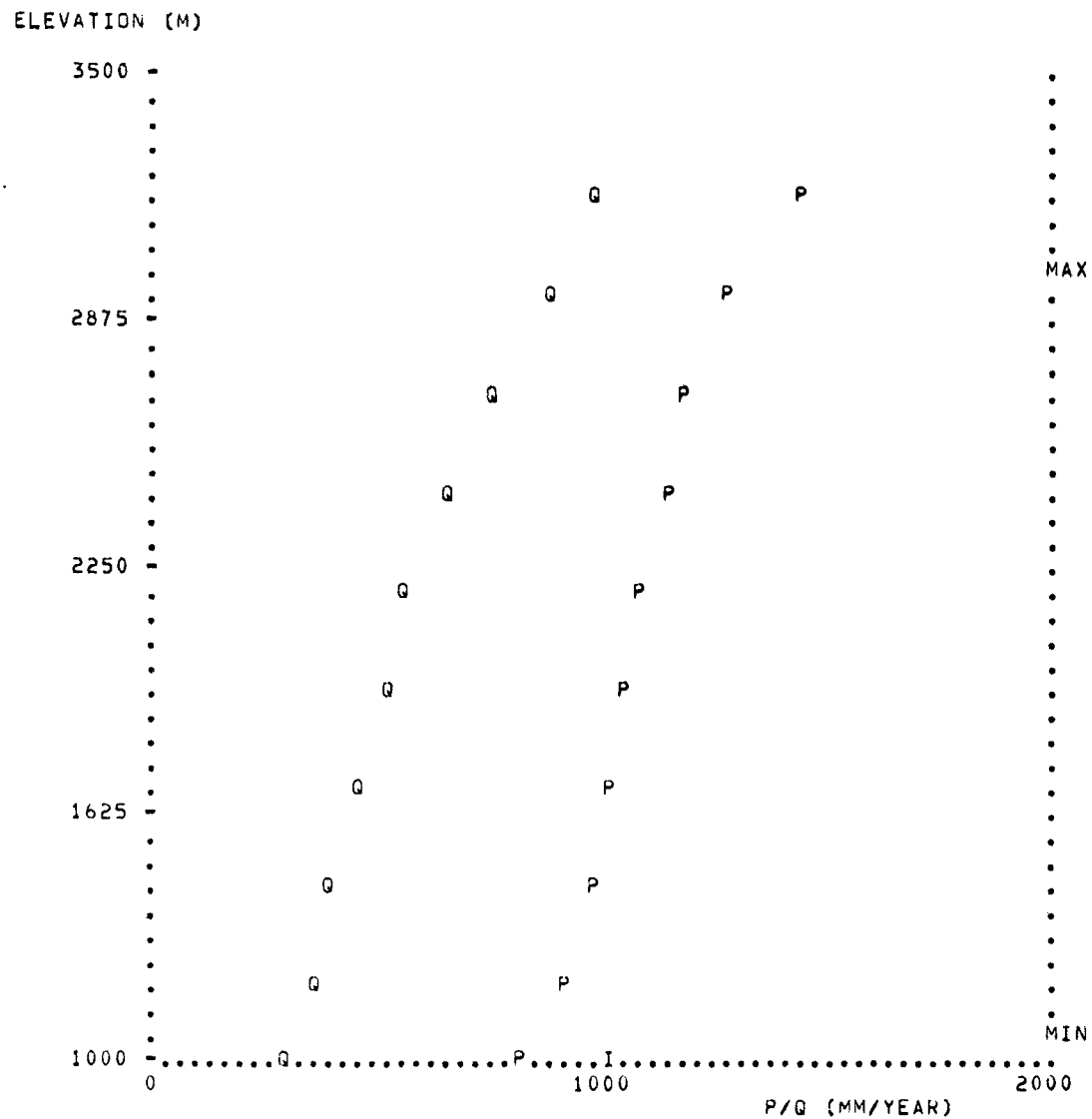


FIG. 3-21/2

```

*****
* 1      2      3      4      5      6      7      8      9      10     11     12     13     14     15     16 *
* PNT          AREA          ELEVATION          LENGTH          FALL          FORM          FACTOR          MEAN          SLOPE          DRAINAGE DENS. *
* NO.         (KM*KM)        (METRES)        (KM)            (METRES)        (-)            (-)            (%)            (1/KM)        *
* *****
*          (I)  (T) POINT MEAN(I) MEAN(A)  (I)  (T)  (I)  (T)  (I)  (A)  (I)  (A)  (I)  (A) *
*****

```

```

*****
*          CHARACTERISTICS OF RIVER REACH CALLAYUC          CODE NUMBER 1 POINTS 1 TO 2          *
*****
* 1  10.0  10.0  2000.0  2200.0  2200.0  0.0  0.0  200.0  200.0  0.000  0.000  0.00  0.00  0.000  0.000 *
* 2  90.0  100.0  950.0  1655.0  1709.5  16.0  16.0  705.0  905.0  0.352  0.391  4.41  5.66  0.178  0.160 *
*****

```

```

*****
*          CHARACTERISTICS OF RIVER REACH STA CRUZ          CODE NUMBER 2 POINTS 3 TO 5          *
*****
* 3  10.0  10.0  2700.0  2955.0  2955.0  0.0  0.0  255.0  255.0  0.000  0.000  0.00  5.66  0.000  0.000 *
* 4  200.0  210.0  950.0  1725.0  1783.6  16.0  16.0  775.0  1030.0  0.781  0.820  4.84  6.44  0.080  0.076 *
* 5  60.0  270.0  750.0  1278.0  1671.2  7.0  23.0  528.0  1558.0  1.224  0.510  7.54  6.77  0.117  0.085 *
*****

```

```

*****
*          CHARACTERISTICS OF RIVER REACH COCO          CODE NUMBER 3 POINTS 6 TO 7          *
*****
* 6  20.0  20.0  2000.0  2300.0  2300.0  0.0  0.0  300.0  300.0  0.000  0.000  0.00  6.77  0.000  0.000 *
* 7  200.0  220.0  705.0  1412.0  1492.7  20.0  20.0  707.0  1007.0  0.500  0.550  3.53  5.03  0.100  0.091 *
*****

```

```

*****
*          CHARACTERISTICS OF RIVER REACH ANTA          CODE NUMBER 4 POINTS 8 TO 9          *
*****
* 8  40.0  40.0  2850.0  3017.0  3017.0  0.0  0.0  167.0  167.0  0.000  0.000  0.00  5.03  0.000  0.000 *
* 9  170.0  210.0  1700.0  2372.0  2494.9  16.0  16.0  672.0  839.0  0.664  0.820  4.20  5.24  0.094  0.076 *
*****

```

FIG. 3-21/3

```

*****
*   RIVER REACH   * POINTS *   MEAN   MEAN   STREAM FORM AVERAGE DRAINAGE *
***** AREA ELEVATION RAINFALL LENGTH FACTOR SLOPE DENSITY *
* CODE *   NAME   * FROM TO *(KM*KM) (METRES) (MM/YEAR) (KM) (-) (%) (1/KM) *
*****
*
* 1  CALLAYUC     1  2   100.0  1709.5  1042.5   16.0  0.39   5.66  0.16 *
* 2  STA CRUZ    3  5   270.0  1671.2  1036.0   23.0  0.51   6.77  0.09 *
* 3  COCO        6  7   220.0  1492.7  1001.7   20.0  0.55   5.03  0.09 *
* 4  ANFA        8  9   210.0  2494.9  1182.0   16.0  0.82   5.24  0.08 *
* 5  BUTO SUP    10 11   110.0  2082.0  1093.1   10.0  1.10   6.94  0.09 *
* 6  BUTO INF    11 12   140.0  1605.0  1026.8    6.0  3.89  10.92  0.04 *
* 7  BARBASCO SUP 13 14    90.0  1857.1  1063.1   11.0  0.74   4.39  0.12 *
* 8  BARBASCO INF 14 15    20.0  1248.0  949.1    5.0  0.80   8.16  0.25 *
* 9  CHONTALI 'A' 16 18   630.0  2067.1  1101.7   30.0  0.70   5.05  0.05 *
* 10 CHONTALI 'B' 18 21   190.0  1468.6  1001.0    9.0  2.35  20.62  0.05 *
* 11 CHONTALI 'C' 21 22   200.0  1434.0  994.2    3.0  *22.  25.80  0.01 *
* 12 CHAMAYA SUP 23 24   410.0  1363.4  976.0    7.0  8.37  14.74  0.02 *
* 13 CHAMAYA INF 24 29   790.0  1441.6  994.3   41.0  0.47   8.72  0.05 *
*
*****

