



Instituto Colombiano de Energía Eléctrica



Electrificadora del Huila S.A.

APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS DEL ALTO MAGDALENA

Estudio de Prefactibilidad

Volumen VII

Apéndice H ENERGIA Y POTENCIA



INTERDISEÑOS

INGENIEROS CONSULTORES

Bogotá - Colombia

MARZO DE 1983

ESTUDIO FINANCIADO POR FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO "FONADE"

INDICE DE VOLUMENES

VOLUMEN I		INFORME
VOLUMEN II		
APENDICE A		HIDROLOGIA Y SEDIMENTOLOGIA
VOLUMEN III		
APENDICE B		GEOLOGIA
VOLUMEN IV		
APENDICE C		SISMOLOGIA
VOLUMEN V		
APENDICE D		MATERIALES DE CONSTRUCCION
APENDICE E		TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA
VOLUMEN VI		
APENDICE F		ESQUEMAS DE PROYECTOS
APENDICE G		COSTOS Y PRESUPUESTOS
VOLUMEN VII		
APENDICE H		ENERGIA Y POTENCIA
VOLUMEN VIII		
APENDICE I		INFRAESTRUCTURA
APENDICE J		ECOLOGIA
APENDICE K		SOCIO-ECONOMIA
APENDICE L		AGROLOGIA
VOLUMEN IX		RESUMEN



VOLUMEN VII
APENDICE H
ENERGIA Y POTENCIA

INDICE

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. OPERACION DE EMBALSES	2
2.1 SERIES DE CAUDALES PARA SIMULACION	2
2.2 INFORMACION NECESARIA PARA OPERAR EL MODELO	2
2.3 CALCULO DE LAS CURVAS ENERGIA FIRME-VOLUMEN	3
3. POTENCIA CONTINUA	4
4. POTENCIA CONFIABLE	4
5. POTENCIA INSTALADA	4
6. ENERGIA FIRME Y ENERGIA PROMEDIO	5
7. COMPARACION DE RESULTADOS: MODELOS CURVAS Y HYDUR.	6



INDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS
DE ENERGIA Y POTENCIA. MODELO CURVAS.



A N E X O S

ANEXO 1. INFORME DE ASESORES SIMONS, LI & ASOCIADOS

ANEXO 2.

1. LISTADO DEL PROGRAMA DE COMPUTADOR DE GE
NERACION SERIES SINTETICAS DE CAUDALES.
2. MANUAL DEL USUARIO DEL PROGRAMA
3. MACRODIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.

ANEXO 3.

1. LISTADO DEL PROGRAMA DE COMPUTADOR DEL
MODELO CURVAS
2. MANUAL DEL USUARIO DEL PROGRAMA
3. MACRODIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA.



ABREVIATURAS Y UNIDADES

Pesos Colombianos	\$
Dólares Americanos	US\$
Milésimas de US\$	Mils
Metro	m
Metro cuadrado	m ²
Milímetro	m m
Kilómetro	km
Kilómetro cuadrado	km ²
Hectárea	ha
Metro cúbico	m ³
Millón de metros cúbicos	Mm ³
Metro cúbico por segundo	m ³ /s
Kilogramo	kg
Tonelada métrica	ton
Kilovoltio	kv
Kilovoltio amperio	kva
Kilovatio	kw
Kilovatio-hora	kwh
Megavatio	Mw
Megavoltio amperio	Mva
Gigavatio hora	Gwh
Caballos de fuerza	hp
Suma Global	S. G.
Partes por millón	ppm
Grado centígrado	°C
Revoluciones por minuto	rpm
Factor de planta	fp
Litros por segundo	l/s



VOLUMEN VII

APENDICE H

ENERGIA Y POTENCIA

1. INTRODUCCION.

En este apéndice se describe el modelo desarrollado por los Consultores para la simulación de la operación de los embalses, con el fin de determinar la producción de energía y las capacidades a instalar. Estos valores se definieron, para diferentes volúmenes de embalse, dadas una hidrología y una confiabilidad deseadas.

El modelo -CURVAS- analiza la operación de un embalse aislado y obtiene además la relación entre la energía firme y el volumen del embalse mediante un proceso de prueba y error. Para el caso de "n" embalses en serie puede usarse el modelo CURVAS y obtener una solución aproximada, siendo necesario hacer algunos supuestos de tal manera que si el modelo CURVAS corre para los embalses de aguas abajo hacia aguas arriba, será posible calcular la cabeza media de generación, la cual podrá adicionarse a la cabeza propia del embalse inmediatamente aguas arriba para efectos de su análisis.

Por otro lado, es claro que la existencia de un embalse produce efectos reguladores sobre los caudales, los cuales dependerán del tamaño del embalse, la demanda solicitada y la hidrología. De esta manera podrá correrse el modelo CURVAS para el embalse de aguas arriba y almacenar los caudales turbinados, (en disco, por ejemplo) los cuales agregarán a los de la semicuenca (entre el embalse No. 2 y el embalse No. 1) para obtener los caudales de entrada al embalse de aguas abajo; realizada la simulación del embalse No. 1 se obtendrá la nueva cabeza media ya generada y la demanda a obtener .



Una vez realizada esta segunda simulación se tendrán unos caudales regulados para continuar en un proceso iterativo hasta la aproximación que se desee.

Se analizaron cada uno de los aprovechamientos identificados considerando las diferentes posibilidades en cuanto al nivel máximo normal o la cabeza de generación. De esta manera, se estudiaron para el aprovechamiento El Quimbo niveles máximos normales a las cotas 730, 716, 710 y 690 msnm; para el aprovechamiento Pericongo a las cotas 970, 920 y 910 msnm; para el aprovechamiento Guarapas se estudió la cota 1245 para valores de cabeza de generación de 117, 25 y 15 m y el aprovechamiento Oporapa se estudió a la cota 1000 msnm.

2. OPERACION DE LOS EMBALSES.

2.1 Series de caudales para la simulación:

Se utilizaron series de caudales generados mediante un modelo autoregresivo de orden uno, el cual preserva la media, la desviación estándar y el coeficiente de correlación de rezago 1 de los caudales históricos. El desarrollo de este modelo se detalla en el volumen II: Hidrología y Sedimentología.

2.2 Información necesaria para operar el modelo.

El programa desarrollado para analizar la operación de los embalses aislados y en serie depende básicamente de las siguientes características de los aprovechamientos: volúmenes máximos y mínimos de operación, factor de planta suministrado, la relación altura-volumen del embalse, desnivel en el fondo del embalse y la casa de máquinas, eficiencia promedio en las turbinas y pérdidas hidráulicas en los conductos, hidrología o en su defecto los parámetros para generar una serie sintética de un número dado en años (media, -



desviaciones y coeficientes de correlación de rezago uno), probabilidad de falla aceptada en el suministro de la demanda de energía y la aproximación con que esta debe ser calculada, el número de puntos deseados en la curva energía firme volumen del embalse y los coeficientes para convertir la demanda anual en demanda mensual. Adicionalmente es necesario el valor del caudal medio multianual para el cálculo de la primera aproximación de la demanda satisfecha (oferta) por el embalse.

2.3 Cálculo de las curvas Energía Firme-Volumen.

Se analizaron las diferentes posibilidades simulando la operación de los embalses independientemente (modelo curvas). Con base en el caudal promedio multianual, la altura máxima para un volumen dado en el embalse y las eficiencias en las turbinas y conductos de generación se calcula un límite superior a la oferta de energía, el límite inferior se adopta como la demanda satisfecha por el volumen inferior inmediatamente analizado.

Con el fin de iniciar la simulación se adopta siempre como primera demanda el límite superior. Se procede entonces a simular el número de años disponibles de hidrología (leídos o generados) llevando una "contabilidad" del número de fallas. Al final de este proceso se compara la probabilidad de falla obtenida con la deseada para el sistema; si la calculada es superior se procede a modificar el límite superior haciéndolo igual a la demanda analizada, de lo contrario se modifica el límite inferior y se calcula la nueva demanda como el promedio aritmético de los límites inferior y superior. Este proceso se realiza hasta que la probabilidad de falla se encuentra dentro de un límite aceptable de error y se procede entonces a analizar un volumen de embalse superior hasta el embalse máximo.

Los resultados se muestran en la Tabla 1.



3. POTENCIA CONTINUA.

Se calculó la potencia continua para cada una de las alternativas estudiadas según la siguiente expresión:

$$P_c = \frac{\text{Energía firme anual}}{8760}$$

4. POTENCIA CONFIABLE.

La potencia confiable está definida como la potencia continua (P_c) sobre el factor de planta (f_p):

$$P_{\text{confiable}} = \frac{P_c}{f_p}$$

5. POTENCIA INSTALADA.

La capacidad instalada se calculó a partir de la potencia confiable mediante la siguiente expresión:

$$CI = P_{\text{confiable}} \times \left(\frac{H_{\text{med}}}{H_{\text{min}}} \right)^{1,5}$$

y en términos de la potencia continua.

$$CI = \frac{P_c}{f_p} \left(\frac{H_{\text{med}}}{H_{\text{min}}} \right)^{1,5}$$

En donde:

CI = Potencia Instalada (Mw)

P_c = Potencia Continua (Mw)



f p = Factor de Planta

Hmed: Cabeza neta media superada el 50% de las veces (m)

Hmin : Cabeza neta mínima (m)

Los resultados se presentan, para las diferentes alternativas, en la Tabla No.1

6. ENERGIA FIRME Y ENERGIA PROMEDIO.

Se calculó la energía firme, para cada caso, como la energía que se suministra con el 95% de confiabilidad o el 5% de probabilidad de falla.

