

AAA 9502



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

J.C. 983

D2

APROVECHAMIENTO OPTIMO DE MULTIPLES EMBALSES
PARA GENERACION DE HIDROELECTRICIDAD

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: SOBRE SALIENTE

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Nombre:

Firma:

Nombre:

Firma:

Nombre:

REALIZADO POR

MORELLA PENSO LUCIANI

MARISELA ZUBILLAGA MATTAR

PROFESOR GUIA

ING. JACOBOS RUBINSTEIN STAROSTA.

FECHA

OCTUBRE, 1983

Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento, a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo, muy especialmente a:

Ing. Jacobo Rubinstein S.

Ing. Mario Mengual F.

Ing. Gustavo Rivas

Ing. Aitor Inchausti

Ing. Juan José Bolinaga

Ing. Horacio Velazco

Sra. Beatriz de Cardona

Ing. Pietro Pesci Feltri

INDICE.

	Pag.
Sinopsis.	
I. Introducción.	1
II. Aprovechamiento hidroeléctrico conjunto de múltiples sitios.	4
II.1 Descripción del problema.	4
II.2 Planteamiento del problema en términos de Programación Dinámica.	11
II.3 Aspectos hidrológicos.	14
II.4 Consideraciones en el cálculo de los costos.	17
II.5 Restricciones generales del programa.	22
III. Operación del programa de computación.	25
III.1 Descripción general.	25
III.2 Descripción de cada programa.	27
III.3 Programas para la entrada de datos y variables de los archivos de datos.	26
Lista de variables del programa principal y sub-programas.	40
III.4 Manual del usuario.	44
III.4.1 Fundamento teórico y descripción del programa.	44
III.4.2 Planillas para la entrada de datos.	48
III.4.3 Ejemplo ilustrativo.	54

IV.	Listado de programas.	57
V.1	Listado de programas para la entrada de datos.	57
IV.2	Listado del programa principal.	67
IV.3	Listado de sub-programas.	85
V.	Aplicación del modelo en el caso de la cuenca del Río Guanare. Edo. Portuguesa.	103
V.1	Descripción del caso estudiado.	103
V.2	Resultados obtenidos.	107
V.3	Análisis de sensibilidad.	114
V.3.1	Comparación entre el estudio de cada sitio individualmente y de los sitios en conjunto.	114
V.3.2	Variación debida al número de intervalos utilizados en la Programación Dinámica.	115
V.3.3	Variación debido al número de caudales regulados.	116
V.3.4	Determinación de la potencia máxima posible.	117
V.3.5	Comparación entre los dos métodos alternativos con distinto tratamiento hidrológico.	118
VI.	Conclusiones y recomendaciones.	120

VII. Bibliografia. 124

ANEXO A. Tablas de datos.

ANEXO B. Tablas de resultados.

ANEXO C. Diagramas de bloques.

SINOPSIS

El objetivo de este trabajo especial es permitir el análisis de aprovechamientos hidroeléctricos conjuntos a nivel preliminar, de manera de poder seleccionar para distintos intervalos de potencia, las características (caudal regulado y altura de presa) de cada sitio de aprovechamiento para generar dicha potencia con el menor costo unitario.

Para ello se desarrolló un modelo de computación en el idioma BASIC, adaptado a una IBM PC. Este analiza los cuatro casos posibles, como son: aprovechamientos en serie, en paralelo, bifurcaciones y confluencias.

El modelo presentado en este trabajo, utiliza un algoritmo de Programación Dinámica para la consideración de las múltiples combinaciones posibles y para la selección de la mejor alternativa del aprovechamiento conjunto.

Se presentan dos formas distintas de tratar el problema desde el punto de vista hidrológico. La primera considera la influencia que los sitios aguas-arriba tienen sobre el caudal de entrada a los de aguas-abajo, y la segunda no lo considera. Ambos métodos dan resultados aproximadamente iguales para aquellos casos en los cuales los caudales de entrada a los sitios son muy distintos en magnitud, encontrándose éstos relativamente alejados entre sí. En otros casos es preferible usar el primer método, ya que es más exacto, aun cuando el mismo requiera de mayor capacidad de memoria y mayor tiempo de ejecución.

El caso de la cuenca del Río Guanare se utiliza para ilustrar el uso del modelo desarrollado en este trabajo.

Se estudiaron los sitios en forma individual, de manera de comparar sus resultados con los obtenidos al analizar dichos sitios en forma conjunta y así poder justificar el uso del modelo.

I. INTRODUCCION

Existe un renovado interés en la producción de energía hidroeléctrica. Esto es debido a muchos factores, entre ellos, el desarrollo de técnicas avanzadas, el alza en los precios del petróleo (principal fuente de energía), la escasez cada vez más acentuada de este producto, y las condiciones de renovabilidad y abundancia del agua.

En aquellos casos en los cuales los distintos sitios de aprovechamiento se encuentran en una misma cuenca ó en cuencas cercanas, puede resultar más conveniente analizar la posibilidad de estudiarlos trabajando en forma conjunta y de esta forma poder lograr una mayor eficiencia.

El objetivo principal de este trabajo es el de proveer al ingeniero de un instrumento para realizar un estudio a nivel preliminar de varios sitios de aprovechamiento hidroeléctrico operando conjuntamente, de manera de determinar la óptima potencia producida y su costo (para distintos intervalos), basándose en: (1) el criterio del menor costo unitario (Bs/Kw), ó (2) la potencia máxima generable. Asimismo, permite determinar las características de cada uno de dichos aprovechamientos, como son: caudal turbinado (MM3/mes), altura de presa (m), ancho del aliviadero (m), carga sobre el aliviadero (m), cota de central (m.s.n.m.) y costo unitario (Bs/Kw-h) de la energía producida.

El método utilizado para el estudio del problema de optimización planteado es la Programación Dinámica, y se utiliza un programa de computación implementado en un ordenador electrónico IBM PC en lenguaje Basic para resolverlo.