```

FIG. 3-21/4

```

*****
*           MEAN      MEAN  STREAM FORM  AVERAGE DRAINAGE MEASURED MEAN FLOW RUNOFF ADJUSTED MEAN FLOW RUNOFF*
*           AREA  ELEVATION RAINFALL LENGTH FACTOR  SLOPE  DENSITY  2 COEFF.  2 COEFF.*
*           (KM*KM) (METRES) (MM/YEAR) (KM)  ( )  ( )  (1/KM) (MC/S) (MM/YR/KM ) (-) (MC/S) (MM/YR/KM ) (-) *
*           *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****  *****
*****

```

```

*****
*           CHARACTERISTICS OF CATCHMENT AREAS TO HYDROMETRIC STATION LANCHEMA AT POINT 11 *
*****
*           TOTAL: 110.0  2082.0  1093.1  10.0  1.10  6.94  0.09  2.10  602.1  0.551  2.10  602.1  0.551 *
*****

```

```

*****
*           CHARACTERISTICS OF CATCHMENT AREAS TO HYDROMETRIC STATION CHUNCHUQUILL AT POINT 14 *
*****
*           TOTAL: 90.0  1857.1  1063.1  11.0  0.74  4.39  0.12  0.20  70.1  0.066  1.20  420.5  0.396 *
*****

```

```

*****
*           CHARACTERISTICS OF CATCHMENT AREAS TO HYDROMETRIC STATION CACAO AT POINT 18 *
*****
*           TOTAL: 840.0  2174.0  1121.7  46.0  0.40  5.12  0.05  24.10  904.9  0.807  24.10  904.9  0.807 *
*****

```

```

*****
*           CHARACTERISTICS OF CATCHMENT AREAS TO HYDROMETRIC STATION CHUNCHUCA AT POINT 21 *
*****
* INCREMENTAL: 350.0  1510.6  1008.4  20.0  0.87  14.59  0.06  1.60  144.2  0.143  1.60  144.2  0.143 *
*****
*           TOTAL: 1390.0  1979.2  1087.1  87.0  0.18  7.41  0.06  28.00  635.3  0.584  29.00  658.0  0.605 *
*****

```

```

*****
*           CHARACTERISTICS OF CATCHMENT AREAS TO HYDROMETRIC STATION LAS BALSAS AT POINT 24 *
*****
* INCREMENTAL: 410.0  1363.4  976.0  7.0  8.37  14.74  0.02  65.50  5038.7  5.162  11.20  861.6  0.863 *
*****
*           TOTAL: 5552.5  2119.8  825.4  491.0  0.02  8.46  0.09  65.50  372.1  0.451  11.20  63.6  0.077 *
*****

```

FIG. 3-21/5

```

*****
* RIVER REACH * POINTS * MEAN MEAN STREAM FORK AVERAGE DRAINAGE *
***** AREA ELEVATION RAINFALL LENGTH FACTOR SLOPE DENSITY *
* CODE * NAME * FROM TO *(KM*KM) (METRES) (MM/YEAR) (KM) (-) (%) (1/KM) *
*
*****
* TOTAL BASIN CHARACTERISTICS 3380.0 1682.3 1035.5 197.0 0.09 7.77 0.06 *
*****
* SEPARATELY INPUT TRIBUTARIES *
*****
* CHOT/HBAMBA 23 5142.5 2180.1 813.4 484.0 0.02 8.37 0.09 *
*****
* CUMULATIVE CHARACTERISTICS 8522.5 1982.7 901.5 681.0 0.02 8.20 0.08 *
*****

```

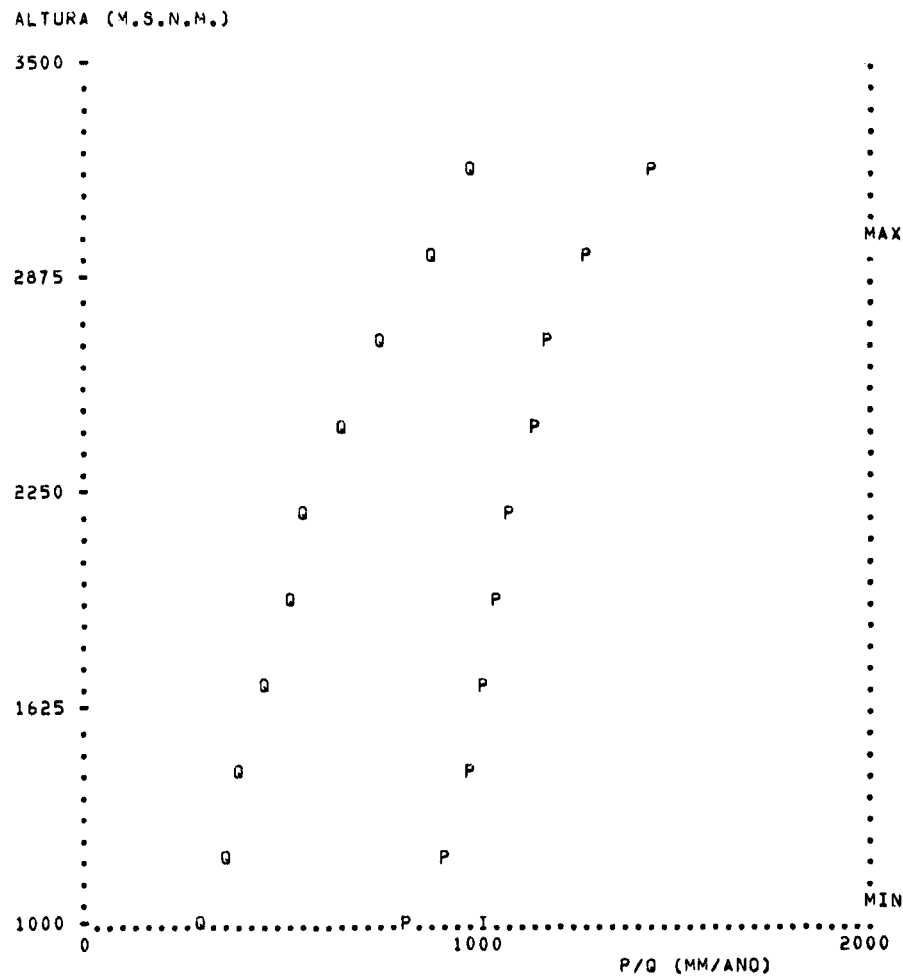
```

*****
* ELEVATION/AREA DISTRIBUTION *
*****
* RANGE (MASL) * % OF *
* FROM TO * TOTAL AREA *
*
* 0 -- 250 * 0.00 *
* 250 -- 500 * 0.00 *
* 500 -- 750 * 0.00 *
* 750 -- 1000 * 0.00 *
* 1000 -- 1250 * 5.92 *
* 1250 -- 1500 * 37.87 *
* 1500 -- 1750 * 34.32 *
* 1750 -- 2000 * 2.37 *
* 2000 -- 2250 * 3.85 *
* 2250 -- 2500 * 13.61 *
* 2500 -- 2750 * 0.00 *
* 2750 -- 3000 * 0.89 *
* 3000 -- 3250 * 1.18 *
* 3250 -- 3500 * 0.00 *
* 3500 -- 3750 * 0.00 *
* 3750 -- 4000 * 0.00 *
* 4000 -- 4250 * 0.00 *
* 4250 -- 4500 * 0.00 *
* 4500 -- 4750 * 0.00 *
* 4750 -- 5000 * 0.00 *
* 5000 -- 5250 * 0.00 *
* 5250 -- 5500 * 0.00 *
* 5500 -- 5750 * 0.00 *
* 5750 -- 6000 * 0.00 *
*
*****

```

FIG. 3-21/6

 * CUENCA DEL RIO CHAMAYA : REGIMEN # 1 *
 * CURVAS ENTRE PRECIPITACION (P) / ESCURRIMIENTO (E) VS ALTURA (A) *
 * AMAX = 3017. : AMIN = 1065. *