La energía promedio se define como la energía firme más la energía secundaria. La expresión utilizada para el cálculo de la energía secundaria es la siguiente:

$$E_{\text{secun}} = g n Q H_n$$

En la cual:

E_{secun} = Energía secundaria en kwh.

g = aceleración de la gravedad, 9.8 m/s^2

n = eficiencia de la planta, equivalente a la eficiencia combinada del generador y turbinas, 0.90 y 0.87, respectivamente.

Q = Caudal equivalente al 75% del caudal vertido, (m^3/s)

H_n = Cabeza neta expresada en m.



7. COMPARACION DE RESULTADOS: Modelos CURVAS y HYDUR.

En la tabla No. 1 se resumen los resultados de los estudios de Potencia y Energía obtenidos mediante la utilización del modelo CURVAS, descrito anteriormente. Estos resultados fueron adaptados de manera definitiva para los propósitos del estudio por las razones que se explican posteriormente; los resultados de los análisis efectuados con el modelo HYDUR se incluyen como anexo al presente apéndice.

Dos son las causas principales de las diferencias entre los resultados de los dos modelos: el modelo HYDUR ajusta la curva de duración de caudales, para simular los efectos de regulación, a través de un coeficiente (PSR-power storage ratio) el cual es utilizado en el modelo CURVAS; el valor de caída neta de generación, que emplea el modelo HYDUR, es asumido constante durante la operación para el cálculo de capacidad instalada, en tanto que en el modelo CURVAS este valor es recalculado cada vez durante el proceso.

Lo anterior explica el por qué de tan poca diferencia en los valores de capacidad instalada cuando el rango de cabezas de generación es reducido; es el caso, por ejemplo, del aprovechamiento El Quimbo con nivel normal de aguas en la cota 690: Estos valores se resumen a continuación (ver tabla 1 y Anexo 1 - tabla 11):

EL QUIMBO. Nivel normal en la cota 690

Factor de planta	Capacidad Instalada (MW)	
	HYDUR	CURVAS
0.4	475.0	484.8
0.5	380.0	387.8
0.6	316.6	323.2



TABLAS

TABLA No.1 Resumen de los resultados de los estudios de Potencia y Energía.
Modelo " CURVAS ".

Nivel	Embalse		Volumen útil Mm ³	Caudal regulado m ³ /s	Cabeza Neta		Energía		Potencia Continúa Mw	Capacidad Instalada		
	Max	Min.			Hmed	Hmin	Firme	Promedio		0.4	0.5	0.6
msnm					m		Gwh / año			Mw		

APROVECHAMIENTO EL QUIMBO

730	690	2275	224.6	140.1	108	2149.66	2389.66	245.4	906.3	725.4	604.5
716	681	1550	215.6	128.4	99	1878.09	2159.09	214.4	791.5	633.2	527.7
710	680	1250	214.5	121.9	98	1793.00	2067.00	204.7	709.6	567.7	473.1
690	668	620	174.6	105.5	86	1249.66	1712.66	142.7	484.8	387.8	323.2
716 (1)	681	1550	346.2	128.8	99	3034.43	3449.43	346.4	1285.0	1028.0	856.7

APROVECHAMIENTO PERICONGO

970	920	1020	151.3	147.0	104.0	1533.47	1841.47	175.1	735.1	588.1	490.1
920	902	210	98.6	100.2	86	770.36	1264.36	87.9	276.6	221.3	184.4
910	900	100	81.2	91.6	84	577.44	1115.44	65.9	187.6	150.1	125.1

APROVECHAMIENTO OPORAPA

1000	980	117.5	74.9	82.5	60	372.85	763.85	42.6	171.5	137.2	114.3
------	-----	-------	------	------	----	--------	--------	------	-------	-------	-------

APROVECHAMIENTO GUARAPAS

1245(2)	1213	275	81.5	111.3	89.65	753.0	1040.0	86.0	297.1	237.7	198.1
1245(3)	1213	275	81.9	109.4	89.65	811.4	1090.4	92.6	312.4	249.9	208.2
1245(4)	1213	275	84.3	100.6	89.65	1369.3	1613.3	156.3	464.8	371.8	309.8

(1) El Quimbo más Páez. (2), (3) y (4): Cabeza neta de generación de 14.95, 2465 y 117.25, respectivamente.

1. INTRODUCCION.

Simons, Li & Associates, Inc., en cooperación con el Dr. Carlos Rodríguez A. de Interdiseños ha preparado este análisis de energía y potencia para la prefactibilidad de los sitios de presa del Quimbo, Pericongo y Guarapas. Este análisis evalúa el potencial hidroeléctrico, sus costos y beneficios para cada sitio de presa mediante un modelo basado en condiciones existentes teniendo en cuenta reducciones en embalse útil debido a sedimentación y ajustes de caudales de entrada en Pericongo y el Quimbo debido a regulaciones aguas arriba. En el sitio del Quimbo los caudales de entrada fueron tomados como caudales mensuales del Río Magdalena.

II. ANALISIS DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO EN CADA SITIO DE PRESA.

Estos análisis fueron usados para determinar la máxima energía promedio anual y los costos y beneficios de cada proyecto para una curva dada de duración de caudales basada en caudales medios mensuales, cabeza promedio, factores de planta, eficiencia, costos de proyecto, intereses y beneficios. Otros datos usados para definir las características de la energía promedio anual incluyen el volumen útil del embalse. El volumen del embalse dividido por el caudal medio anual se ha usado para definir el radio de almacenamiento potencial. Este es usado para ajustar la curva de duración de caudales debido a los efectos de almacenamiento en el embalse.

Un resumen de los datos usados para definir las características de potencia y energía en cada sitio de presa se presenta en la Tabla No. 1. Los parámetros que son iguales en todos los casos se muestran en la Tabla 2 y la serie de casos simulados para este análisis se muestran en la Tabla 3.

Los primeros cuatro (4) casos fueron los casos bases con los cua



les se evaluó la capacidad y el potencial hidroeléctrico en cada sitio. Los siguientes casos fueron usados para evaluar los efectos de los sedimentos en el embalse útil, (casos 5 a 8); y los efectos de la regulación de los embalses aguas arriba, (casos 9 a 14) Otros casos, (casos 15 a 22) fueron usados para calcular la capacidad instalada en cada sitio de presa. La capacidad instalada se calculó basada en análisis previos realizados por Interdiseños. Esta capacidad instalada fué evaluada teniendo en cuenta los sedimentos y sin tener en cuenta los mismos.

Los casos finales (casos 23-26) fueron usados para analizar tres (3) diferentes alturas de presa en el Quimbo, considerando sólo el efecto del Río Magdalena y con el efecto del Río Magdalena y el Río Páez.

III. RESULTADO DEL ANALISIS EN CADA SITIO DE PRESA.

Los resultados de estos análisis fueron agrupados o comparados en forma tal que se pudieran evaluar los efectos de la sedimentación, de la regulación de los embalses y de las alturas de presa con relación a la producción de energía. Los resultados fueron referenciados a informes recibidos en cada sitio de presa por el Dr. Carlos Rodríguez. Los costos para los sitios de presa fueron basados en costos suministrados por el Dr. Carlos Rodríguez. La energía firme en el análisis Hydur está basada en la potencia generada de un caudal dado de la curva de duración de caudales, el cual es excedido 94% del tiempo, dada, una cabeza promedio. Los resultados desarrollados por Interdiseños basados en otros supuestos, fueron usados para comparación y hay aparentes diferencias. La información para ser usada como comparación está en la Tabla 4.

Los estimativos de costos para todos los análisis fueron basados en costos suministrados por Interdiseños. Fué sugerido por Interdiseños seguir este procedimiento para tener una base estándar de comparación de costos. La comparación de costos entre alter-



nativas en cada sitio de presa en particular con diferentes capacidades instaladas no es representativa de los costos de turbinas. Las obras civiles, la casa de máquinas, el rebosadero, costos de operación y mantenimiento se toman iguales.

En la Tabla 5 se presenta un resumen de la información desarrollada del análisis Hydur para los casos (1 a 8) estos casos usan las alturas de presa, los caudales y las cabezas promedio definidas por Interdiseños. Los casos (1 a 4) usan todo el embalse útil mientras con los casos (5 a 8) tiene una reducción en el embalse útil, debido a los estimativos de sedimentación en (25) años, similarmente para los casos (5 a 8). El modelo Hydur selecciona las capacidades instaladas basado en un principio de optimización de la máxima energía promedio anual usando una técnica de búsqueda directa. La diferencia en los resultados de los análisis hechos por Interdiseños e Hydur, se nota cuando se compara la capacidad instalada y la energía firme. Los datos usados para estimar estas cantidades son caudales promedios y cabeza promedio disponible para generación de energía. Las condiciones de caudal promedio para ambos análisis hecho por Interdiseños e Hydur, fueron basados en caudales medios mensuales. Hydur calcula la curva de duración de caudales y luego la ajusta para simular los efectos de la regulación del embalse. Una diferencia grande entre cada uno de los análisis parece ser debida a la forma de ajustar la curva de duración pero la más probable razón de diferencia está en el tipo de cabeza promedio usado en el análisis Hydur en comparación con una mejor representación de la variación en cabeza usada por Interdiseños. Para una comparación adicional un resumen de todos los caudales promedios a las cabezas promedios requeridas para calcular la energía firme y la capacidad instalada para los casos seleccionados se presenta en la Tabla 6. También por referencia el caudal anual promedio en cada sitio de presa se incluye. La fórmula utilizada por el Hydur es la siguiente:

$$\text{Capac. Inst.} = 9.804 \cdot (Q) \cdot (h) \cdot (e)$$

Donde : $Q = \text{Caudal promedio en m}^3/\text{seg.}$



h = Cabeza promedio en metros

e = Eficiencia de la planta = 0.84

De esta fórmula se concluye que la variación de la energía firme calculada por Interdiseños e Hydur, es probablemente debido a las diferencias asumidas en cabeza. En la Tabla 5 hay dos casos en cada sitio de presa, un grupo de casos es para condiciones existentes y el (2o.) segundo grupo de casos (5 a 8) es teniendo en cuenta los sedimentos en el embalse útil. Los resultados muestran que debido a los sedimentos la producción de energía firme se reduce de 4 a 9%. Se requiere una capacidad instalada más grande para generar una cantidad equivalente de energía promedio anual.