Primero se leen los datos que caracterizan a los posibles sitios de aprovechamiento hidroeléctrico y se establece el orden en que van a ser estudiados. Los sitios son estudiados desde el sitio más aguas arriba, hasta el sitio más aguas abajo. En la parte hidrológica, debido a que los resultados obtenidos son para estudios a nivel preliminar, se utilizan como datos escurreimientos mensuales (MM3/mes). El programa de computación contempla dos variantes en el tratamiento hidrológico del conjunto de aprovechamientos: (1) Considerando la serie de caudales provenientes de la hoya propia del sitio y los caudales de salida del sitio anterior; (2) Considerando los caudales de la cuenca sin tomar en cuenta los demás sitios de aprovechamiento. El primer método conduce a un resultado más preciso aunque consume más tiempo de máquina en la solución del problema.

Los costos asociados con las distintas potencias producidas se calculan mediante un programa usado por el M.A.R.N.R., el cual se basa en el "Manual de Costos de Obras de Aprovechamiento Hidroeléctrico. Nivel Preliminar". Se toman en cuenta los costos de las presas, de las centrales, túneles, tuberías forzadas, tomas, chimeneas, tanques de equilibrio, canales, carreteras de

acceso e intereses durante la construcción.

Algunas de las limitaciones del modelo presentado incluyen: (1) la consideración del caudal regulado como constante en el tiempo, es decir, no se turbinan alivios; (2) no se evalúan los costos asociados con las obras de derivación; (3) la eficiencia tanto de turbinas como generadores se considera constante, es decir, no se trabaja con las curvas características de los equipos, y (4) no se consideran las pérdidas de carga. Todos estos aspectos podrían ser incorporados al programa sin mayor dificultad conceptual.

Como resultado del programa se obtiene, para cada sitio de aprovechamiento el caudal turbinado, la altura de presa, el ancho y la carga sobre el aliviadero, la potencia y el costo asociado con ella. Además, se pueden conocer las alternativas de potencia no consideradas en el análisis debido a que para generarlas se requeriría de una altura de presa tal que inundaría la central aguas arriba.

El uso del modelo se ilustra en un caso real facilitado por el M.A.R.N.R., Cuenca Río Guanare, estado Portuguesa, el cual tiene seis sitios de aprovechamiento en un área de 1550 Km² aproximadamente.

II. APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO CONJUNTO DE MULTIPLES SITIOS.

II.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.

El problema planteado en este trabajo especial consiste en el estudio de aprovechamientos hidroeléctricos conjuntos, tanto en serie como en paralelo, para el caso de una convergencia o una bifurcación, pertenecientes a una misma cuenca o a cuencas distintas.

Cada sitio de aprovechamiento se estudia interrelacionado con los demás sitios, debido a que el comportamiento del sitio considerándolo aislado, es distinto al del sitio operando en conjunto. Cada uno se vé influenciado por los demás, sobre todo en los aspectos hidrológicos, de los cuales depende en forma directa la cantidad de energía que se puede generar.

En cada sitio se consideran varias opciones de producción de potencia, las cuales dependen del caudal turbinado y de la carga de agua (distancia entre el nivel del embalse y la cota de restitución), pudiéndose variar uno de estos factores o ambos. Si se varía solo el caudal la carga permanece constante y no tendría validez el caso de aprovechamientos a pie de presa o de carga media, ya que las fluctuaciones del nivel del agua serían importantes para la generación de la potencia. En caso contrario, es decir variando la carga, existe la limitación de que no se

turbanan alivios, y por lo tanto la potencia generada es igual a la potencia media garantizada. Si se varían ambos factores es necesaria la obtención de curvas de demanda de manera que la producción de potencia se ajuste a éstas.

La potencia media garantizada generada en el sitio se calcula como:

$$P=8*Q*CBM.$$

donde: P es la potencia en Kw.

Q es el caudal turbinado en m³/seg. y

CBM es la carga bruta media en mts.

A continuación se dan mayores detalles sobre estas variables:

Q representa el caudal turbinado en m³/seg, el cual varía para cada alternativa y es constante en el tiempo. El número de caudales a estudiar es suministrado por el ingeniero. Se considera como el mínimo caudal a estudiar, la posibilidad de no turbinar nada, produciéndose una potencia igual a cero, o lo que es equivalente a no utilizar el sitio como aprovechamiento. El caudal máximo turbinable será el menor entre el caudal medio del río y el máximo caudal posible de regular debido a las restricciones de altura. La máxima altura de presa posible está definida por la topografía y geología del sitio de presa, así como por la ubicación de la central hidroeléctrica del sitio aguas-arriba, de

manera de que ésta no quede sumergida. Los caudales intermedios analizados se obtienen a intervalos iguales entre el mínimo y el máximo en función del número de caudales a estudiar deseado por el Ingeniero.

El valor CBM corresponde al promedio de las cargas de agua (en metros). Estas están definidas como la distancia entre el nivel de agua en el aprovechamiento y la cota de las turbinas y son obtenidas mes a mes mediante un tránsito por el embalse, cumpliéndose la ecuación:

$$H_{(i)} = H_{(i-1)} + DH$$

Siendo $H(i)$ la carga de agua del mes i , $H(i-1)$ la del mes anterior y DH las fluctuaciones de la altura de agua entre uno y otro mes, pudiendo ser negativa o positiva según el caso.

El valor de la constante θ es el resultado de considerar la eficiencia de las turbinas como 0.85, la eficiencia del generador como 0.95, y los factores de conversión para que la potencia sea expresada en Kw resultan igual a 9.81, por lo tanto la potencia viene expresada de la siguiente manera:

$$P = 9.81 * 0.85 * 0.95 * CBM * Q = \theta * CBM * Q$$

El análisis procede del sitio más aguas-arriba hacia aguas-abajo. Para cada sitio se examinan diferentes alternativas de producción

de potencia y las potencias acumuladas producidas desde el sitio más aguas-arriba hasta el sitio dado. El estudio en cada etapa se efectúa para distintos intervalos de potencia, de manera que el usuario tiene la opción de elegir para el rango que deseé la producción de potencia más conveniente. El tamaño de estos intervalos viene dado por la mayor de las potencias acumuladas dividida por el número de intervalos, el cual es un dato de entrada.

Las diferentes alternativas de producción de potencia son:

- No construir aprovechamiento, es decir, potencia cero y su costo asociado cero.
- Generar potencia con el caudal mínimo del río, es decir, no construir una presa sino una obra de derivación.
- Generar potencia con un caudal constante y con cargas de agua variables, o sea, alturas de presa distintas de cero.