A :	1000	1250	1500	1750	2000	2250	2500	2750	3000	3250
Q :	320	380	420	480	540	600	680	800	920	1030
P :	840	950	1010	1050	1080	1120	1170	1230	1330	1500
K :	.381	.400	.416	.457	.500	.536	.581	.650	.692	.687

FIG. 3-21/7

```

*****
* REPRESENTACION Y CARACTERISTICAS DE LA CUENCA * # DE TRAMOS : 13
* # DE PUNTOS : 27
* DEL RIO CHAMAYA , CODIGO 2104 * # DE ESTACIONES HIDROMETRICAS : 5
*****
* TRAMO * PUNTOS * ALTURA LLUVIA LONG FACTOR PEND. DENSIDAD
* AREA PROMEDIA PROMEDIA RIOS FORMA PROM. DREN.
*CODIGO* NOMBRE * DE A *(KM*KM) (METROS) (MM/ANO) (KM) (-) (%) (1/KM)
*****
*
* 1 CALLAYUC 1 2 100.0 1709.5 1042.5 16.0 0.39 5.66 0.16
* 2 STA CRUZ 3 5 270.0 1671.2 1036.0 23.0 0.51 6.77 0.09
* 3 COCO 6 7 220.0 1492.7 1001.7 20.0 0.55 5.03 0.09
* 4 ANTA 8 9 210.0 2494.9 1182.0 16.0 0.82 5.24 0.08
* 5 BUTO SUP 10 11 110.0 2082.0 1093.1 10.0 1.10 6.94 0.09
* 6 BUTO INF 11 12 140.0 1605.0 1026.8 6.0 3.89 10.92 0.04
* 7 BARBASCO SUP 13 14 90.0 1857.1 1063.1 11.0 0.74 4.39 0.12
* 8 BARBASCO INF 14 15 20.0 1248.0 949.1 5.0 0.80 8.16 0.25
* 9 CHONTALI 'A' 16 18 630.0 2067.1 1101.7 30.0 0.70 5.05 0.05
* 10 CHONTALI 'B' 18 21 190.0 1468.6 1001.0 9.0 2.35 20.62 0.05
* 11 CHONTALI 'C' 21 22 200.0 1434.0 994.2 3.0 22. 25.80 0.01
* 12 CHAMAYA SUP 23 24 410.0 1363.4 976.0 7.0 8.37 14.74 0.02
* 13 CHAMAYA INF 24 29 790.0 1441.6 994.3 41.0 0.47 8.72 0.05
*
*****
* CARACTERISTICAS DE LA CUENCA 3380.0 1682.3 1035.5 197.0 0.09 7.77 0.06
*****
* TRIBUTARIOS CONSIDERADOS SEPARADAMENTE
*****
* CHOT/HBAMBA 23 5142.5 2180.1 813.4 484.0 0.02 8.37 0.09
*****
* CARACTERISTICAS ACUMULATIVAS 8522.5 1982.7 901.5 681.0 0.02 8.20 0.08
*****

```

FIG. 3-21/8

Nombre de Programa : HYMOD

Significado: MODELO HIDROLOGICO
HYDROLOGICAL MODEL

Autor/Programador : T.WYATT
S.MORARIU

Ubicación : DISCO HYPOT

Revisión : 28-12-78/WY

Lenguaje : DATA GENERAL FORTRAN IV

Tipo de Programa: ANALITICO

Propósito :

Estimar caudales medios en puntos definidos en un sistema fluvial empleando relaciones hidrológicas de entrada. Sobre la base de los caudales estimados y los datos topográficos de entrada. Se calcula también el potencial hidroeléctrico lineal.

Antecedentes :

El programa es un desarrollo y de algún modo una simplificación del programa HYPOT, en el cual se basa. Los cambios principales efectuados son los siguientes:

- a) revisión detallada de los formatos de salida y las facilidades de almacenamiento de los resultados en archivo de disco
- b) eliminación de operaciones y salida de limitado uso práctico
- c) cambios lógicos para mejorar la eficiencia.

Así como el programa original el HYMOD está segmentado para su operación en minicomputadoras con 16 K palabras reales de almacenamiento de memoria directamente accesible. Se emplean muchas de las mismas subrutinas pero en general no son compatibles.

Metodología empleada :

El programa HYMOD formula un modelo matemático simple de un sistema fluvial constituido de los siguientes elementos:

- Puntos de definición a lo largo del perfil longitudinal del río o afluente con una separación nominal de 10 Km. Este intervalo puede reducirse o incrementarse según se requiera, por ejemplo en el caso de pendientes pronunciadas y condiciones físicas o hidrológicas rápidamente cambiantes o alternativamente en secciones planas homogéneas. Los puntos de definición están numerados secuencialmente, comenzando en el punto aguas arriba limitante del río.
- Puntos de confluencia son aquellos puntos que identifican la entrada de afluentes y aunque ellos representan sólo un punto físico tienen doble numeración. Estos son el punto de definición en el afluente y el punto de definición en el cauce principal.

- Puntos de control que actúan como puntos de referencia para el cálculo de descarga incremental. Estos representan las ubicaciones para las cuales es posible obtener estimados de los caudales medios y normalmente son coincidentes con las estaciones de aforo. Los puntos de control de un sistema fluvial tienen doble numeración, una correspondiente a su punto de definición y la otra a una numeración secuencial de todos los puntos incluidos en el sistema. Esta última se emplea para asegurar que un punto de control aguas arriba se considere antes que uno aguas abajo.
- Elementos lineales se definen de una manera tal que sus extremidades limitantes sean el punto inicial de un curso de agua, la confluencia con un río de orden menor, un punto de control o, en el caso del río principal su punto de terminación.

Cálculo de descarga incremental :

El caudal incremental DQM (I) se define como la descarga aportada a un río por escorrentía superficial del área de captación incremental DA(I), donde I representa un punto de definición. El caudal incremental puede calcularse de una de las siguientes maneras que se describen a continuación:

- 1) Utilizando una relación de entrada previamente deducida de la forma

$$DQM(I) = A * DA(I)^B * H50(I)^C * (P(I) - D)^E$$

donde:

DQM (I) = descarga incremental (m³/s)
 DA (I) = área de captación incremental (Km²)
 H50 (I) = elevación media del área de captación incremental (m.s.n.m.)
 P (I) = precipitación promedio anual sobre el área de captación incremental (mm).

A, B, C, D y E son parámetros de correlación deducidos de análisis de correlación estadísticos y se refieren a regímenes hidrológicos determinados dentro de la cuenca.

- 2) Descarga específica dada como datos de entrada para cada área de captación incremental QS (I) tal que,

$$DQM(I) = QS(I) * DA(I)/1000$$

donde:

QS(I) = descarga específica para el área de captación incremental DA(I) (litros/seg/Km²).

- 3) Empleando las curvas de valores discretos que relacionan descarga específica en mm/año con la elevación media del área de captación incremental, tal que

$$DQM(I) = DA(I) * qS(I)/31536$$

donde:

qS (I) = f(H50(I)) en mm/año

Si se dan las curvas de valores discretos que relacionan precipitación media anual estimada sobre el área de captación incremental.

La selección del método a emplearse en una situación particular depende en gran medida de la cantidad y confiabilidad de información disponible para la deducción de las relaciones requeridas.

Cálculo de caudales pronosticados :

El caudal pronosticado en un punto de definición dado es la sumatoria de todas las descargas que ingresan aguas arriba de dicho punto. Estas descargas pueden ser incrementales, de confluencia y puntos de entrada o salida de caudales. Los datos de entrada se preparan de una manera tal que los cálculos de descarga para afluentes se hagan siguiendo el orden de las confluencias de afluentes.

Puntos de entrada o salida de caudales pueden utilizarse para representar entradas de caudal iniciales donde se haya segmentado un gran sistema fluvial, donde hubieran derivaciones hechas por el hombre, transvases, filtraciones de agua subterránea o pérdidas por evaporación.

Estas se atribuyen al punto de definición apropiado y se expresan en m^3/s ; valores positivos indican adiciones netas al sistema y valores negativos pérdidas netas.

Dentro del programa se mantiene un registro tanto de los caudales pronosticados, como de los caudales naturales estimados en cada punto de definición, estos últimos ignorando los caudales puntuales de salida o entrada.