Los efectos de los sedimentos en la reducción de energía firme pueden no ser significativos debido a que el análisis está basado en condiciones promedio y otras condiciones extremas podrían existir, la Tabla 7 muestra un resumen de los casos (9-14) estos son desarrollados teniendo en cuenta caudales regulados. El caso 9 representa las condiciones óptimas para el potencial en Pericongo en un caudal regulado proveniente de Guarapas más un caudal no regulado proveniente del área de drenaje entre Guarapas y Pericongo. El caso 10 representa el potencial hidroeléctrico del Quimbo con base en el caudal regulado de Pericongo más el caudal no regulado entre los sitios de presa. El caso 11 es el mismo que el caso 10 excepto que caudal, del Río Magdalena se le adiciona el del Río Páez. Los casos 12 a 14 corresponden a los casos 9 a 11 con excepción que se tiene en cuenta los sedimentos. Los resultados muestran un incremento en la capacidad instalada para los casos en los cuales se ha estimado la sedimentación de (25) veinticinco años y se nota que no se incrementa la producción de energía promedio anual. También la energía firme promedio anual se reduce de 1 a 4%, esto representa un promedio (25) veinticinco años, para condiciones extremas podrán incrementar estas tasas de sedimentación. Comparando con resultados de Interdiseños Tabla 4, la energía firme teniendo



en cuenta la regulación es menor debido a la diferencia en supuestos de cabeza promedio para generación de energía. El resumen de la Tabla 5 muestra los resultados iniciales del Hydur, se muestra que la energía firme se ha incrementado en un orden de 10 a 40%, mientras que la energía promedio anual ha disminuido de un 4 a un 6%, un incremento en energía firme y una disminución en energía total puede ser esperada debido a regulaciones en el embalse debido a que los caudales altos van a ser atenuados y los caudales bajos serán almacenados.

Casos (15 a 22) están resumidos en la Tabla 8 y fueron usados para comparar los análisis hechos por Interdiseños con los de Hydur. Para estos casos la capacidad instalada en el sitio de presa se toma igual a la capacidad instalada determinada por Interdiseños en la Tabla 4. En comparación entre la energía firme de la Tabla 4 y 8 muestra mucho menos energía firme generada por medio del Hydur, esto es debido a los supuestos diferentes usados para calcular la energía firme principalmente en la variación en la cabeza promedio. El Hydur usa una cabeza promedio y un caudal extraído de la curva de duración de caudales el cual es excedido el 94% del tiempo. En comparación estos casos con y sin sedimentación la capacidad instalada aumenta, la energía anual promedio permanece la misma y la energía firme disminuye cuando se ha sedimentado en el volumen útil del embalse. Esta disminución en energía firme es del orden del cuatro (4) al nueve (9) % con la mayor reducción en Guarapas el sitio de presa de más aguas arriba en el sistema y con el embalse más pequeño.

Los casos finales fueron usados para comparar alternativas de alturas de presa en el Quimbo para las dos (2) condiciones de caudal. Hydur optimizó y seleccionó la capacidad instalada que produjera la misma energía promedio anual. La energía firme fué establecida como la potencia generada del caudal que excedía el 94% del tiempo con una cabeza promedio. Un resumen de estos resultados se presenta en la Tabla 9, los resultados muestran que para alturas de presas mayores se presenta mayor energía y capacidad instalada al igual que un aumento incremental de



los costos unitarios.

Basados en los resultados de los casos (1 a 4) y de los casos 15, 17, 19 y 21 (capacidad instaladas fijas) se desarrollaron, las figuras (1 a 4) las cuales muestran el factor de planta anual contra los costos unitarios para energía firme y energía anual promedio. Ajustes en costos fueron hechos con base en costos totales de la Tabla 4 basados en los costos de capacidad instalada. Los costos para un rango de capacidad instalada se muestran en la Tabla 10 y son funciones de costos de Hydur. Algunas inconsistencias (figura 4), fueron causadas en el método en el cual los costos fueron ajustados para el caso cuatro (4) y luego comparados con el caso veintiuno (21).

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El análisis Hydur está basado en curvas de duración de caudales generados a partir de los datos de caudales medios mensuales. La curva de duración de caudales es ajustada para simular los efectos de regulación en el sitio de presa; la regulación en sitios de presa aguas arriba y de sedimentación en el embalse útil. Otras condiciones promedio usadas para evaluar el potencial hidroeléctrico en cada sitio de presa incluye cabeza promedio disponible para generación de energía eficiencia promedio de la planta 84%, factor de sobre-cargas (1.15) y 12% tasas de interés. En cada sitio de presa los costos de construcción fueron basados en costos totales previamente determinados por Interdiseños.

El modelo Hydur determina la capacidad instalada basada en caudales de cierto porcentaje de excedencia para una curva de duración de caudal dada, por cada capacidad instalada, energía promedio anual, energía firme, factores de planta, costos y beneficios promedios. Con base en la máxima energía anual promedio la óptima capacidad instalada fué seleccionada.



Esta generalmente se calcula de tal manera que únicamente del cinco (5) a (15%) de tiempo, el sistema está operando a un 15% de sobre carga. La energía firme está determinada como la energía del 94% del tiempo, los resultados del modelo Hydur son muy similares con los resultados obtenidos por Interdiseños para la energía anual promedio en cada uno de los sitios de presa. Hay discrepancias en el cálculo de la energía y estos se debió a los diferentes supuestos usados para ello; también el análisis Hydur hace una estimación conservadora de la energía firme basado en el supuesto de la cabeza promedio y el caudal regulado en un análisis a nivel de prefactibilidad. Un detallado análisis de operación de embalses dará un resultado más cierto del potencial de energía para los diferentes embalses y esto se recomienda para los estudios de factibilidad. Casos adicionalmente considerados en el análisis del Hydur muestran reducción en energía firme debido a sedimentos en los embalses y a regulación de caudales aguas arriba.

Con la reducción de energía firme del 4% al 9% correspondió un incremento pequeño en energía promedio anual. En los siguientes estudios de factibilidad se podrán establecer más detalladamente un estimativo de la variación de cabeza en los embalses y por ello un mejor estimativo del potencial hidroeléctrico. También se recomienda para la próxima etapa hacer diseños apropiados para las bocatomas los cuales reducirían las concentraciones de sedimentos y se podría prevenir los daños a las bombas y turbinas.



TABLA 1. Resumen de datos de cada embalse

Sitio de Presa	Cabeza Promedio ms.	Volúmen de Emb. Mm ³	Vol. de Sedim. en 50 años y Mm ³	Caudal medio anual Mm ³	Costos de Const. (US\$ x 10 ⁶)	Costos de Mater. (US\$ x 10 ⁶)	Factor de Corzing. (%)
El Quimbo	116	1,450	200	7,884	151.60	97.47	16.5
El Quimbo y el Páez	116	1,450	200	13,434	153,37	125.13	16.5
Pericongo	140	1,060	150	5,992	207,73	85,54	17.7
Guarapas	226	260	76	4,100	165,92	57.37	17.9

TABLA 2. Resumen de datos para todos los sitios de presa

Interés anual (%)	Eficiencia de Planta (%)	Factor de Sobre Carga de Planta. (%)	Beneficios (Mils/Kwh)	Período de Construc. (años)	Período de Amortizac. (años)
12	84	115	35	5	50

TABLA 3. Resumen de casos analizados del potencial Hidroeléctrico para la prefactibilidad de los aprovechamientos del Alto Magdalena.

Caso Número	Sitio de presa	Condiciones de Sedimentos.	Condiciones de Caudal
Caso 1	El Quimbo	Sin Sedimento	Caudales generados
Caso 2	El Quimbo	" "	"
Caso 3	Pericongo	" "	"
Caso 4	Guarapas	" "	"
Caso 5	El Quimbo	Con Sedimento	
Caso 6	El Quimbo	" "	"
Caso 7	Pericongo	" "	"
Caso 8	Guarapas	" "	
Caso 9	Pericongo	Sin Sedimento	Curv. de durac. de C. ajust. del caso 4.
Caso 10	El Quimbo	" "	" " " " " "
Caso 11	El Quimbo y el Páez		ajust. del caso 9 " "
Caso 12	Pericongo	Con Sedimento	Curv. de durac. de C. ajust. del caso 8.
Caso 13	El Quimbo	" "	Curv. de durac. de C. ajust. del caso 12 " " "
Caso 14	El Quimbo y el Páez	" "	
Caso 15	El Quimbo capacidad inst. = 650,000 Kw.	Sin Sedimento	Caudales generados.

Caso Número	Sitio de presa	Condiciones de Sedimentos	Condiciones de Caudal
Caso 16	El Quimbo ca- pacidad inst. = 650,000 Kw.	Con Sedimento	Caudales generados
Caso 17	El Quimbo y el Páez capac.inst. =900,000 Kw.	Sin Sedimento	" "
Caso 18	El Quimbo y el Páez capac.inst. = 900.000 Kw.	Con Sedimento	" "
Caso 19	Pericongo capac. inst. =600,000 Kw	Sin Sedimento	" "
Caso 20	Pericongo cap. inst. =600,000Kw.	Con Sedimento	" "
Caso 21	Guarapas cap. inst. =380,000 Kw.	Sin Sedimento	" "
Caso 22	Guarapas cap. inst. =380,000 Kw.	Con Sedimento	" "
Caso 23	El Quimbo	Sin Sedimento	" "
Caso 24	El Quimbo	" "	" "
Caso 25	El Quimbo y el Páez	" "	" "
Caso 26	El Quimbo y el Páez	" "	" "

TABLA 4. Resumen de costos totales y costos unitarios suministrados por Interdiseños.