La mayor potencia que se estudia, sin variaciones de altura para un mismo caudal regulado, viene dada por el máximo caudal posible de regular, o sea, el caudal medio del río, o por la que es posible generar con la altura de presa máxima permisible por condiciones topográficas o geológicas.

Partiendo de una cierta potencia producida en un sitio dado, se puede generar en el sitio aguas-abajo una gran cantidad de alternativas, dadas por los distintos caudales regulados, las posiciones de las centrales hidroeléctricas y en caso de

bifurcaciones (trasvases), por las alternativas de distintas proporciones de los caudales de salida del sitio anterior. (Ver figura anexa II.1).

Para evitar que el número de posibles combinaciones estudiadas se extienda demasiado, se selecciona una sola alternativa de producción dentro de cada intervalo de potencia generada por el criterio del mínimo costo unitario o el criterio de la máxima potencia.

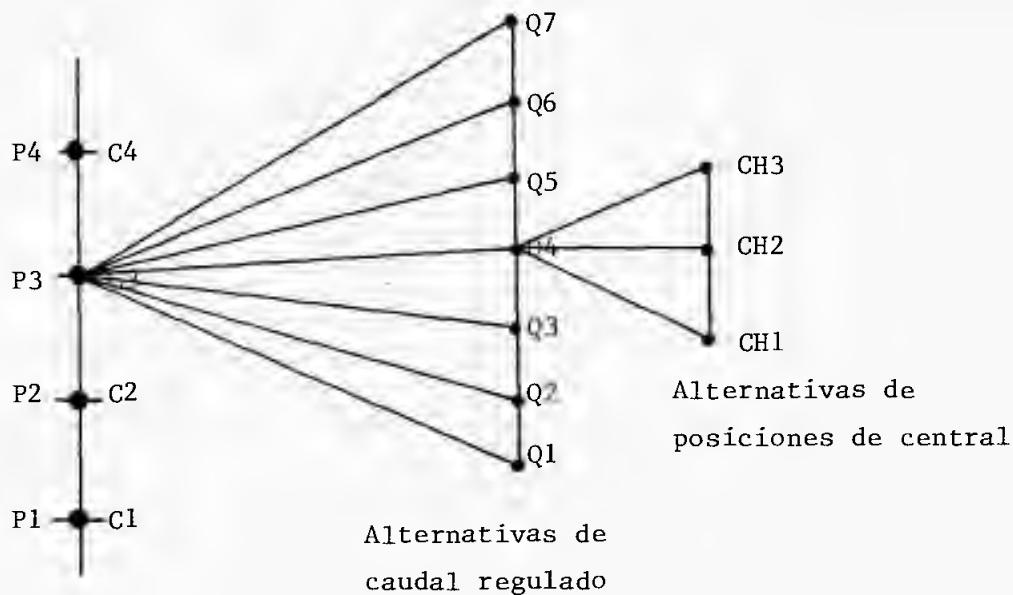
El programa permite al usuario seleccionar cuál de los dos criterios desea utilizar para la determinación de la solución óptima: (1) el criterio del menor costo unitario ó (2) el de la mayor potencia. No se utiliza el primer criterio únicamente ya que hay situaciones en las cuales se requiere saber cuál es la máxima potencia que se puede producir para la combinación de distintos aprovechamientos. Esto puede ocurrir cuando no hay mejores posibilidades de producción de potencia que mediante la fuente hidráulica. También es conveniente conocer el costo asociado con esta producción de manera de tener una idea de la potencia que se puede dejar de producir al determinar la máxima óptima por el análisis del costo unitario para un número de intervalos dado. (ver figura anexa II.2)

GENERACION DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS

Sitio 1
Opciones optimizadas

Sitio 2

FIGURA II.1



En caso de existir una bifurcación

Sitio optimizado
antes de la bifurcación

Sitio 1

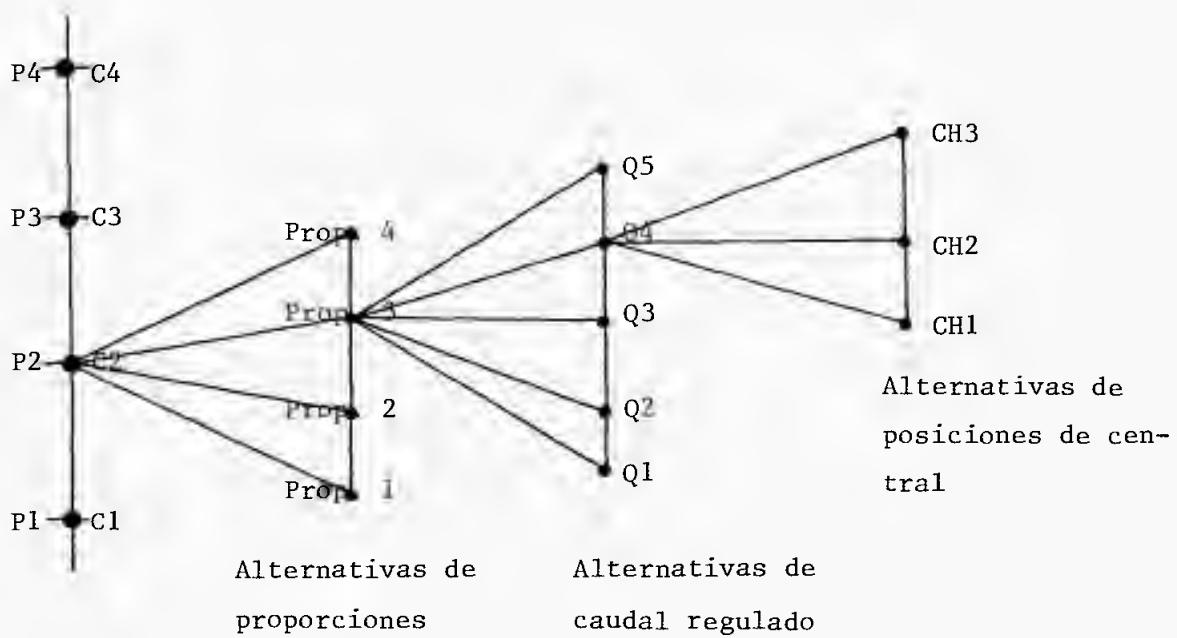
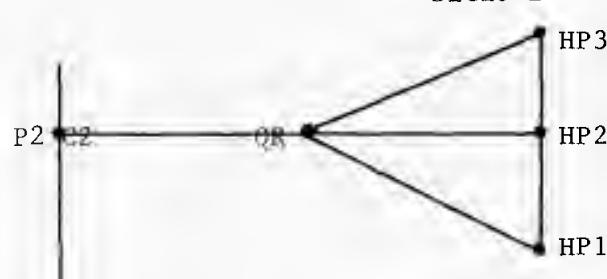
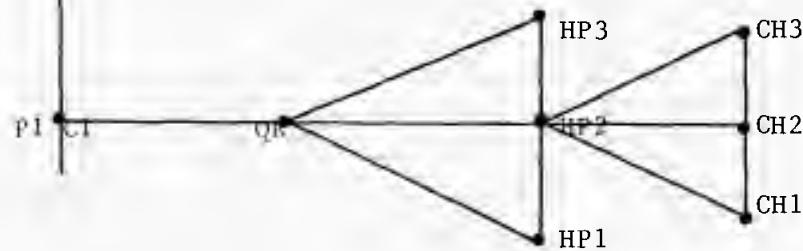