Corrección de caudales pronosticados:

La corrección de los caudales pronosticados pueden tener lugar donde existe un punto de control con un valor pre establecido de la descarga media. En dichos casos se pueden comparar los caudales pronosticados en los puntos de definición equivalente con los valores fijos y efectuarse ajustes para asegurar la correspondencia. Dichos ajustes pueden efectuarse de tres maneras:

- a) modificaciones a la relación empleada para el cálculo de descargas incrementales.
- b) imposición de puntos de entrada o salida de caudales para formular condiciones especiales.
- c) un ajuste porcentual automático para todas las descargas incrementales arriba e incluyendo el punto de control en estudio pero debajo de cualquier otro punto de control.

Cálculo del potencial hidroeléctrico teórico lineal

Dado los caudales medios pronosticados en cada punto de definición y la necesaria información topográfica de entrada el potencial hidroeléctrico teórico lineal se calcula de acuerdo con la relación:

$$P(I) = 9.81 * \left\{ (Q(I-1) + Q(I)) / 2 \right\} * (H(I-1) - H(I))$$

donde:

- $P(I)$ = potencial hidroeléctrico lineal (kW)
 $Q(I)$ = caudal medio pronosticado en el punto (m^3/s)
 $Q(I-1)$ = caudal medio pronosticado en el punto (I-1) inmediatamente aguas arriba del punto (m^3/s .)
 $H(I)$ = altura del punto I (m.s.n.m)
 $H(I-1)$ = altura del punto I-1 (m.s.n.m.)

Los potenciales incrementales se suman en cada elemento lineal y finalmente en todo el sistema fluvial.

Preparación de datos:

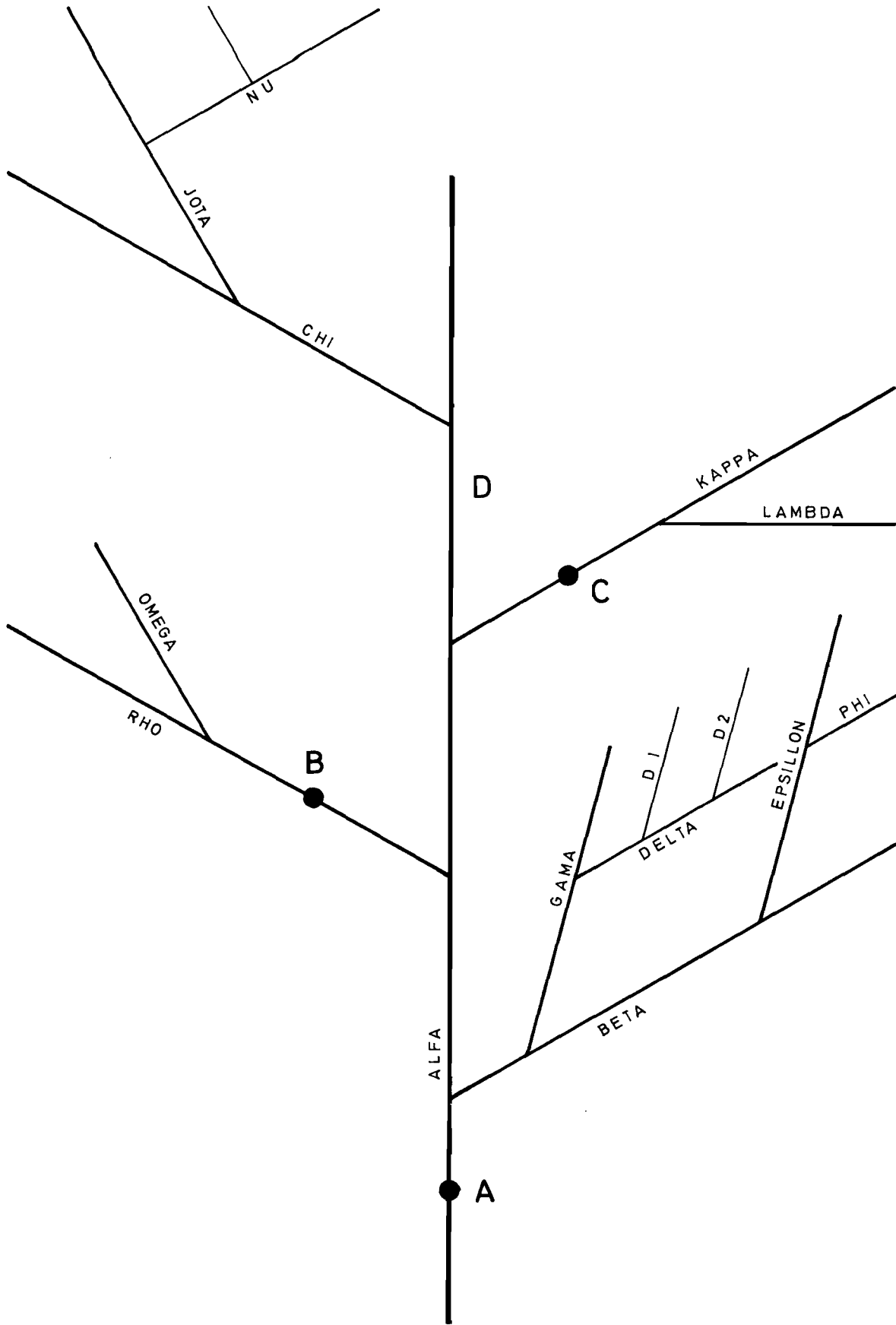
La FIG. 3-22 muestra un sistema fluvial hipotético con afluentes de cuarto orden, y cuatro estaciones hidrométricas de control (puntos de control) identificadas por las letras A, B, C y D. Las secciones de río o afluentes son definidas por su nombre, por ejemplo, el río principal se llama ALFA y tiene los afluentes BETA, PHO, KAPPA y CHI.

Los elementos lineales y los puntos de definición deben satisfacer los siguientes requerimientos:

- La numeración de los puntos de definición aumentan en la dirección de la corriente dentro de cualquier elemento lineal;
- Los elementos lineales están numerados para asegurar que el afluente tenga un número correspondiente menor que aquel del río en el cual desemboca.
- Un punto de control siempre representa uno de los extremos de un elemento lineal.

Para el sistema dado, se puede elaborar la siguiente tabla:

<u>Río Principal</u>	<u>Afluente de Primer Orden</u>	<u>Afluente de Segundo Orden</u>	<u>Afluente de Tercer Orden</u>	<u>Afluente de Cuarto Orden</u>
ALFA 1				
ALFA 2				
ALFA 3				
	Beta			
		Gama		
			Delta	
				D1
				D2
		Epsilon		
	Rho 1		Phi	
	Rho 2			
	Kappa 1	Omega		
	Kappa 2			
	Chi	Lamda		
		Jota		
			Nu	
				N1



SISTEMA FLUVIAL HIPOTETICO
Hypothetical river system

FIG. 3-22

Se puede apreciar que un afluente queda así completamente definido antes de desembocar en un río de orden menor. En el caso de los puntos de control, éstos definen elementos lineales separados según está indicado por Alfa1, Alfa2 y Alfa3. Dado que cada línea de la tabla contiene sólo una entrada, pueden ser numeradas secuencialmente de abajo a arriba como sigue: 20Alfa1, 19 Alfa2, 18 Alfa3, 17 Beta, etc. Este procedimiento asegura que la numeración de elementos aumenta con la dirección de la corriente.