Sitio de Presa.	Cos. T. (US\$ $\times 10^6$)	Capacidad Instalada (Mw)	Cos.U. (US\$/Kw)	Energía firme (Gwh/año)	Energía Total (Gwh/año)	Cos.U. para energ. F. (US\$/Mwh)	Cos.U. para energT. (US\$/Mwh)
El Quimbo	322.74	650	478	1,878	2,232	26.44	22.25
El Quimbo y el Páez	358.89	900	399	3,034	3,560	18.20	15.51
Pericongo	383.62	600	640	1,533	1,913	38.51	30.86
Guarapas	293.04	380	771	1,360	2,085	33.16	21.63

TABLA 5. Resumen de costos totales y costos unitarios suministrados por HYDUR.

Sitio de Presa	Caso	Costo Total (US\$/x10 ⁶)	Capac. Inst. (Mw)	Cost. Unit (US\$/Kw)	Energ. firme (Gwh/año)	Energ. Total (Gwh/año)	Cos.U para Energ. firme (US/Mwh)	Cos.U para Energ. total (US/Mwh)
El Quimbo PSR= 0.184	1	322.1	390	826	1009	2121	51.0	24.3
El Quimbo PSR=0.159	5	322.1	398	809	956	2122	53.8	24.2
El Quimbo y el Páez PSR=0.108	2	360.2	604	596	1712	3594	33.8	16.1
El Quimbo y el Páez PSR=0.093	6	360.2	619	582	1645	3596	35.2	16.1
Pericongo PSR=0.177	3	383.2	394	973	899	1930	67.8	31.6
Pericongo PSR=0.152	7	383.2	404	949	850	1930	71.7	31.6
Guarapas PSR=0.063	4	292.2	497	588	691	2148	67.9	21.8
Guarapas PSR=0.045	8	292.2	511	572	628	2149	71.8	21.8

TABLA 6 Resumen del caudal promedio requerido para Generación firme y total para una cabeza dada.

Sitio de Presa y Fuente de informac.	Caud. prom. anual m^3/s	Energ. firme $Gwh/año$	Energ. total $Gwh/año$	Cabeza prom. (m)	Caud. prom de Gener. (m^3/seg)	
					Energía firme	Energía total
El Quimbo Interdiseños Hydur	250	1878	2232	116	224.4	266.7
		1009	2121		120.6	253.5
El Quimbo + el Páez Interdiseños Hydur	426	3034	3560	116	362.6	425.4
		1712	3594		204.6	429.5
Pericongo Interdiseños Hydur	190	1533	1913	140	151.8	189.4
		899	1930		89.0	191.1
Guarapas Interdiseños Hydur	130	1360	2085	226	83.4	127.9
		691	2148		42.4	131.8

TABLA 7. Resumen de costos totales y costos unitarios, para los casos basados en el caudal regulado.

Sitios de Presa	Caso	Costo Total (US\$ x 10 ⁶)	Capacidad Instal (M w)	Costos Unitar (US\$/Kw)	Energía firme (Gwh/año)	Energ total (Gwh/año)	Costo Unitar para Energ firme (US\$/Mwh)	Costos Unit para Energ total (US\$/Mwh)
Pericongo PSR=0.177	9	383.2	311	1232	989	1811	61.5	33.6
Pericongo PSR=0.164	12	383.2	317	1209	947	1811	64.2	33.5
El Quimbo PSR=0.184	10	322.1	279	1154	1415	2042	36.2	25.1
El Quimbo PSR=0.176	13	322.1	287	1122	1367	2044	37.4	25.1
El Quimbo y el Páez PSR=0.108	11	360.2	552	652	2064	3391	28.0	17.0
El Quimbo y el Páez PSR=0.103	14	360.2	555	649	2044	3391	28.2	17.0

TABLA 8. Resumen de costos totales y costos unitarios, para capacidades instaladas fijas basadas en análisis HYDUR

Sitios de Presa	Caso	Costo Total (US\$ x 10 ⁶)	Capacidad Instalada (Mw)	Costos Unitarios (US\$/Kw)	Energía firme (Gwh/año)	Energía total (Gwh/año)	Costo Unitario para Energía firme (US\$/Mwh)	Costos Unitarios para Energía total (US\$/Mwh)
El Quimbo PSR=0.184	15	322.1	650	496	1009	2121	51.5	24.5
El Quimbo PSR=0.149	16	322.1	650	496	956	2122	54.3	24.5
El Quimbo y el Páez PSR= 0.108	17	360.2	900	400	1712	3597	34.1	16.2
El Quimbo y el Páez PSR=0.903	18	360.2	900	400	1645	3597	35.5	16.2
Pericongo PSR=0.177	19	383.2	600	639	899	1930	68.3	31.8
Pericongo PSR= 0.152	20	383.2	600	639	850	1930	72.2	31.8
Guarapas PSR= 0.063	21	292.2	380	769	691	2089	67.6	22.4
Guarapas PSR=0.045	22	292.2	380	769	628	2067	74.4	22.6

TABLA 9. Resumen de costos totales y costos unitarios para la presa mas alta de la alternativa del Quimbo suministrados por HYDUR.

Sitios de Presa	Caso	Costo Total (US\$ x 10 ⁶)	Capacidad Instal. (Mw)	Costos Unitar (US\$/Kw.)	Energía firme (Gwh/año)	Energ total (Gwh/año)	Costo Unitar para Energ firme (US\$/Mwh)	Costos Unit para Energ. total (US\$/Mwh)
El Quimbo H = 690	23	220.8	308	717	796	1673	44.4	21.1
El Quimbo H = 710	24	299.6	375	799	970	2039	49.3	23.5
El Quimbo H = 716	1	322.1	390	826	1009	2121	51.0	24.3
El Quimbo y el Páez H = 690	25	258.8	477	543	1351	2835	30.8	14.7
El Quimbo y el Páez H = 710	26	337.6	581	581	1646	3455	32.9	15.7
El Quimbo y el Páez H = 716	2	360.2	604	596	1712	3594	33.8	16.1

TABLA . 10 Costos para instalación de turbinas de diferente capacidad.

Número	Turbinas Francis Kw	Total (\$x10 ⁶)	Total (Kw)
3	134,738	42.06	404,214
4	61,884	33,25	247,536
4	65,235	34,28	260,940
4	54,174	33,96	216,696
4	57,410	35,21	229,640
4	54,362	31,89	217,448
4	68,892	37,72	275,568
3	151,645	44,22	454,935
6	75,822	52,32	227,466
4	51,570	30,94	206,280
3	139,447	42,90	418,341
3	155,613	45,01	466,839
3	161,052	46.10	483,156
3	171,987	47,72	515,961
3	176,488	48,61	529,464
3	182,657	49,80	547,971

TABLA No. 11 Resumen de los resultados de los estudios de Potencia y Energía. Modelo "HYDUR".

Nivel Normal de Aguas	Energía Promedio anual	Energía Firme anual.	Energía Secundaria anual	CAPACIDAD INSTALADA		
				0.4	0.5	0.6
msnm	Gwh /año	Gwh / año	Gwh / año	Mw		
APROVECHAMIENTO EL QUIMBO						
690	1673.06	795.64	877.42	475.0	380.0	316.6
710	2038.75	969.55	1069.20	578.7	463.0	385.8
716	2121.03	1008.63	1112.35	602.1	481.6	401.4
APROVECHAMIENTO EL QUIMBO MAS PAEZ						
690	2837.22	1350.71	1486.51	808.5	646.8	539.0
710	3457.37	1645.95	1811.42	985.3	788.2	656.9
716	3596.91	1712.38	1884.53	1025.0	820.0	683.4
APROVECHAMIENTO PERICONGO						
970	1929.81	899.42	1030.39	553.4	442.7	366.3
APROVECHAMIENTO GUARAPAS						
1245	2148.48	690.67	1457.81	612.9	490.3	408.6