FIGURA II.2

Sitio 1



Sitio 2



Alternativas de
caudal regulado

Alternativas de
altura de presa

Alternativas de po-
siciones de central

El programa permite analizar alturas de presa mayores que la requerida para poder regular un caudal dado, ya que el nivel mínimo de operación del embalse podría estar condicionado por otros usos del mismo. El número de alternativas que se producen en este caso estarán dadas por el caudal máximo, el número de alturas generadas desde la mínima necesaria hasta la máxima permisible, la cual dará la máxima potencia en el sitio, y las distintas posiciones de la central hidroeléctrica.

II.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN TERMINOS DE LA PROGRAMACION DINAMICA

El problema consiste en determinar, a nivel preliminar, las características (altura de presa y caudal turbinado) que deben tener los sitios de aprovechamiento, de manera que operando conjuntamente, generar una cierta potencia al mínimo costo, basándose en el criterio del menor costo unitario.

Para tal fin se utilizan los principios de la Programación Dinámica por medio de la cual se divide el problema general en pequeños problemas que se resuelven por etapas y en cada una de éstas se utilizan los resultados de la inmediata anterior. En Programación Dinámica se describen tres tipos de variables: de estado, de etapa y de decisión.

Las variables de estado describen el estado o la situación del sistema. En este caso, las variables de estado son las potencias

y costos acumulados desde el aprovechamiento más aguas arriba hasta el sitio en estudio (sin incluir a éste último).

Las variables de etapa definen la secuencia de estudio. En este caso la etapa está constituida por cada sitio de posible aprovechamiento hidroeléctrico. La secuencia de estudio viene dada desde el primer sitio aguas-arriba hasta el último sitio aguas-abajo.

Por último, las variables de decisión representan los cambios en el sistema al estudiar una nueva etapa. En este caso son las potencias generadas en el sitio unidas a su costo de producción.

Además de las variables arriba indicadas, la formulación del problema en términos de la Programación Dinámica requiere la definición de otros elementos tales como: la ecuación de estado, la función objetivo, la ecuación de recurrencia y las restricciones.

Ecuación de estado: Representa la variación de las variables de estado. En particular, permite determinar los valores de la potencia y el costo acumulado hasta el sitio n en función de la potencia y el costo acumulado hasta el sitio aguas-arriba ($n-1$) y la potencia generada en el sitio en estudio y su costo asociado.

$$F_n = F_{n-1} + D_p$$

$$C_n = C_{n-1} + Dc_n$$

Donde:

F_n =Potencia acumulada hasta el sitio n

F_{n-1} =Potencia acumulada hasta el sitio n-1

D_p_n =Potencia generada en el sitio n

C_n =Costo asociado hasta el sitio n

C_{n-1} =Costo acumulado hasta el sitio n-1

Dc_n =Costo asociado a la producción de energía en el sitio n

Función objetivo: Es el criterio utilizado para la selección del óptimo. En el problema estudiado se desea reducir al mínimo el costo de producir las diferentes potencias consideradas. En la selección de las opciones representativas de los intervalos usados en la Programación Dinámica se utiliza el criterio del costo mínimo del Kilovatio producido. Alternativamente se puede usar la función objetivo que selecciona el máximo valor de potencia producida en cada intervalo.

La ecuación de recurrencia: Establece la relación entre la condición óptima acumulada de todas las etapas anteriormente estudiadas y la condición de la etapa en estudio de manera de determinar el óptimo acumulado total. En el problema que se estudia, es la ecuación que relaciona la potencia óptima acumulada de los sitios anteriores y la potencia producida en el

sitio que se analiza para producir la potencia óptima total hasta ese sitio, que puede estar establecida por: (1) el mínimo costo unitario ó (2) la máxima potencia.

$$(1) C_n / P_n = \text{MIN}((C_{n-1} + D_{c,n}) / (P_{n-1} + D_{p,n}))$$

$$(2) P_n = \text{MAX}((P_{n-1} + D_{p,n}) / n)$$

Restricciones: Estas incluyen, entre otras las características topográficas, condiciones geológicas y las condiciones hidrológicas de cada sitio.

Para el estudio de la Programación Dinámica se dividen las etapas en intervalos, cuyas longitudes vienen dadas por la máxima potencia producida hasta la etapa o sitio, dividida por el número de intervalos requerido por el operador.

En cada sitio o etapa se producen distintas alternativas de potencia y según los criterios establecidos se determina la óptima para cada intervalo.

II.7 ASPECTOS HIDROLOGICOS.