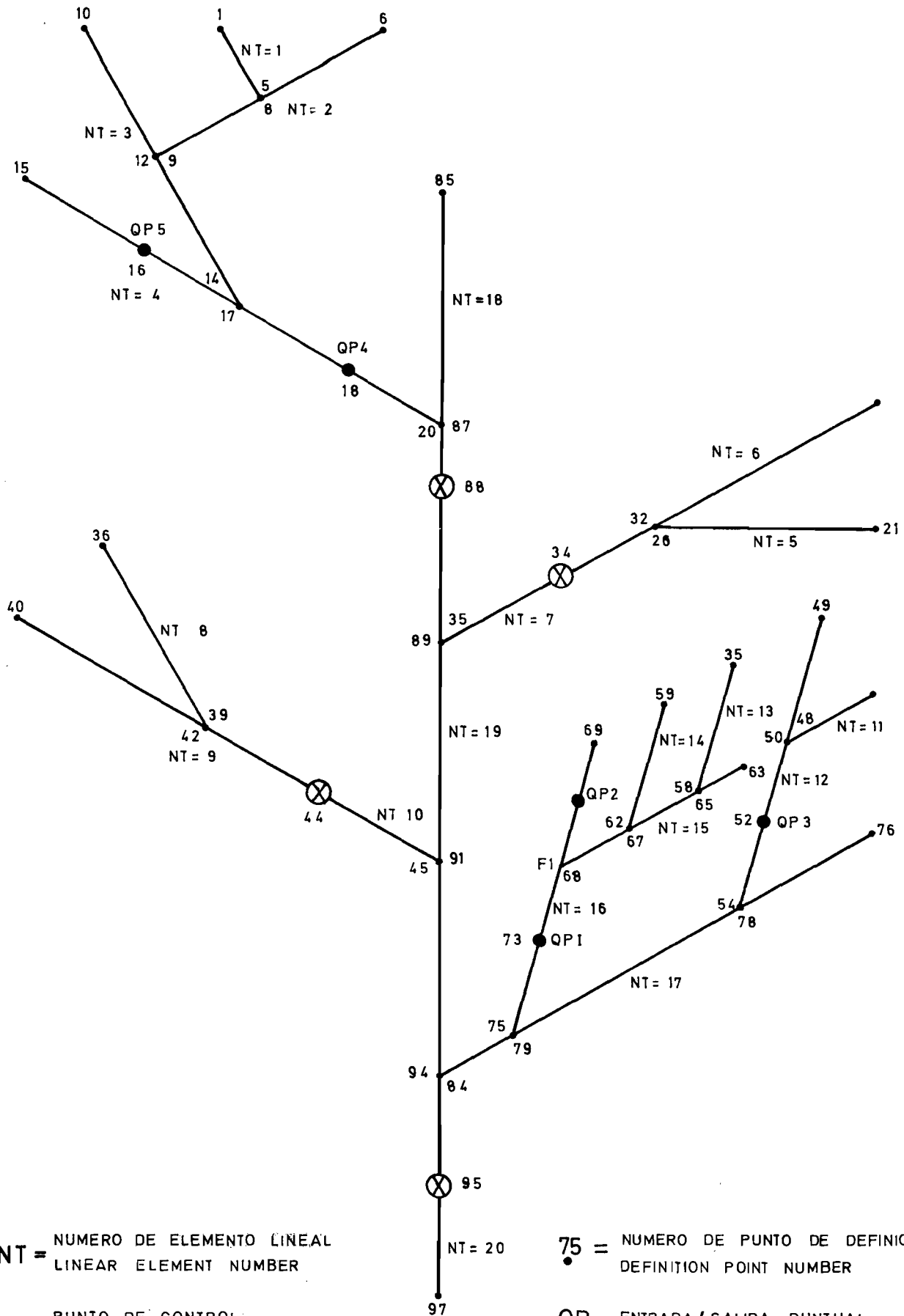
Los puntos extremos de cada elemento lineal pueden ser establecidos del siguiente modo:

Nº	Nombre del Elemento Lineal	De - A	Punto de confluencia con el Río Madre.	Número de Punto de Control.	Nombre de Punto de Control
20	Alfa 1	95 - 97	-		
19	Alfa 2	88 - 95	-	95	A
18	Alfa 3	85 - 88	-	88	D
17	Beta	76 - 84	94		
16	Gama	69 - 75	79		
15	Delta	63 - 68	71		
14	D1	59 - 62	67		
13	D2	55 - 58	65		
12	Epsilon	49 - 54	78		
11	Phi	46 - 48	50		
10	Rho1	44 - 45	91		
9	Rho2	40 - 44	-	44	B
8	Omega	36 - 42	42		
7	Kappa1	34 - 35	89		
6	Kappa2	27 - 34	-	34	C
5	Lamda	21 - 26	32		
4	Chi	15 - 20	87		
3	Jota	10 - 14	17		
2	Nu	6 - 9	12		
1	N1	1 - 5	8		

La tabla anterior muestra que la numeración de los puntos de definición es continua en orden ascendente desde el punto más aguas arriba. Los puntos de confluencia tales como 5 y 8 corresponden físicamente al mismo punto; uno en el afluente y el otro en el río Madre. También puede observarse que dos elementos lineales están definidos comunmente en un punto de control. Así, el sistema fluvial puede describirse según se muestra en la Fig. FIG. 3-23

El sistema fluvial de ejemplo tiene cuatro puntos de control, y éstos tienen tres tipos de identificación:

- el nombre del punto de control A, B, C, D
- el número de definición A = 95, B=44, C=34, D= 88
- el número de serie para C = 1, B=2, D=3 y A = 4



NT = NUMERO DE ELEMENTO LINEAL
LINEAR ELEMENT NUMBER

⊗ = PUNTO DE CONTROL
CONTROL POINT

75 = NUMERO DE PUNTO DE DEFINICION
DEFINITION POINT NUMBER

● = ENTRADA/SALIDA PUNTUAL
POINT INFLOW/OUTFLOW

SISTEMA FLUVIAL HIPOTETICO (CODIFICADO)
Hypothetical river system (coded)

FIG. 3-23

Este último número asegura que un punto de control aguas arriba será tomado antes que uno aguas abajo. Una función importante de la preparación de los datos de entrada es la definición de aquellos elementos lineales a corregirse por un punto de control dado, para el sistema hipotético dado:

- el punto de control A corrige los elementos lineales 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
- el punto de control B corrige los elementos lineales 8, 9
- el punto de control C corrige los elementos lineales 5, 6
- el punto de control D corrige los elementos lineales 1, 2, 3, 4, 18

Debe señalarse que el elemento lineal 20 no está corregido debido a que está aguas abajo del último punto de control A.

Todos los puntos de control aguas arriba de un punto de control dado sufren la siguiente corrección. En este ejemplo particular, el punto de control A está afectado por los puntos de control B, C y D; los puntos de control B, C y D no están afectados por otros puntos de control.

El ejemplo mostrado en la Fig. 2 indica descargas puntuales como sigue: QP1 en el punto 73; QP2 en el punto 70; QP3 en el punto 52; QP4 en el punto 18, y QP5 en el punto 16. Estas descargas puntuales están dentro de las áreas de influencia de puntos de control diferentes y debe determinarse que punto de control está influenciado por una descarga puntual determinada. En este caso QP1, QP2 y QP3 influyen a A, QP4 y QP5 influyen a D. Los puntos de control B y C no están afectados por descargas puntuales.

Los datos característicos que tienen que ser proporcionados para cada punto de definición incluyen la longitud en Km. de la próxima confluencia, la altura del punto sobre el nivel del mar, el área de captación incremental correspondiente y la elevación media de dicha área. Por ejemplo, la distancia en kilómetros correspondiente con el punto 75 es 0.0, en tanto la del punto 79 es 50.0 Km. con relación al punto 84 cuya distancia también es 0.0 El punto de referencia para el río principal es su punto de descarga al mar o lago, o donde deja el territorio nacional.