FIGURA 1
 COSTOS DE ENERGIA PROMEDIO PARA UN FACTOR DE PLANTA
 EL QUIMBO CASO 1

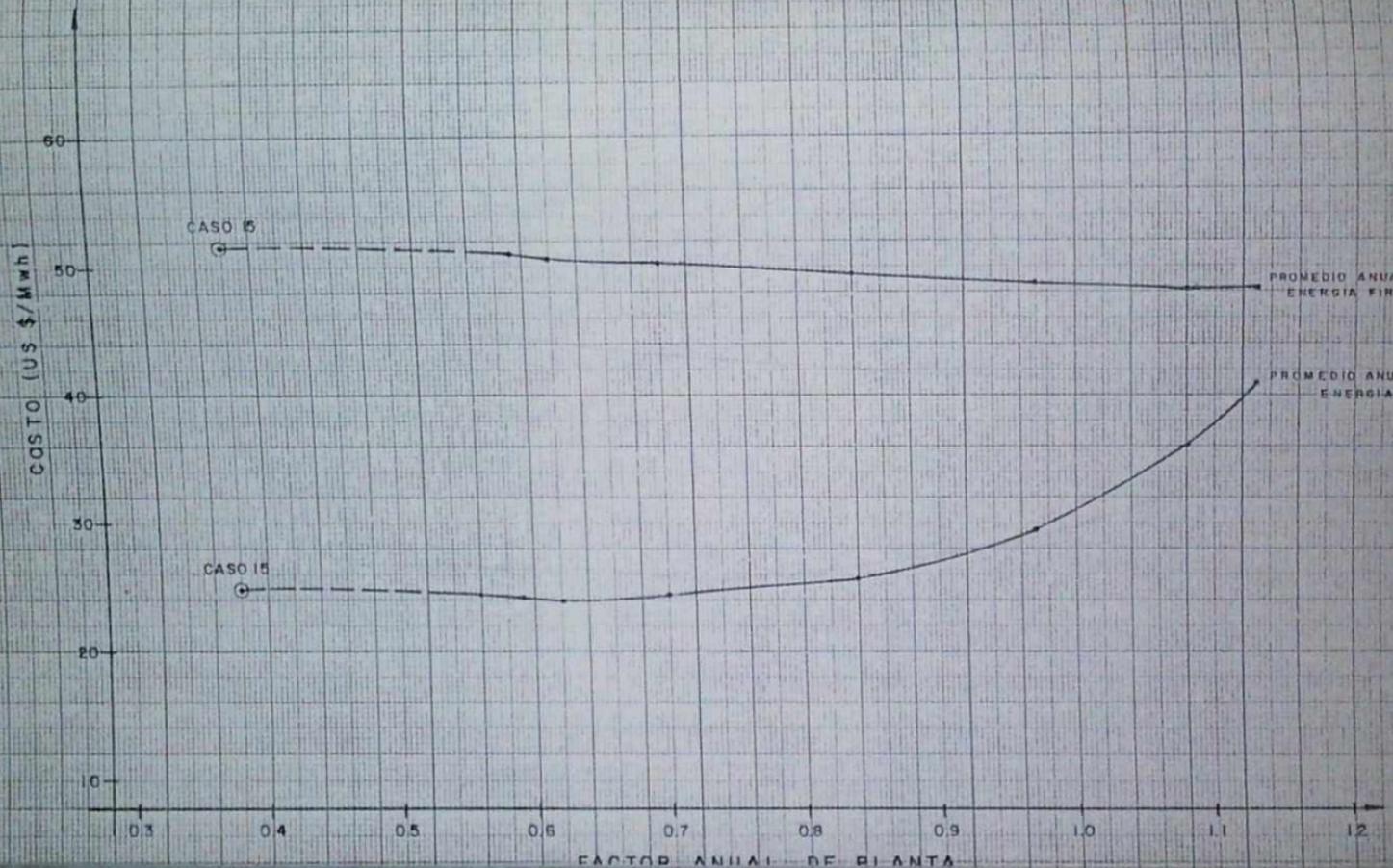


FIGURA 2
COSTOS DE ENERGIA PROMEDIO PARA UN FACTOR DE PLANTA
EL QUIMBO + PAEZ CASO 2

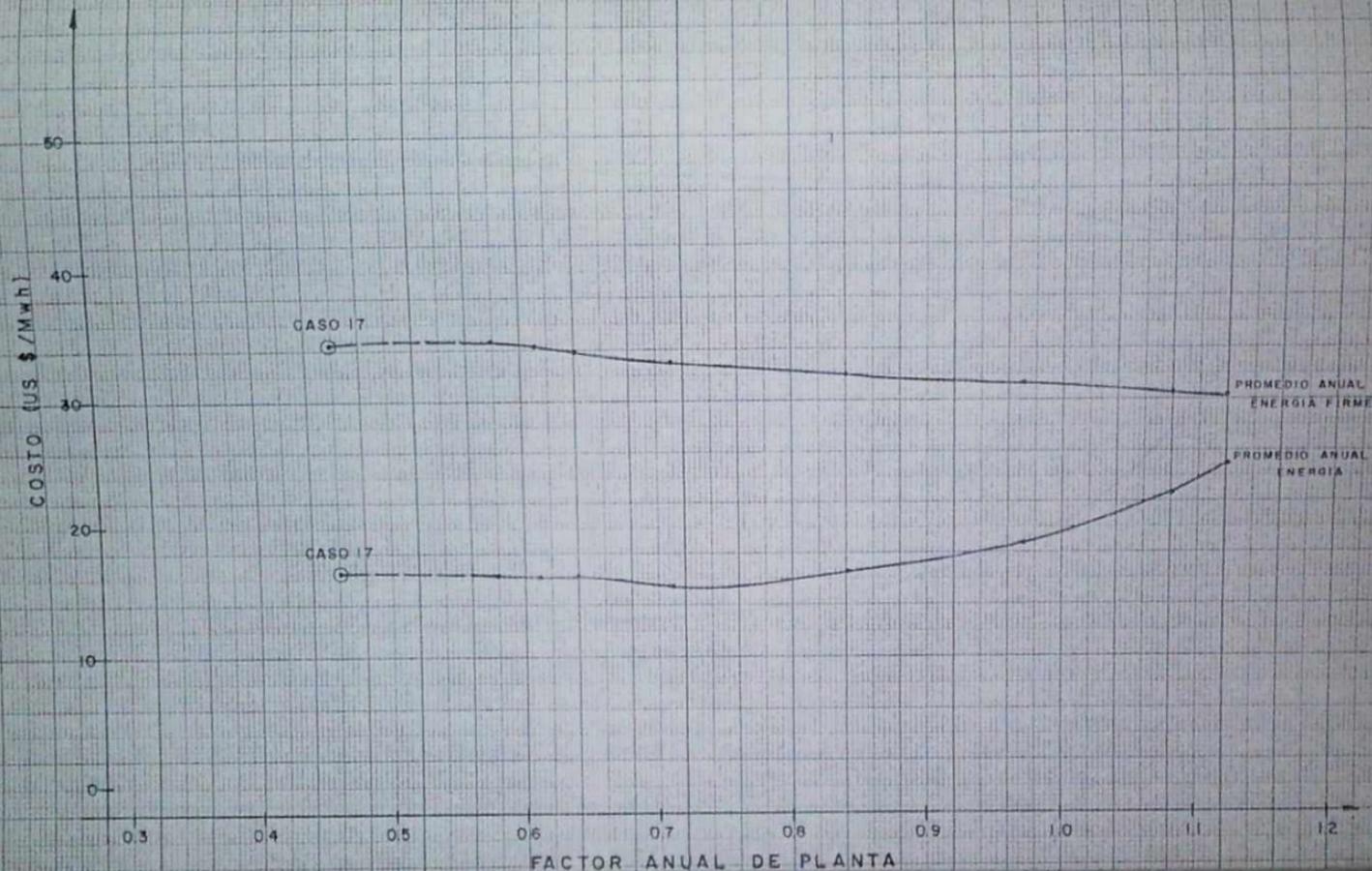


FIGURA 3

COSTOS DE ENERGIA PROMEDIO PARA UN FACTOR DE PLANTA PERICONGO CASO 3



ANEXO 2.

GENERACION DE SERIES SINTETICAS DE CAUDALES

122		IF C(1)-J3-L1-0-300 TC 300	
123		CC TC 10	00011000
125	200	CC(1-J3)*E(1)+E(2)+E(3)+DESV(1)/DESV(100)+(C(1-1-J+11)*MED(12))	00011100
126		+V*E(5V(1)-ESUR(1)-K(12)+2)	00011200
127		IF C(1)-J3-L1-0-300 TC 300	00011300
128		CC TC 10	00011400
129	400	CC(1-J3)*E(1)+E(2)+E(3)+DESV(1)/DESV(100)+(C(1-1-J+11)*MED(12))	00011500
130		+V*E(5V(1)-ESUR(1)-K(12)+2)	00011600
131		IF C(1)-J3-L1-0-300 TC 300	00011700
132		CC TC 10	00011800
133	300	C(1)+G.	00011900
134		CALL CPUSS(13,S,AN,V)	00012000
135		IF C(1)-J3-0-300 TC 300	00012100
136		CC TC 400	00012200
137	10	CONTINUE	00012300
138		RETURN	00012400
139		END	00012500
140		SUBROUTINE GAUSS(13,S,AN,V)	00012600
141		IMPLICIT	00012700
142		CC TC 3=1-12	00012800
143		DO 10 I=1,12	00012900
144		IF V(I)	00013000
145	10	CONTINUE	00013100
146		V(I)=E(1)+S+AN	00013200
147		RETURN	00013300
148		END	00013400
149		FUNCTION PROPF(1)	00013500
150		(PI*AN*V(12))	00013600
151		PI*AN*V(12)	00013700
152		CC I 3=1-12	00013800
153		PROPF=PROPF(1)	00013900
154	1	CONTINUE	00014000
155		PROPF=PROPF/12.	00014100
156		RETURN	00014200
157		END	00014300



MANUAL DEL USUARIO

GENERACION DE SERIES SINTETICAS.

1. OBJETIVO: Generación sintética de caudales con base en un modelo normal markoviano mensual de primer orden, que es un modelo autoregresivo de rezago 1.
2. METODOLOGIA DE SOLUCION: El modelo utilizado tiene la siguiente ecuación.

$$q_{i,j} = \bar{X}_j + \frac{r(j) S_j}{S_{j-1}} [q_{i,j-1} - \bar{X}_{j-1}] + Z_{i,j} S_j \sqrt{(1 - [r(j)]^2)}$$

Este es un modelo estacional donde:

i = año de generación

J = mes del año

X_j = media de los caudales del mes J .

S_j = desviación estándar de los caudales del mes J .

$r(J)$ = coeficiente de correlación de rezago 1 (correlación serial entre el mes J y el mes $J-1$)

$Z_{i,j}$ = Serie de números aleatorios distribuidos normalmente con media 0 (cero) y varianza 1.

$Q_{i,j}$ = caudal en el año i y mes j .