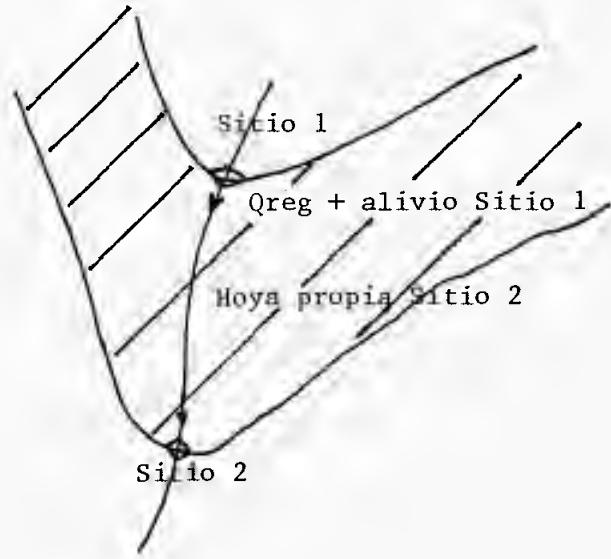
Los datos hidrológicos de entrada consisten en una serie de escurrimientos mensuales para cada sitio de posible aprovechamiento, el máximo caudal de entrada al embalse y el tiempo base de su hidrograma para un periodo de retorno de 1000 años.

En este trabajo se presentan dos modalidades de obtención de la serie de escurrimientos de entrada a cada sitio y del hidrograma de creciente correspondiente.

El primer método toma en cuenta la interrelación del sitio en estudio con el sitio aguas-arriba, ya que los escurrimientos mensuales y el hidrograma de creciente son calculados como los de la hoyo propia del sitio y los caudales de salida del o de los sitios aguas-arriba, los cuales varían dependiendo de la opción de la cual provienen. (ver figura II.3).

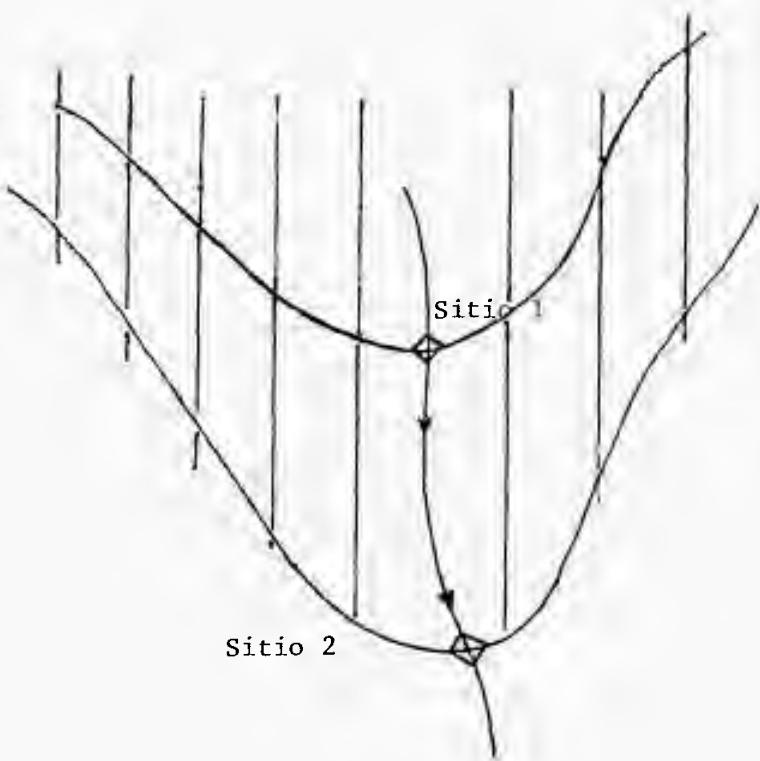
La otra manera de resolver el problema es considerar que los escurrimientos mensuales y el hidrograma de creciente que llegan a cada sitio son los de la cuenca en general, sin tomar en cuenta la existencia de los sitios aguas-arriba. (Ver figura II.4).

El primer método resulta más exacto, pero trae el inconveniente de que ocupa mucha cantidad de memoria, así como tiempo de ejecución muy largo. El segundo es válido cuando los escurrimientos del sitio aguas-arriba son considerablemente pequeños en comparación con los del sitio aguas-abajo. Pero en el caso de que los escurrimientos sean comparables, el error se hace apreciable y por lo tanto se podría observar una gran diferencia entre ambos tratamientos.



Qentrada al sitio 2 (mes i) = Qreg + Alivio Sitio 1 (mes i) +
Qhoya propia sitio 2 (mes i).

FIGURA II.3



Qentrada al sitio 2 (mes i) = Qcuenca (mes i)

FIGURA II.4

Los datos de la serie de escurrimientos mensuales son los mismos para ambos métodos; para el primer método el caudal pico de la creciente que se introduce como dato es el de la hoyada propia del sitio en estudio y en el segundo es el correspondiente a toda la cuenca que le llega a ese sitio, sin tomar en cuenta los demás aprovechamientos existentes.

II.4 CONSIDERACIONES EN EL CALCULO DE COSTOS.

La determinación de los costos de las diferentes alternativas estudiadas para la producción de energía está basada en el programa COMBI del M.A.R.N.R. y en el "Manual de Costos de Obras de Aprovechamientos Hidroeléctricos. Nivel Preliminar", de EDELCA. En la determinación de los costos se consideran los costos de presas, aliviaderos, centrales, túneles, tuberías forzadas, tomas, chimeneas, tanques de equilibrio, canales, carreteras de acceso, e intereses durante la construcción.

Hay que destacar el carácter preliminar que tiene el análisis de estos costos, lo cual justifica algunas de las aproximaciones y suposiciones hechas en la estimación de los costos de los diferentes componentes del aprovechamiento.

Los costos en el programa tienen por finalidad permitir comparar alternativas; por lo tanto, no es su valor absoluto, sino su valor relativo el que tiene importancia.

Obviamente el estimado de los costos de las obras deberá ser actualizado y mejorado en etapas más avanzadas (anteproyecto y proyecto) del estudio del aprovechamiento.

En el nivel preliminar sólo se desechan los proyectos menos favorables y los demás son estudiados con mayor detalle en los niveles de prefactibilidad y factibilidad, por lo que para estos niveles que resultan más costosos, ya se tiene una primera selección.

En el cálculo del costo de la presa la información consiste en el tipo de presa, tipo de fundación y perfil del terreno. Para cada cambio significativo del terreno se determinan las distintas alturas y entrando en la gráfica correspondiente con cada una de éstas se obtienen costos por unidad de longitud (Bs/m). Calculando el promedio de costos unitarios entre dos alturas sucesivas y multiplicándolo por la distancia entre ellas se obtiene un costo. La sumatoria entre éstos dará el costo total de la presa.