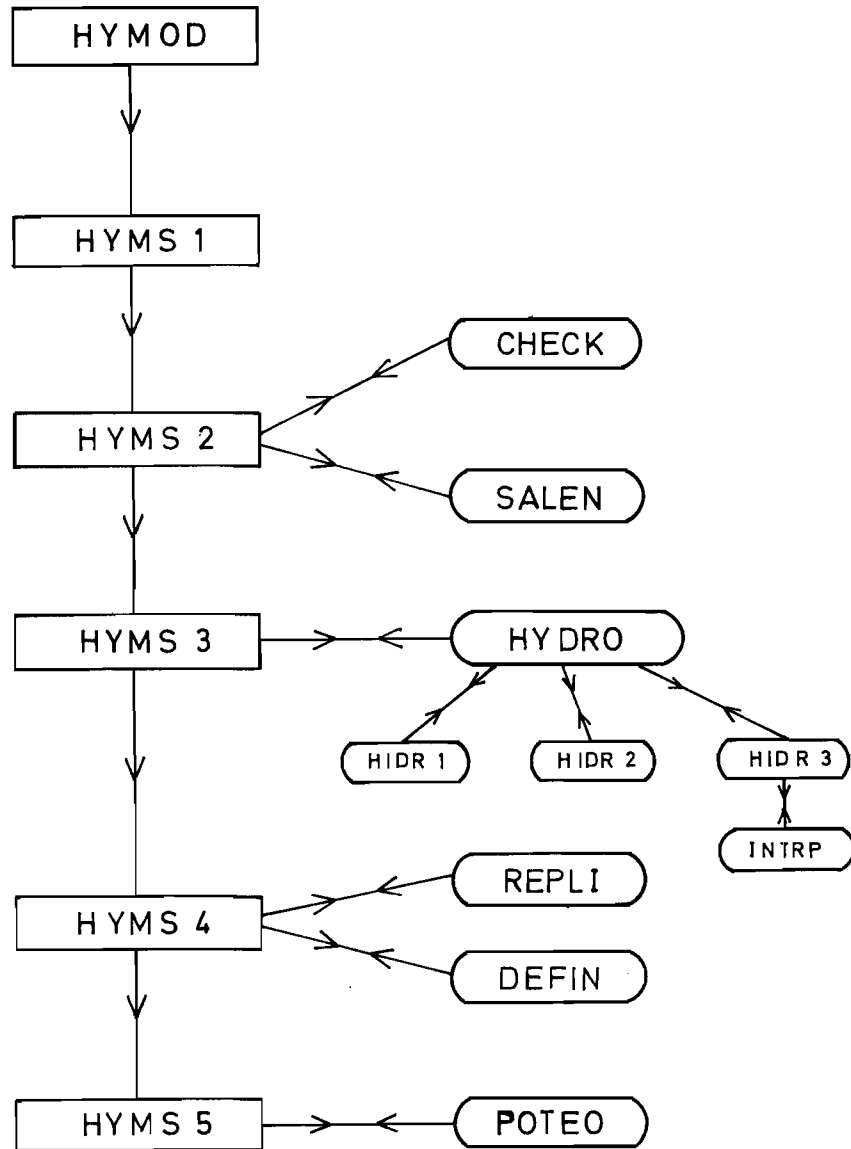
Subrutinas:

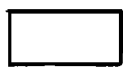
El programa HYMOD se ejecuta en forma segmentada tal como se indica en la Fig. 3-24. A continuación se da una breve descripción de las subrutinas utilizadas:

CHECK - lleva a cabo una verificación de los datos de entrada con respecto a los límites del programa y a su correcta preparación.

SALEN - salida opcional de datos de entrada, ordenada como función de los diferentes elementos de los sistemas fluviales definidos.

HYDRO - calcula las descargas incrementales y estimadas en cada punto de definición del sistema fluvial. Depende del método elegido para calcular la descarga incremental DQM(I), se hacen llamadas a las subrutinas HIDR1, HIDR2 y HIDR3.



 SEGMENTO DEL PROGRAMA
 Program Segment

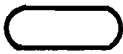
 SUBROUTINA
 Subroutine

FIG. 3-24

ORGANIZACION DEL PROGRAMA HYMOD SEGMENTOS Y SUBROUTINAS
 Organization of Program Hymod: Segments and Subroutines

- HIDR1 - calcula la descarga incremental aplicando fórmulas analíticas predefinidas.
- HIDR2 - calcula la descarga incremental por interpolación lineal de curvas escorrentía - altura.
- HIDR3 - calcula la precipitación media de la cuenca en base a la curva de valores discretos dando relaciones con la altura.
- INTRP - realiza interpolaciones lineales de curvas de valores discretos
- REPLI - dirige los datos de entrada a la impresora.
- DEFIN - elabora salidas de las características hidrológicas y topográficas para cada punto de definición que incluye caudales naturales pronosticados y estimados.
- POTEO - calcula el potencial hidroeléctrico teórico para cada tramo de río y elabora resultados tabulados.

Límites de dimensión :

En la forma implementada el programa HYMOD acepta un modelo de sistema fluvial sujeto a los siguientes límites:

- Número de regímenes hidrológicos = 3
- Número de regímenes de escorrentía = 3
- Número de regímenes de precipitación = 3
- Discretizaciones de envases de escorrentía-precipitación vs elevación = 15
- Puntos de definición de sistemas fluviales = 210
- Número de elementos lineales = 65
- Número de puntos de confluencia por elemento lineal = 32
- Número de puntos de control = 23
- Número de tramos de río corregidos por un punto de control = 22

Archivo de Entrada :

Identificado por el nombre de cuenca

Formato de Entrada :

Archivo de datos Estandar 2.7

Salida :

Los archivos HYPMXX y HYPTXX son salidas opcionales donde XX es el código de cuenca. Este código puede tomar hasta 6 caracteres alfanuméricos ingresados desde el terminal; el archivo de datos estandar sólo permite 3 caracteres. Los archivos contienen la salida de las subrutinas DEFIN y POTEO respectivamente; son salidas de la impresora por defecto.

A continuación se presenta un ejemplo de la salida de impresora estandar.

FIG. 3-25

```
*****
*          P R O G R A M   H Y M O D          *
*          CUENCA 2104   : CHAMAYA            *
*          HORA - 11.53 : FECHA - 4/25/79 *
*****
```

FIG. 3-25/1

CONTROLES DEL RIO CHAMAYA

```

=====
1 LANCHEMA      EN BUTO SUP      A PUNTO  11
   CAUDAL DE CONTROL      2.10 MC/S
   CAUDAL CALCULADO      1.95 MC/S
   QUE REPRESENTA      -7.57 %

   APORTE TERRITORIAL DE CONTROL      2.10 MC/S
   APORTE TERRITORIAL CALCULADO      1.95 MC/S
   QUE REPRESENTA      -7.57 %
=====

2 CHUNCHUQUILL EN BARBASCO SUP  A PUNTO  14
   CAUDAL DE CONTROL      0.20 MC/S
   CAUDAL CALCULADO      0.44 MC/S
   QUE REPRESENTA      54.88 %

   APORTE TERRITORIAL DE CONTROL      1.20 MC/S
   APORTE TERRITORIAL CALCULADO      1.44 MC/S
   QUE REPRESENTA      16.85 %
=====

3 CACAO        EN CHONTALI 'A'  A PUNTO  18
   CAUDAL DE CONTROL      24.10 MC/S
   CAUDAL CALCULADO      15.94 MC/S
   QUE REPRESENTA      -51.18 %

   APORTE TERRITORIAL DE CONTROL      24.10 MC/S
   APORTE TERRITORIAL CALCULADO      15.94 MC/S
   QUE REPRESENTA      -51.18 %
=====

4 CHUNCHUCA    EN CHONTALI 'B'  A PUNTO  21
   CAUDAL DE CONTROL      28.00 MC/S
   CAUDAL CALCULADO      31.13 MC/S
   QUE REPRESENTA      10.04 %

   APORTE TERRITORIAL DE CONTROL      1.60 MC/S
   APORTE TERRITORIAL CALCULADO      4.73 MC/S
   QUE REPRESENTA      66.14 %
=====