3. DATOS DE ENTRADA

Tarjeta	Formato	Variable	Descripción
1	1Ø A2	Lugar (1Ø)	Nombre del sitio de presa
2	F 7.5, IX, I 4	FAC, N	Factor de área y número de años de la serie histórica.
3→3+N	12F 6.2	Q (I, J) I=1, N J=1, 12	Caudales en m ³ /s, de la serie histórica.
(3+N) + 1	2 I 3	M, NANOS	Número de series a generar y longitud, en años de las series generadas.

4. DATOS DE SALIDA.

- Nombre del sitio de presa
- Número de años de la serie histórica
- Caudales mensuales para los años de la serie histórica en m³/s
- Valores medios mensuales de los caudales del registro histórico, en m³/s.
- Desviación estándar de los caudales del registro histórico, en m³/s
- Coeficiente de correlación de rezago unitario de cada mes de registro histórico.
- Promedio multianual de la serie histórica, en m³/s.

M veces se obtendrá :

- Número de la serie generada
- Caudales, mes a mes, para los NANOS de la serie sintética.

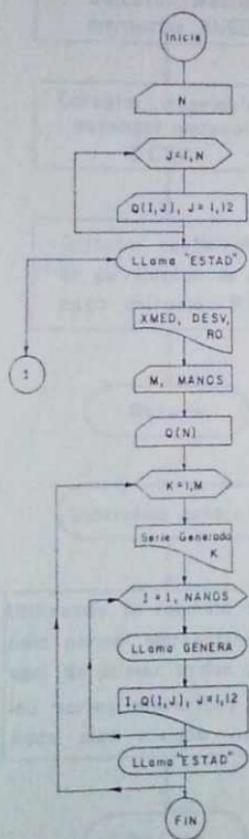


- Valores medios mensuales de los caudales de la serie sintética, en m^3/s .
- Desviación estándar mensual de los caudales de la serie sintética en m^3/s .
- Coeficiente de correlación de rezago unitario de cada mes de la serie sintética .
- Promedio multianual de la serie sintética, en m^3/s .



GENERACION SERIE SINTETICA

MACRODIAGRAMA DE FLUJO



(Continuación)



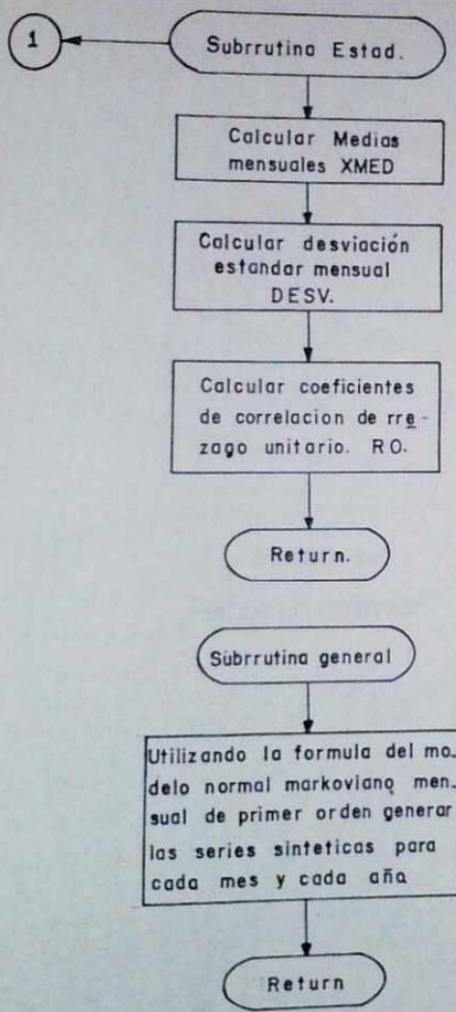
Empresa Colombiana de Energía Eléctrica
Energías del Norte S.A.



INTERDISENOS
INGENIEROS CONSULTORES
Bogotá - Colombia

PROYECTOS MONTEBATEROS
B.O. MAGUIFA

ENERGIA Y POTENCIA



Instituto Colombiano de Energía Eléctrica
Electrificadora del Huila S.A.



INTERDISEÑOS
INGENIEROS CONSULTORES
Bogotá - Colombia

APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS
ALTO MAGDALENA.

ENERGIA Y POTENCIA

ANEXO 3.

MODELO CURVAS

0004	+	CC 20 J=1-12			
0005	+	EM=EM*20*(1+EM)*EM*(J-3)+5*(J-3)	1	00012700	017514 0P1FD
0006	10*	CONJAU	1	00012707	017548 0P1FD
0007	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012708	017549 0P1FD
0008	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012709	017550 0P1FD
0009	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012710	017551 0P1FD
0010	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012711	017552 0P1FD
0011	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012712	017553 0P1FD
0012	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012713	017554 0P1FD
0013	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012714	017555 0P1FD
0014	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012715	017556 0P1FD
0015	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012716	017557 0P1FD
0016	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012717	017558 0P1FD
0017	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012718	017559 0P1FD
0018	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012719	017560 0P1FD
0019	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012720	017561 0P1FD
0020	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012721	017562 0P1FD
0021	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012722	017563 0P1FD
0022	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012723	017564 0P1FD
0023	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012724	017565 0P1FD
0024	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012725	017566 0P1FD
0025	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012726	017567 0P1FD
0026	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012727	017568 0P1FD
0027	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012728	017569 0P1FD
0028	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012729	017570 0P1FD
0029	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012730	017571 0P1FD
0030	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012731	017572 0P1FD
0031	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012732	017573 0P1FD
0032	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012733	017574 0P1FD
0033	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012734	017575 0P1FD
0034	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012735	017576 0P1FD
0035	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012736	017577 0P1FD
0036	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012737	017578 0P1FD
0037	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012738	017579 0P1FD
0038	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012739	017580 0P1FD
0039	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012740	017581 0P1FD
0040	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012741	017582 0P1FD
0041	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012742	017583 0P1FD
0042	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012743	017584 0P1FD
0043	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012744	017585 0P1FD
0044	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012745	017586 0P1FD
0045	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012746	017587 0P1FD
0046	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012747	017588 0P1FD
0047	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012748	017589 0P1FD
0048	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012749	017590 0P1FD
0049	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012750	017591 0P1FD
0050	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012751	017592 0P1FD
0051	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012752	017593 0P1FD
0052	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012753	017594 0P1FD
0053	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012754	017595 0P1FD
0054	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012755	017596 0P1FD
0055	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012756	017597 0P1FD
0056	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012757	017598 0P1FD
0057	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012758	017599 0P1FD
0058	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012759	017600 0P1FD
0059	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012760	017601 0P1FD
0060	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012761	017602 0P1FD
0061	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012762	017603 0P1FD
0062	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012763	017604 0P1FD
0063	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012764	017605 0P1FD
0064	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012765	017606 0P1FD
0065	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012766	017607 0P1FD
0066	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012767	017608 0P1FD
0067	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012768	017609 0P1FD
0068	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012769	017610 0P1FD
0069	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012770	017611 0P1FD
0070	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012771	017612 0P1FD
0071	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012772	017613 0P1FD
0072	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012773	017614 0P1FD
0073	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012774	017615 0P1FD
0074	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012775	017616 0P1FD
0075	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012776	017617 0P1FD
0076	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012777	017618 0P1FD
0077	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012778	017619 0P1FD
0078	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012779	017620 0P1FD
0079	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012780	017621 0P1FD
0080	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012781	017622 0P1FD
0081	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012782	017623 0P1FD
0082	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012783	017624 0P1FD
0083	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012784	017625 0P1FD
0084	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012785	017626 0P1FD
0085	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012786	017627 0P1FD
0086	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012787	017628 0P1FD
0087	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012788	017629 0P1FD
0088	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012789	017630 0P1FD
0089	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012790	017631 0P1FD
0090	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012791	017632 0P1FD
0091	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012792	017633 0P1FD
0092	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012793	017634 0P1FD
0093	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012794	017635 0P1FD
0094	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012795	017636 0P1FD
0095	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012796	017637 0P1FD
0096	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012797	017638 0P1FD
0097	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012798	017639 0P1FD
0098	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012799	017640 0P1FD
0099	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012800	017641 0P1FD
0100	+	WRTTEG=20*(J+1)	1	00012801	017642 0P1FD

ALL ERRORS AND NO WARNINGS IN THE STATEMENTS CODE EDITED = 26147 BYTES (3269 BYTES) 10P1FD
 EXECUTE TIME IS 31.5 SECONDS FOR 177 CARDS AT 268 CARDS/MINUTE.