Solamente se consideran presas de tierra con fundación en roca o aluvión y presas de enrocado. Las presas de concreto gravedad no son estudiadas debido a la forma de determinación de su costo, que obliga a la utilización de compuertas por lo que se dificulta la obtención de dicho costo.

Si la presa es de tierra la carga bruta no puede ser mayor de 150 mts.

Los parámetros necesarios para la determinación del costo del aliviadero son su caudal máximo y su caída bruta. Los aliviaderos en canal pueden ser con estanque amortiguador (cargas brutas menores de 50 mts.) o deflector (cargas brutas mayores de 50 mts.). En todo caso, la carga bruta del aliviadero no debe ser menor de 10 mts. Se escoge el tipo de disipador y con esos datos se determina el costo del aliviadero. La vida útil de presas y aliviaderos se estima en 50 años.

En los costos de túneles, éstos son considerados a presión y su velocidad se fija en 4 m/seg. Su costo se calcula como construido en condiciones adversas ya que resulta más desfavorable; ésto se debe a que previamente no se conocen las condiciones bajo las que se excavará el túnel. Sin embargo, el programa de costos incluye el cálculo de túneles a flujo libre y condiciones favorables de construcción por la posibilidad de que estas situaciones puedan determinarse con anterioridad. Los túneles con menos de 600 mts. tienen el mismo costo por metro lineal que los de 600 mts.; los mayores de 4000 mts. tienen el mismo costo por metro lineal que los de 4000 mts. De forma general se establecen dos frentes de trabajo. Una vez hallado el diámetro y la longitud efectiva del túnel se determina su costo por unidad de longitud (Bs/m). Multiplicando éste por la longitud del túnel se obtiene el costo total.

Para conductos forzados los datos de entrada son el diámetro y la carga bruta máxima. Su velocidad se establece en 7 m/seg. y se calculan solo costos para cargas brutas máximas entre 50 y 1200 metros.

Los costos de las obras de desvío se toman en cuenta como un 12% del costo de la presa y del aliviadero.

Para determinar los costos de las centrales hidroeléctricas los parámetros necesarios son la capacidad instalada y la carga nominal la cual es igual a .91*Carga Bruta Máxima. Los rangos de capacidad instalada (CI) están relacionados con los rangos de carga nominal (CN) como se muestra en la tabla siguiente:

CAPACIDAD INSTALADA (MW)	CARGA NOMINAL (Mts)
CI < 20	CN > 50 CN < 400
250 ≤ CI ≤ 500	CN ≥ 20 CN ≤ 1000
CI > 500	CN ≥ 25 CN < 1000

Para capacidades instaladas mayores de 1000 MW se utiliza la misma curva de 1000 MW y para capacidades instaladas menores de 20 MW se utilizan curvas extrapoladas a partir de las establecidas en el manual de costos.

Los costos tanto de localización , tomas, chimeneas, tanques de equilibrio, descargas de fondo, canales, intereses durante la

construcción e imprevistos son introducidos a través de un factor que afecta a la suma de costos de los elementos mencionados anteriormente. Este factor depende de la capacidad instalada como se muestra a continuación:

POTENCIA INSTALADA (PI) (MW)	FACTOR.
PI < 25	1.8
25 < PI < 100	1.85 - .002*PI
100 < PI < 300	1.66
300 < PI < 600	1.75
PI > 600	1.84

Se afectan por este factor todos los costos anteriores debido a que cada uno por separado representa un bajo porcentaje del costo total del aprovechamiento hidroeléctrico y se estaría entrando en una precisión innecesaria en este nivel de estudio.

Para el cálculo de costos de una obra de derivación se utilizará este mismo método, pero con el error de que el costo de toda la obra de derivación solo se toma en cuenta a través del factor que depende de la potencia instalada y que afecta los costos de túnel, tubería forzada y central.

Al considerar un traspase se deben incluir los costos asociados con el mismo (tubería, túnel) como parte del costo del aprovechamiento del sitio hacia el cual se conduce el agua. En caso de ser un túnel su costo se calcula por los procedimientos del manual de costos, incluido en el programa de costos utilizado por el M.A.R.N.R. si el traspase es una tubería el costo de éste

viene dado por:

$$\text{COSTO} = \pi * 0.006 * D^2 * 7850 * L * \text{Costo del acero colocado}$$

Donde:

D = Diámetro del traspase en metros. Su valor viene dado por:

$$D = ((L/hf) * 10.67 * (Q/130)^{1.852})^{(1/4.87)}$$

L= Longitud del traspase.

hf= Pérdida de carga en metros, la cual es igual al desnivel entre el inicio y el final del traspase.

Q= Caudal de diseño del traspase en m³/seg.

Costo del acero colocado = 15 Bs/Kg.

II.5 RESTRICCIONES GENERALES DEL PROGRAMA.

1) Caudal regulado constante.

El caudal turbinado en cada aprovechamiento se considera constante a través del tiempo, es decir, no se estudia la posibilidad de operar los embalses. Esta limitación es aceptable a nivel preliminar en el caso de aprovechamientos conjuntos en los cuales

la serie de escurrimientos que llegan a los sitios aguas-abajo de la cuenca, son más uniformes debido a la regulación de los sitios aguas-arriba, en especial cuando son aprovechamientos cercanos y los caudales de los sitios aguas-arriba son significativos con respecto al de los sitios aguas-abajo.

Esta limitación puede eliminarse y considerarse un caudal turbinado variable. En tal caso, el número de alternativas a estudiar aumenta en función de los distintos factores de planta. Además se necesitaría la serie de caudales de salida de cada sitio y tomar la decisión acerca del caudal a turbinar con la curva de regulación y la curva de demanda, que sería la que justificaría variar el factor de planta.

2) Obras de derivación.

El programa de cálculo de costos no considera el costo de las obras de derivación. Debido a la dificultad de implementar curvas que engloben estos costos, se comete el error de considerar simplemente el costo de la tubería forzada, del túnel y el costo de la central hidroeléctrica, siendo éstos afectados por el factor que depende de la potencia instalada.