```

FIG. 3-25/2

REPLICA DE LOS DATOS DE ENTRADA Y EVALUACION DE LA CORRECCION POR CAUDAL DE CONTROL DEL RIO CHAMAYA

I	L	H	DA	H50	P	CESCI	CESC	RQI	RQ	QMI	QM	PRQ	QP
	KM	M	KM ²	M	MM	(-)	(-)	L/S/KM ²	L/S/KM ²	M/S ³	M/S ³	%	M/S ³
I	=	NUMERO DEL PUNTO											
L	=	KILOMETRAJE											
H	=	ELEVACION DEL PUNTO											
DA	=	AREA INCREMENTAL											
H50	=	ALTURA 50 % DEL AREA INCREMENTAL											
P	=	PRECIPITACION MEDIA SOBRE EL AREA INCREMENTAL											
CESCI	=	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL ANTES DE LA CORRECCION											
CESC	=	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL DESPUES DE LA CORRECCION											
RQI	=	RENDIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL ANTES DE LA CORRECCION											
CESC	=	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL DESPUES DE LA CORRECCION											
RQI	=	RENDIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL ANTES DE LA CORRECCION											
RQ	=	RENDIMIENTO DEL AREA INCREMENTAL DESPUES DE LA CORRECCION											
QMI	=	CAUDAL CONTRIBUIDO POR EL AREA INCREMENTAL ANTES DE LA CORRECCION											
QM	=	CAUDAL CONTRIBUIDO POR EL AREA INCREMENTAL DESPUES DE LA CORRECCION											
PRQ	=	POR CIENTO DE VARIACION DEBIDO A LA CORRECCION											
QP	=	CAUDAL PUNTUAL											
AFLUENTE CALLAYUC													
1	16.0	2000.0	10.0	2200.	1112.	0.529	0.529	18.6	18.6	0.19	0.19	0.00	0.00
2	0.0	950.0	90.0	1655.	1035.	0.442	0.442	14.5	14.5	1.30	1.30	0.00	0.00
AFLUENTE STA CRUZ													
3	23.0	2700.0	10.0	2955.	1512.	0.685	0.685	28.5	28.5	0.28	0.28	0.00	0.00
4	7.0	950.0	200.0	1725.	1046.	0.453	0.453	15.0	15.0	3.01	3.01	0.00	0.00
5	0.0	750.0	60.0	1278.	957.	0.402	0.402	12.2	12.2	0.73	0.73	0.00	0.00
AFLUENTE COCO													
6	20.0	2000.0	20.0	2300.	1130.	0.545	0.545	19.5	19.5	0.39	0.39	0.00	0.00
7	0.0	705.0	200.0	1412.	989.	0.410	0.410	12.9	12.9	2.57	2.57	0.00	0.00
AFLUENTE ANTA													
8	16.0	2850.0	40.0	3017.	1342.	0.691	1.045	29.4	44.5	1.18	1.78	-51.18	0.00
9	0.0	1700.0	170.0	2372.	1144.	0.556	0.844	20.3	30.6	3.44	5.21	-51.18	0.00
AFLUENTE BUTO SUP													
10	16.0	1950.0	30.0	2050.	1088.	0.507	0.546	17.5	18.8	0.53	0.56	-7.57	0.00
11	6.0	1500.0	80.0	2094.	1095.	0.514	0.553	17.8	19.2	1.43	1.54	-7.57	0.00
AFLUENTE BUTO INF													
11	6.0	1500.0	80.0	2094.	1095.	0.514	0.553	17.8	19.2	1.43	1.54	-7.57	0.00
12	0.0	950.0	140.0	1605.	1027.	0.434	0.147	14.1	4.8	1.98	0.67	66.14	0.00

FIG. 3-25/3

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LOS PUNTOS DEL RIO CHAMAYA

4/25/79

I	RP/RE	L	H	AA	HM	PREC	QM	QN	CEAT	RQT
		KM	M	KM	M	MM	M/S	M/S	(-)	L/S/KM
=====										
AFLUENTE CALLAYUC										
1	1 1	16.0	2000.0	10.0	2200.0	1112.	0.19	0.19	0.53	18.6
2	1 1	0.0	950.0	100.0	1709.5	1043.	1.49	1.49	0.45	14.9
=====										
AFLUENTE STA CRUZ										
3	1 1	23.0	2700.0	10.0	2955.0	1312.	0.28	0.28	0.68	28.5
4	1 1	7.0	950.0	210.0	1783.6	1059.	3.29	3.29	0.47	15.7
2+ 4		7.0	950.0	310.0	1759.7	1053.	4.78	4.78	0.46	15.4
5	1 1	0.0	750.0	370.0	1681.6	1038.	5.51	5.51	0.45	14.9
=====										
AFLUENTE COCO										
6	1 1	20.0	2000.0	20.0	2300.0	1130.	0.39	0.39	0.55	19.5
7	1 1	0.0	705.0	220.0	1492.7	1002.	2.96	2.96	0.42	13.5
=====										
AFLUENTE ANTA										
8	1 1	16.0	2850.0	40.0	3017.0	1342.	1.78	1.78	1.05	44.5
9	1 1	0.0	1700.0	210.0	2494.9	1182.	6.99	6.99	0.89	33.3
=====										
AFLUENTE BUTO SUP										
10	1 1	16.0	1950.0	30.0	2050.0	1088.	0.56	0.56	0.55	18.8
11	1 1	6.0	1500.0	110.0	2082.0	1093.	2.10	2.10	0.55	19.1
=====										
AFLUENTE BUTO INF										
11	1 1	6.0	1500.0	110.0	2082.0	1093.	2.10	2.10	0.55	19.1
12	1 1	0.0	950.0	250.0	1814.9	1056.	2.77	2.77	0.33	11.1
=====										
AFLUENTE BARBASCO SUP										
13	1 1	16.0	1950.0	10.0	2050.0	1088.	0.15	0.15	0.42	14.6
14	1 1	5.0	1450.0	90.0	1857.1	1063.	0.20	1.20	0.40	13.3
=====										
AFLUENTE BARBASCO INF										
14	1 1	5.0	1450.0	90.0	1857.1	1063.	0.20	1.20	0.40	13.3
15	1 1	0.0	840.0	110.0	1746.4	1042.	0.28	1.28	0.35	11.6
=====										

FIG. 3-25/4

POTENCIAL TEORICO DEL RIO CHAMAYA 4/25/79

I	L	H	Q	AFQ	DL	DH	PE	QC	POT	ESP	CUM
=====											
AFLUENTE CALLAYUC											
1	16.0	2000.0	0.2	0.0							0.00
					16.0	1050.0	6.56	0.84	8.64	0.54	8.64
2	0.0	950.0	1.5	0.0							8.64
SUBTOTAL					16.0	1050.0			8.64	0.54	
=====											
AFLUENTE STA CRUZ											
3	23.0	2700.0	0.3	0.0							0.00
					16.0	1750.0	10.94	1.79	30.69	1.92	30.69
4	7.0	950.0	3.3	1.5							30.69
					7.0	200.0	2.86	5.15	10.10	1.44	40.79
5	0.0	750.0	5.5	0.0							40.79
SUBTOTAL					23.0	1950.0			40.79	1.77	
=====											
AFLUENTE CUCO											
6	20.0	2000.0	0.4	0.0							0.00
					20.0	1295.0	6.48	1.68	21.32	1.07	21.32
7	0.0	705.0	3.0	0.0							21.32
SUBTOTAL					20.0	1295.0			21.32	1.07	
=====											
AFLUENTE ANTA											
8	16.0	2850.0	1.8	0.0							0.00
					16.0	1150.0	7.19	4.38	49.44	3.09	49.44
9	0.0	1700.0	7.0	0.0							49.44
SUBTOTAL					16.0	1150.0			49.44	3.09	
=====											

- I = NUMERO DEL PUNTO
- L = KILOMETRAJE
- H = ELEVACION DEL PUNTO
- AA = AREA TOTAL DE LA CUENCA HASTA EL PUNTO
- HM = ALTURA MEDIA DE TODA LA CUENCA HASTA EL PUNTO
- PREC = PRECIPITACION MEDIA SOBRE TODA LA CUENCA HASTA EL PUNTO
- QM = CAUDAL MEDIO EN EL PUNTO
- QN = CAUDAL NATURAL EN EL PUNTO
- CEAT = COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO DE TODA LA CUENCA HASTA EL PUNTO
- RQT = RENDIMIENTO DE TODA LA CUENCA HASTA EL PUNTO
- RP = REGIMEN DE PRECIPITACION
- RE = REGIMEN DE ESCURRIMIENTO