LINE	STATEMENT	TIME	DATE	TIME	DATE
(C01)	SL=COPIAL RAPSDE(SA+D)J-(A+SL+G+L+R)				
(C02)	C=(A+SL+G) * R	1	00017000	000075	RAPSDE
(C03)	C=(A+SL+G) * R	1	00017020	000075	RAPSDE
(C04)	C=(A+SL+G) * R	1	00017040	000075	RAPSDE
(C05)	REAL R+R	1	00017060	000075	RAPSDE
(C06)	COMPRESSION (L12)	1	00017080	000075	RAPSDE
(C07)	F=C+G	1	00017100	000075	RAPSDE
(C08)	L=L+R	1	00017120	000075	RAPSDE
(C09)	V=RR+G	1	00017140	000075	RAPSDE
(C10)	SL=2*AVI+2*GZ	1	00017160	000075	RAPSDE
(C11)	IF(SL+L+SP)X300 TO 300	1	00017180	000075	RAPSDE
(C12)	V=V+SL+SP	1	00017200	000075	RAPSDE
(C13)	CALL INTERFIL(COL+SL+SP+R)	1	00017220	000075	RAPSDE
(C14)	F=(A+SL+G) * R	1	00017240	000075	RAPSDE
(C15)	IF(F+G-E+L)300 TO 200	1	00017260	000075	RAPSDE
(C16)	E=L+R+L	1	00017280	000075	RAPSDE
(C17)	SL=2*AVI	1	00017300	000075	RAPSDE
(C18)	CALL INTERFIL(COL+SL+R)	1	00017320	000075	RAPSDE
(C19)	V=L+E+2*(E+R)/(R+R+R)	1	00017340	000075	RAPSDE
(C20)	V=L+SL+SP	1	00017360	000075	RAPSDE
(C21)	IF(V+L+G+V)300 TO 300	1	00017380	000075	RAPSDE
(C22)	SL=SL+V+L	1	00017400	000075	RAPSDE
(C23)	CALL INTERFIL(COL+SL+R)	1	00017420	000075	RAPSDE
(C24)	F=(A+SL+G) * R	1	00017440	000075	RAPSDE
(C25)	V=L+R+R+2*(E+R)/(R+R+R)	1	00017460	000075	RAPSDE
(C26)	DEL I=RES(V+L+V)	1	00017480	000075	RAPSDE
(C27)	V=L+V+L	1	00017500	000075	RAPSDE
(C28)	IF(F+L+G+V)300 TO 300	1	00017520	000075	RAPSDE
(C29)	CT=V+L+V	1	00017540	000075	RAPSDE
(C30)	SL=SL+V+L	1	00017560	000075	RAPSDE
(C31)	IF(L+R)	1	00017580	000075	RAPSDE
(C32)	CT=V+L+V	1	00017600	000075	RAPSDE
(C33)	SL=SL+V+L	1	00017620	000075	RAPSDE
(C34)	IF(L+R)	1	00017640	000075	RAPSDE
(C35)	CT=V+L+V	1	00017660	000075	RAPSDE
(C36)	SL=SL+V+L	1	00017680	000075	RAPSDE
(C37)	IF(L+R)	1	00017700	000075	RAPSDE
(C38)	CT=V+L+V	1	00017720	000075	RAPSDE
(C39)	SL=SL+V+L	1	00017740	000075	RAPSDE
(C40)	IF(L+R)	1	00017760	000075	RAPSDE
(C41)	CT=V+L+V	1	00017780	000075	RAPSDE
(C42)	SL=SL+V+L	1	00017800	000075	RAPSDE
(C43)	IF(L+R)	1	00017820	000075	RAPSDE
(C44)	CT=V+L+V	1	00017840	000075	RAPSDE
(C45)	SL=SL+V+L	1	00017860	000075	RAPSDE
(C46)	IF(L+R)	1	00017880	000075	RAPSDE
(C47)	CT=V+L+V	1	00017900	000075	RAPSDE
(C48)	SL=SL+V+L	1	00017920	000075	RAPSDE
(C49)	IF(L+R)	1	00017940	000075	RAPSDE
(C50)	CT=V+L+V	1	00017960	000075	RAPSDE
(C51)	SL=SL+V+L	1	00017980	000075	RAPSDE
(C52)	IF(L+R)	1	00018000	000075	RAPSDE
(C53)	CT=V+L+V	1	00018020	000075	RAPSDE
(C54)	SL=SL+V+L	1	00018040	000075	RAPSDE
(C55)	IF(L+R)	1	00018060	000075	RAPSDE
(C56)	CT=V+L+V	1	00018080	000075	RAPSDE
(C57)	SL=SL+V+L	1	00018100	000075	RAPSDE
(C58)	IF(L+R)	1	00018120	000075	RAPSDE
(C59)	CT=V+L+V	1	00018140	000075	RAPSDE
(C60)	SL=SL+V+L	1	00018160	000075	RAPSDE
(C61)	IF(L+R)	1	00018180	000075	RAPSDE
(C62)	CT=V+L+V	1	00018200	000075	RAPSDE
(C63)	SL=SL+V+L	1	00018220	000075	RAPSDE
(C64)	IF(L+R)	1	00018240	000075	RAPSDE
(C65)	CT=V+L+V	1	00018260	000075	RAPSDE
(C66)	SL=SL+V+L	1	00018280	000075	RAPSDE
(C67)	IF(L+R)	1	00018300	000075	RAPSDE
(C68)	CT=V+L+V	1	00018320	000075	RAPSDE
(C69)	SL=SL+V+L	1	00018340	000075	RAPSDE
(C70)	IF(L+R)	1	00018360	000075	RAPSDE
(C71)	CT=V+L+V	1	00018380	000075	RAPSDE
(C72)	SL=SL+V+L	1	00018400	000075	RAPSDE
(C73)	IF(L+R)	1	00018420	000075	RAPSDE
(C74)	CT=V+L+V	1	00018440	000075	RAPSDE
(C75)	SL=SL+V+L	1	00018460	000075	RAPSDE
(C76)	IF(L+R)	1	00018480	000075	RAPSDE
(C77)	CT=V+L+V	1	00018500	000075	RAPSDE
(C78)	SL=SL+V+L	1	00018520	000075	RAPSDE
(C79)	IF(L+R)	1	00018540	000075	RAPSDE
(C80)	CT=V+L+V	1	00018560	000075	RAPSDE
(C81)	SL=SL+V+L	1	00018580	000075	RAPSDE
(C82)	IF(L+R)	1	00018600	000075	RAPSDE
(C83)	CT=V+L+V	1	00018620	000075	RAPSDE
(C84)	SL=SL+V+L	1	00018640	000075	RAPSDE
(C85)	IF(L+R)	1	00018660	000075	RAPSDE
(C86)	CT=V+L+V	1	00018680	000075	RAPSDE
(C87)	SL=SL+V+L	1	00018700	000075	RAPSDE
(C88)	IF(L+R)	1	00018720	000075	RAPSDE
(C89)	CT=V+L+V	1	00018740	000075	RAPSDE
(C90)	SL=SL+V+L	1	00018760	000075	RAPSDE
(C91)	IF(L+R)	1	00018780	000075	RAPSDE
(C92)	CT=V+L+V	1	00018800	000075	RAPSDE
(C93)	SL=SL+V+L	1	00018820	000075	RAPSDE
(C94)	IF(L+R)	1	00018840	000075	RAPSDE
(C95)	CT=V+L+V	1	00018860	000075	RAPSDE
(C96)	SL=SL+V+L	1	00018880	000075	RAPSDE
(C97)	IF(L+R)	1	00018900	000075	RAPSDE
(C98)	CT=V+L+V	1	00018920	000075	RAPSDE
(C99)	SL=SL+V+L	1	00018940	000075	RAPSDE
(C100)	IF(L+R)	1	00018960	000075	RAPSDE
(C101)	CT=V+L+V	1	00018980	000075	RAPSDE
(C102)	SL=SL+V+L	1	00019000	000075	RAPSDE
(C103)	IF(L+R)	1	00019020	000075	RAPSDE
(C104)	CT=V+L+V	1	00019040	000075	RAPSDE
(C105)	SL=SL+V+L	1	00019060	000075	RAPSDE
(C106)	IF(L+R)	1	00019080	000075	RAPSDE
(C107)	CT=V+L+V	1	00019100	000075	RAPSDE
(C108)	SL=SL+V+L	1	00019120	000075	RAPSDE
(C109)	IF(L+R)	1	00019140	000075	RAPSDE
(C110)	CT=V+L+V	1	00019160	000075	RAPSDE
(C111)	SL=SL+V+L	1	00019180	000075	RAPSDE
(C112)	IF(L+R)	1	00019200	000075	RAPSDE
(C113)	CT=V+L+V	1	00019220	000075	RAPSDE
(C114)	SL=SL+V+L	1	00019240	000075	RAPSDE
(C115)	IF(L+R)	1	00019260	000075	RAPSDE
(C116)	CT=V+L+V	1	00019280	000075	RAPSDE
(C117)	SL=SL+V+L	1	00019300	000075	RAPSDE
(C118)	IF(L+R)	1	00019320	000075	RAPSDE
(C119)	CT=V+L+V	1	00019340	000075	RAPSDE
(C120)	SL=SL+V+L	1	00019360	000075	RAPSDE
(C121)	IF(L+R)	1	00019380	000075	RAPSDE
(C122)	CT=V+L+V	1	00019400	000075	RAPSDE
(C123)	SL=SL+V+L	1	00019420	000075	RAPSDE
(C124)	IF(L+R)	1	00019440	000075	RAPSDE
(C125)	CT=V+L+V	1	00019460	000075	RAPSDE
(C126)	SL=SL+V+L	1	00019480	000075	RAPSDE
(C127)	IF(L+R)	1	00019500	000075	RAPSDE
(C128)	CT=V+L+V	1	00019520	000075	RAPSDE
(C129)	SL=SL+V+L	1	00019540	000075	RAPSDE
(C130)	IF(L+R)	1	00019560	000075	RAPSDE
(C131)	CT=V+L+V	1	00019580	000075	RAPSDE
(C132)	SL=SL+V+L	1	00019600	000075	RAPSDE
(C133)	IF(L+R)	1	00019620	000075	RAPSDE
(C134)	CT=V+L+V	1	00019640	000075	RAPSDE
(C135)	SL=SL+V+L	1	00019660	000075	RAPSDE
(C136)	IF(L+R)	1	00019680	000075	RAPSDE
(C137)	CT=V+L+V	1	00019700	000075	RAPSDE
(C138)	SL=SL+V+L	1	00019720	000075	RAPSDE
(C139)	IF(L+R)	1	00019740	000075	RAPSDE
(C140)	CT=V+L+V	1	00019760	000075	RAPSDE
(C141)	SL=SL+V+L	1	00019780	000075	RAPSDE
(C142)	IF(L+R)	1	00019800	000075	RAPSDE
(C143)	CT=V+L+V	1	00019820	000075	RAPSDE
(C144)	SL=SL+V+L	1	00019840	000075	RAPSDE
(C145)	IF(L+R)	1	00019860	000075	RAPSDE
(C146)	CT=V+L+V	1	00019880	000075	RAPSDE
(C147)	SL=SL+V+L	1	00019900	000075	RAPSDE
(C148)	IF(L+R)	1	00019920	000075	RAPSDE
(C149)	CT=V+L+V	1	00019940	000075	RAPSDE
(C150)	SL=SL+V+L	1	00019960	000075	RAPSDE
(C151)	IF(L+R)	1	00019980	000075	RAPSDE
(C152)	CT=V+L+V	1	00020000	000075	RAPSDE

PRINTS AND NO PAPERS IN ALL STATEMENTS-CCOL LPRINT = 4118 BITS (215 BYTES)RAPSDE
 FILE TIME IS 13.2 SECONDS FOR 40 CARDS AT 127 CARDS/MINUTE.