Para eliminar esta limitación basta incluir un sub-programa que permita la evaluación del costo de obras de derivación o suministrar el costo de la obra de derivación para cada sitio como dato de entrada al modelo.

3) El programa no considera pérdidas de carga en las conducciones.

4) Eficiencia de turbinas y generadores constante.

Las eficiencias tanto de las turbinas como generadores se consideran constantes, siendo la eficiencia de la turbina (n_t) igual a 0.85 y la eficiencia del generador (n_g) igual a 0.95. Es decir, no se trabaja con las curvas características de los equipos utilizados.

III. OPERACION DEL PROGRAMA DE COMPUTACION.

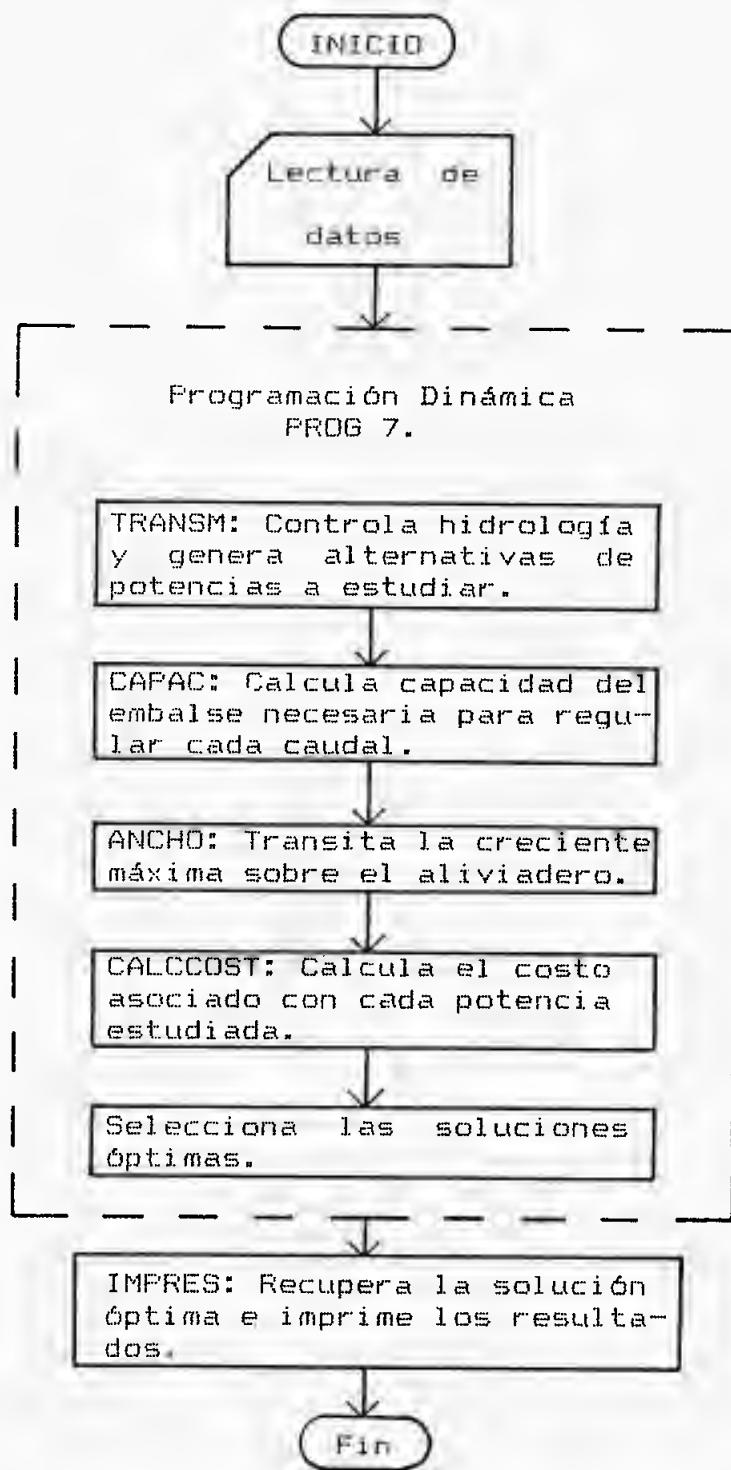
III.1 DESCRIPCION GENERAL.

En esta sección se hace una breve descripción de los pasos seguidos por el modelo para la resolución del problema planteado. El programa está compuesto por uno principal: el de Programación Dinámica (PROG7), y una serie de sub-programas que ejecutan la parte de tránsito por el embalse y aspectos hidrológicos (TRANSM y CAPAC) y costos (CALCCOST). La figura III.1 presenta el diagrama de bloques del programa indicando la relación que existe entre los sub-programas y las funciones que realizan.

Primero se ubican los sitios dentro del sistema y para cada uno de ellos se analizan varios caudales regulados. Para un valor de caudal regulado se obtiene, mediante la curva de masas generada a partir de los datos hidrológicos de entrada al sitio, la capacidad que debe tener el embalse para poder regular este caudal. Por medio de la curva de Cota-Capacidad se halla la altura correspondiente a esa capacidad.

La potencia capaz de ser generada para cada alternativa considerada se obtiene a partir del caudal regulado y de la carga de agua, la cual es variable en el tiempo por cuanto la entrada de agua al sitio varía en el tiempo. La potencia es evaluada como el promedio de todas las obtenidas mes a mes a través de los años de estudio.

FIGURA III.1



Para cada alternativa se determina su costo de acuerdo al procedimiento del programa COMBI basado en el "Manual de Costos de Obras de Aprovechamiento Hidroeléctrico. Nivel preliminar" de EDELCA.

Una vez generadas todas las alternativas de potencia y sus costos asociados se suman éstas con las generadas hasta el sitio anterior y se procede a la selección de las alternativas más favorables para cada intervalo usando alguno de los siguientes criterios. (1) costo unitario mínimo ó (2) potencia máxima del intervalo.

III.2 DESCRIPCION DE CADA PROGRAMA.