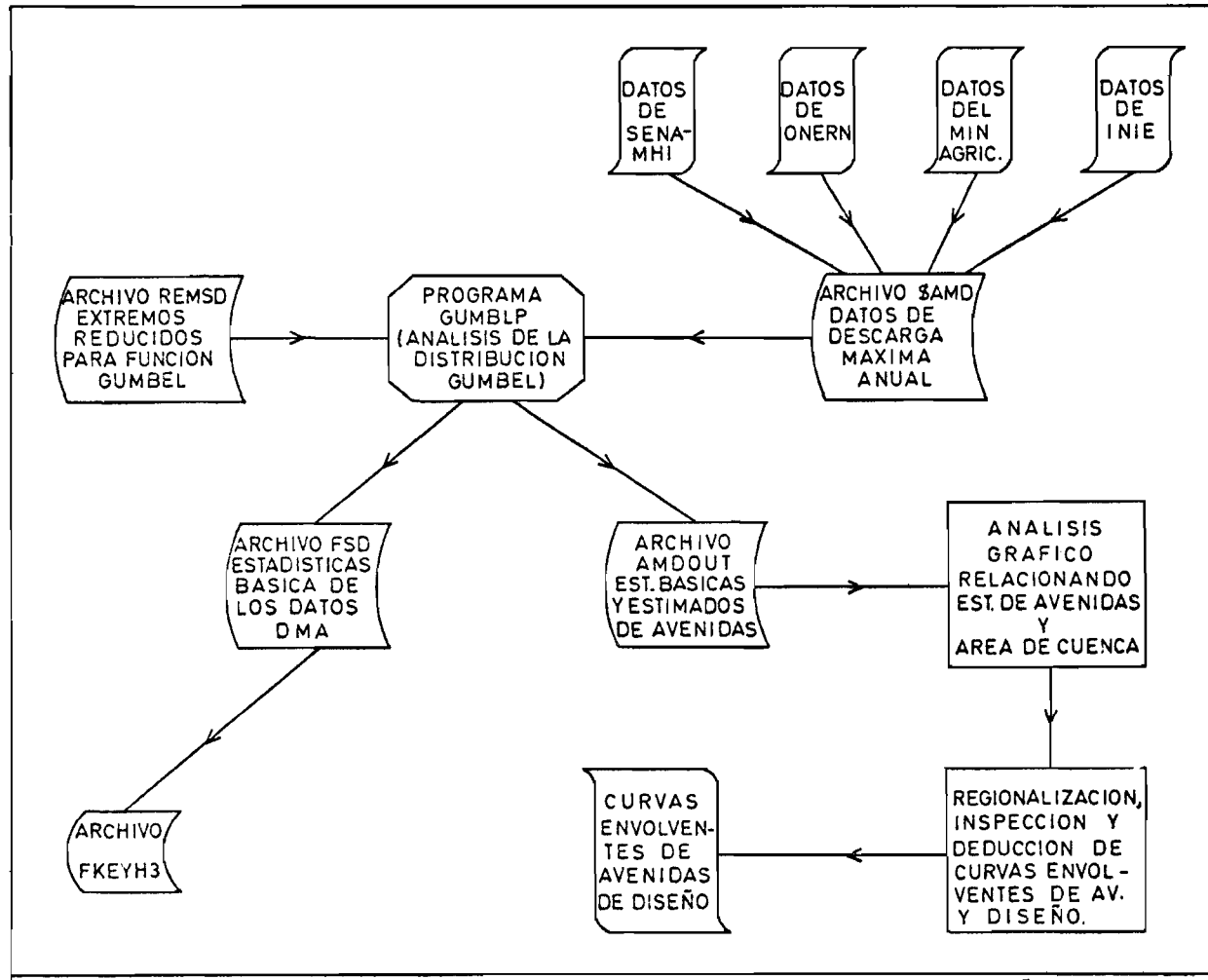
```

*****
*
* EL POTENCIAL TEORICO TOTAL DEL RIO CHAMAYA ES DE 728.6 MW
*
* Y TIENE UNA LONGITUD ACUMULADA DE 197.0 KM
*
* Y UN POTENCIAL ESPECIFICO DE 3.70 MW/KM
*
*****
    
```

3.6 ANALISIS DE AVENIDAS

Debido a la muy limitada y esporádica información relativa a descargas máximas disponibles en el Perú, se concentraron los esfuerzos en deducir relaciones regionales entre caudales de avenidas estimadas con intervalos teóricos de recurrencia de 10 y 1000 años y los parámetros del área de captación y caudal medio.

El programa GUMBLP se empleó para llevar a cabo los análisis estadísticos de todos los datos de descargas máximas disponibles y la estimación de caudales de avenidas en base a la función de valor extremo de GUMBEL. La secuencia lógica se muestra en la FIG. 3-26



ARCHIVO LS8 HOJA DE ACTIVIDADES 8 : ESTIMACION DE CAUDALES DE AVENIDAS DE DISEÑO FIG. 3-26

Nombre del Programa : GUMBLP

Significado : PROGRAMA GUMBEL
GUMBEL PROGRAM

Autor/Programador : T.WYATT

Ubicación : DISCO HIDRO4

Revisión : 11-04-79/WY

Lenguaje : DATA GENERAL FORTRAN IV

Tipo de Programa : ANALITICO

Propósito :

Para calcular parámetros estadísticos de datos de descarga máxima anual y calcular estimados de avenidas en base a la función de valor extremo de Gumbel para períodos de retorno de 10, 50, 100 y 1000 años empleando factores de frecuencia ajustados o no ajustados.

Metodología Empleada:

Los datos de descarga máxima anual para estaciones de aforo dadas se leen del archivo "\$AMD". Para cada secuencia de valores se calculan los mínimos y máximos, media, desviación estandar, coeficiente de variación y sesgo. La función de valor extremo de Gumbel toma la forma :

$$Q_T = \bar{X} + {}_n K_T * \sigma$$

donde:

$$Q_T = \text{Valor extremo con intervalo de recurrencia de T años}$$

$${}_n K_T = \text{Factor de frecuencia extremo (una función de la longitud de registro n y del intervalo de recurrencia T).}$$

El factor de frecuencia no ajustado está dado por:

$$K_T = b_T * 0.7797 - 0.45$$

donde:

$$b_T = - \log_e (- \log_e (1 - (1/T)))$$

El factor de frecuencia ajustado ${}_n K_T$ está dado por :

$${}_n K_T = b_T - \bar{y}_n / \bar{\sigma}_n$$

donde:

\bar{y}_n y $\bar{\sigma}_n$ son la media y la desviación estandar de los extremos reducidos para la longitud de registro n. Este último se lee del archivo "REMSD" pero también puede calcularse con la fórmulas.

$$\bar{y}_n = \frac{1}{n} \sum y_m$$

$$\overline{\sigma}_n^2 = \frac{1}{n} \sum y_n^2 - \bar{y}^2$$

donde:

$$y_n = -\log_e \left(-\log_e \frac{m}{n+1} \right)$$

sí

m = número de orden
n = es el tamaño de muestra

(El archivo "REMSD" se produce por el programa auxiliar GUMFF)

En base a estos factores de frecuencia y las estadísticas calculadas de los datos de descargas máximas de entrada, se calculan los valores de avenidas teóricas para intervalos de 10, 50, 100 y 1000 años.

Subrutinas :

SMOM
EVFFF

Límites de Dimensión :

65 años de datos para cualquier estación

Archivos de Entrada :

\$AMD
REMSD

Formatos de Entrada :

\$AMD Archivo de datos estandar 2.4
REMSD 2 F10.5

Salida

Archivo AMDOUT contiene estadísticas básicas y estimados de avenidas.
Archivo FSD contiene sólo estadísticas básicas

El contenido del AMDOUT está dirigido a la impresora, sigue un ejemplo.

FIG. 3-27

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
00101	1957	1976	17	0.0	250.0	26.3	65.45	2.49	2.51	135.3	239.3	283.3	428.5

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
00102	1957	1975	19	0.0	857.5	157.4	247.73	1.57	2.34	563.1	950.6	1114.4	1655.8

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200201	1951	1974	23	313.4	4558.3	1073.8	1027.85	0.96	2.16	2711.0	4281.2	4944.9	7138.3

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200202	1965	1977	10	283.0	1981.0	938.3	641.99	0.68	0.56	2124.8	3241.4	3713.4	5273.1

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200301	1936	1974	39	30.0	1357.4	269.9	278.58	1.03	2.45	687.5	1091.4	1262.2	1826.5

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200302	1969	1976	7	500.0	2300.0	1369.9	746.55	0.54	0.18	2882.8	4292.0	4887.8	6856.4

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200303	1955	1976	21	47.3	73.9	56.4	5.85	0.10	1.29	65.9	74.9	78.7	91.3

CODE	I.YEAR	F.YEAR	#YEARS	MIN	MAX	MEAN	STD DEV	COF VAR	SKEW	Q10	Q50	Q100	Q1000
200304	1955	1976	20	1.3	140.0	28.6	30.20	1.06	2.65	77.6	124.6	144.4	210.0

FIG. 3-27