STAFFORDS EXECUTIVE SYSTEM COMPILER - PARY 6.0 PA 07/16/75 00157 - TUESDAY 09/21/82 0832 AM

STATEMENT	OPERATOR	OPERANDS	OPERATION	ADDRESS	OPERATION	ADDRESS
CC03	+	SUBROUTINE GENERATE(,345,880)		+	00021850	000075 GENR#
CC04	+	LET(=)/C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00021900	000075 GENR#
CC05	+	LET(=)C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022050	000075 GENR#
CC06	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022100	000075 GENR#
CC07	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022200	000075 GENR#
CC08	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022300	000075 GENR#
CC09	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022400	000075 GENR#
CC10	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022500	000075 GENR#
CC11	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022600	000075 GENR#
CC12	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022700	000075 GENR#
CC13	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022800	000075 GENR#
CC14	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00022900	000075 GENR#
CC15	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023000	000075 GENR#
CC16	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023100	000075 GENR#
CC17	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023200	000075 GENR#
CC18	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023300	000075 GENR#
CC19	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023400	000075 GENR#
CC20	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023500	000075 GENR#
CC21	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023600	000075 GENR#
CC22	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023700	000075 GENR#
CC23	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023800	000075 GENR#
CC24	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00023900	000075 GENR#
CC25	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024000	000075 GENR#
CC26	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024100	000075 GENR#
CC27	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024200	000075 GENR#
CC28	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024300	000075 GENR#
CC29	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024400	000075 GENR#
CC30	+	IF INCL=0 THEN MAY TRANSFER TO C/MANDS+P/AF(1)P/DEL(1)P/AF(1)P/INCL(1)		+	00024500	000075 GENR#

AC EFFECT AND AC OPERATORS IN 28 STATEMENTS-EXCEEDED = 4092 BITS (512 BYTES) GENERA
 EXECUTE TIME IS 7.3 SECONDS PER 27 CARDS AT 221 LINES/PRINT.

ELFILLDVS B1200/1700 TETRAH COMPILER - MARK 9-0 R2 07/16/79 09:57

TUESDAY

09/21/82

08:52 AM

LINE#	STATEMENTS	PP10			
CC01	=	SUBROUTINE GAUSS(7,5,2,4)	1	0004500	000175 GROSS
CC02	=	END	1	0007400	000775 GROSS
CC03	=	DC 10 I=1,10	1	0007400	000100 GROSS
CC04	=	IF(I.EQ.1) GO TO 10	1	0007400	000100 GROSS
CC05	=10	END	1	0007400	000100 GROSS
CC06	=	WRITE(1,*) I, A(I)	1	0007500	000553 GROSS
CC07	=	IF(I.EQ.10) GO TO 20	1	0007500	000774 GROSS
CC08	=	END	1	0007500	000774 GROSS

NO ERRORS AND NO WARNINGS IN 7 STATEMENTS. CODE EMITTED = 737 BYTES (92 BYTES) GROSS
 CPU TIME IS 5.6 SECONDS PER 8 LINES AT 30 CARDS/PAGE.



LINE#	STATEMENT	OPERATION	ADDRESS	OPERATION	ADDRESS	OPERATION	ADDRESS
0001	SUBROUTINE INTERFIL-COL-CATEG-CATOS						
0002	COMMON/ALPHAC						
0003	INHERSIC FIL(15)-COL(15)						
0004	IC *SLECCINA PARA INTERPOLAR 22 VALORES DE N. CONTIENEN DE Y *						
0005	IC *CATEG-CATC ENTRADA- CATEG-CATC SALIDA*						
0006	IC						
0007	IC						
0008	IC						
0009	IC						
0010	IC						
0011	IC						
0012	IC						
0013	IC						
0014	IC						
0015	IC						
0016	IC						
0017	IC						
0018	IC						
0019	IC						

NO ERRORS AND NO WARNINGS IN 35 STATEMENTS. CODE LISTED = 1601 BITS (201 BYTES) INTER
 PROFILE TIME IS 5.8 SECONDS PER 35 CARDS AT 204 CARDS/INCH.



MANUAL DEL USUARIO

MODELO CURVAS

1. **OBJETIVO:** El programa desarrollado analiza la operación de un embalse aislado y obtiene básicamente la curva Energía firme-Volumen del Embalse.
2. **METODOLOGIA DE SOLUCION:** La metodología de solución, datos de entrada y salida se han descrito anteriormente en el informe de Energía y Potencia en el numeral operación de los Embalses.
3. **DATOS DE ENTRADA.**

Tarjeta # 1.

Lugar (I): Nombre del aprovechamiento analizado (hasta 10 letras)

Tarjeta # 2. Formato F10.0

EF1, EF2: Eficiencia de las turbinas y pérdidas hidráulicas en los conductos de generación. En tan to por uno- (90, .87)

Tarjeta # 3. Formato 2 F10.2

FP: Factor de Planta
FAC: Factor para considerar un % de hidrología provenien te de un río adicional trasbasado directamente al em



balse (en tanto por uno).

Tarjeta #s 4 y 5: Formato 12 F 6.0

Fil (I), I= 1, 15 Altura en mt de los diferentes puntos considerados en la curva H vs. Vol - total (15 puntos).

Tarjeta # 6 y 7: Formato 12 F 6.0

Col(I), I= 1, 15 Volumen en Mm^3 correspondientes a Fil (I), se lee del menor hacia el mayor.

Tarjeta # 8: Formato F 10.0

HMAQ. Diferencia en mts entre el fondo del embalse, el cero de la curva H vs. Vol y la casa de máquinas. (cabeza adicional). Este valor puede ser positivo o negativo.

Tarjeta # 9: Formato 12F 6.0

B(I), I=1, 12 Fracción que representa la demanda mensual (mes I) con relación al total anual (En las corridas se asumió, .0833 equivalente a 1/12.

Tarjeta # 10: Formato 3 F 10.0

SMORUM : Volumen máximo en Mm^3 que se va a analizar; este valor debe ser inferior a Col (15) leído anteriormente.

SMIN : Volumen mínimo en Mm^3 SMORUM-SMIN definen el embalse útil.



QM : Caudal medio multianual de la serie hidrológica
(en m^3/s).

Tarjeta # 11: Formato 4 I5

IND: Indicador para leer o generar hidrología; IND=0 lee el registro histórico. IND=1 genera la hidrología.

INDL: Indicador usado en el modelo de generación sintética; INDL=0 no se considera transformación logarítmica de los caudales. El modelo utilizado considera transformación logarítmica (INDL=1).

ISE: # entero utilizado como semilla para la generación de números aleatorios.

LAD: Indicador del trasbase de un río vecino al embalse LAD=0 no hay trasbase, LAD # 0: hay trasbase.

Tarjeta # 12: Formato 2I 5

NANOS: # de años de la simulación. El programa está dimensionado para un máximo de 100 años.

IPRINT: Indicador para la escritura de la hidrología; IPRINT=0: no escribe, IPRINT=1, escribe

A continuación en caso de leer el registro histórico, deberá colocarse "NANOS" tarjetas con los respectivos datos en m^3/s con formato 12F 6.2; en caso de realizarse la generación sintética:

Tarjeta # 13: Formato 12F 6.0

X BAR(I), I=1, 12 Medias mensuales de los caudales en m^3/s , o de sus logaritmos.



Tarjeta # 14: Formato 12F 6.0

X DES(I), I=1,12 Desviación estándar de los caudales en m^3/s o de sus logaritmos.

Tarjeta # 15: Formato 12F 6.0

RO(I), I=1,12 Coeficiente de correlación mensual de rezago uno de los caudales o de los logaritmos.

Tarjeta # 16: Formato 1 5

NPUN: # de puntos a considerar en la curva Energía - firme vs. volumen (volúmenes entre S_{min} y $S_{máx}$).

Tarjeta # 17: Formato 2F 10.0

DO : Probabilidad de falla aceptada en el suministro de la Energía (se usa .05).

DOE: Error aceptado en la consecución de DO; se utilizaron diferentes valores entre .005 y .01

A continuación, en caso de considerarse el trasbase de un río vecino deberán colocarse "NANOS" tarjetas con la hidrología correspondiente en formato 12F 5.1; esta hidrología será aceptada por el factor "FAC"

4. DATOS DE SALIDA

El programa entrega inicialmente la información con que fué ali-



mentado. A continuación va escribiendo los resultados de las iteraciones necesarias para obtener una demanda (oferta) que es satisfecha con la probabilidad de falla exigida, una vez obtenida la convergencia escribe los resultados: volumen del embalse, energía demandada, volúmenes turbinados y vertidos (promedios mensuales en Mm^3/mes) y la probabilidad de falla obtenida y los correspondientes resultados de potencia continua, confiable e instalada en Mw. El anterior set de resultados es entregado para c/uno de los volúmenes en el embalse (NPUN) analizados.



MODELO CURVAS

MACRODIAGRAMA DE FLUJO