A continuación se explica cada uno de los programas y sub-programas por separado:

PROG7:

Este constituye el programa principal, en él se van estudiando los sitios uno por uno, comenzando por el más aguas arriba, hasta llegar al último aguas abajo. Lo primero que hace al comenzar el estudio de un sitio es llamar a TRANSM, de manera que éste genere todas las alternativas posibles de potencia.

PROG7 se encarga de acumular las alternativas de potencia y

costo, generar los intervalos de estudio, así como de determinar la opción óptima en cada uno de éstos. Se pueden utilizar dos criterios para seleccionar la alternativa óptima de cada intervalo: (1) el costo mínimo por energía producida, y (2) la potencia máxima producida en cada intervalo.

El proceso de selección de alternativas progresará aguas arriba hacia aguas abajo; por lo tanto, al comenzar el estudio de cualquier sitio todos los que están aguas arriba de él ya deben haber sido analizados. Se presentan cuatro casos fundamentales: sitios en serie y en paralelo, tanto confluencias, como bifurcaciones.

En el caso de una confluencia (ver figura III.2) los sitios que se encuentran inmediatamente aguas arriba de ésta son sometidos a análisis de selección óptima dos veces, la primera viniendo del sitio aguas arriba de cada uno de ellos, de la manera como se realiza en serie, y la segunda entre estos n sitios que tienen el aprovechamiento aguas-abajo común, de la siguiente manera: Las opciones ya optimizadas de estos sitios se acumulan suponiendo un sitio $n+1$ aguas arriba de la confluencia; con estos valores este sitio $n+1$ es sometido a un análisis de selección óptima. Este sitio formado por la unión de los otros, se comporta como sitio único aguas arriba del sitio después de la confluencia. Estos últimos valores seleccionados como soluciones óptimas son los que generan las alternativas en el punto común.



FIGURA III.2

El caso de una bifurcación es similar al caso anterior, refiriéndose a que se analizan dos veces los sitios más aguas-abajo de cada rama, con la diferencia de que para poder acumular las distintas alternativas de estos últimos, éstas deben partir de la misma opción del punto de bifurcación ya que si no se daría el caso de un resultado con dos caudales turbinados o alturas de presa distintas para una misma opción en un mismo sitio.

TRANSM:

En este programa se tratan todos los aspectos hidrológicos del problema, así como el tránsito por el embalse y la creación de todas las posibles alternativas a ser estudiadas. Para cada una de las alternativas, partiendo del caudal regulado, de la altura de presa y de la cota de la central, así como de la altura de agua

en el embalse cada mes, se determina la potencia. En el aspecto hidrológico se generan la serie de escurrimientos de entrada a cada sitio. Estos escurrimientos están formados por los de la hoyla propia correspondiente al sitio en estudio y los escurrimientos (caudal regulado y alivios), que provienen de los sitios aguas arriba de él.

Cada sitio tendrá tantas series de caudales de entrada como alternativas seleccionadas en el sitio o sitios inmediatamente anteriores, debido a que para cada alternativa del sitio o de los sitios aguas arriba del estudiado, corresponde una serie distinta de escurrimientos.

TRANSM se encarga también de construir la serie de caudales que salen del sitio para cada alternativa generada, ésto lo hace mediante un tránsito por el embalse considerando que siempre se regula un caudal constante. El volumen mensual que entra en el embalse, más lo que éste contenía, menos lo que se extrae, es el volumen que contiene el embalse para ese momento. En caso de ser mayor que la capacidad del embalse, se alivia el exceso. De esta forma se conoce el caudal total de salida del embalse mes a mes, constituido por el caudal regulado constante y los alivios.

Para generar las distintas alternativas primero se calcula el caudal medio correspondiente a la serie de escurrimientos mensuales que entran al embalse. El número de caudales regulados a estudiar entra como dato del programa generándose así los

distintos caudales a regular, siendo el mayor de éstos el caudal medio mensual calculado anteriormente. A partir de cada uno de los caudales regulados se calcula la capacidad mínima que debe almacenar el embalse para poder regularlo (ver más detalles en el programa CAPAC).

Para la altura de presa a nivel de aguas normales hallada en la curva Area-Capacidad correspondiente a este volumen, se calculan las dimensiones del aliviadero mediante el tránsito del hidrograma de crecientes correspondiente (ver el programa ANCHO), de manera de poder determinar la máxima altura de la presa en estudio. Si ésta es mayor a la máxima altura de presa permisible por la topografía del terreno, se determina por un procedimiento de tanteo o aproximaciones sucesivas el máximo caudal que se puede regular con la capacidad del embalse correspondiente a esa máxima altura.

Al escoger soluciones óptimas de potencia basándose en el criterio del mínimo costo unitario, no se toman en cuenta incrementos de altura de presa para un mismo caudal regulado, debido a que son muy pocos los sitios de aprovechamiento donde este incremento produce un aumento de potencia económico. Por otra parte existe la alternativa controlada por el operador del programa (como un dato de entrada), de determinar si se desea estudiar para cada caudal regulado además de la mínima altura correspondiente, alturas mayores a intervalos iguales, hasta la máxima permisible topográficamente.

En caso de tener la posibilidad de localizar la central del sitio en estudio en varios lugares distintos, para cada caudal regulado turbinado se estudian todas las opciones de localización de la central hidroeléctrica.

Una de las limitaciones de la altura de presa es la posición de la central aguas arriba. Cuando una altura está restringida por esta razón se reporta junto con los resultados obtenidos de forma que el usuario pueda correr de nuevo el programa, si lo cree conveniente, eliminando las posiciones de centrales que limitan la altura de presa. En el reporte de los resultados obtenidos se señala el sitio en el cual la altura resulta restringida, el nivel de aguas máximas correspondiente a esta altura, la cota de central aguas arriba que produjo esta situación, la potencia que se dejó de generar en el sitio por dicha causa y el costo de ella. Si se realiza una corrida donde hay cotas de centrales que van a restringir ciertas alternativas y sin embargo, no se decide eliminar estas centrales, entonces se deberá dar como dato de altura máxima de presa un valor que no produzca inundación aguas arriba y así no se generen alternativas que no puedan ser posteriormente analizadas.

En caso de existir una bifurcación, el caudal efluente (caudal regulado más los alivios) del sitio de bifurcación no necesariamente se debe repartir proporcionalmente a cada rama. El programa tantea varias combinaciones de caudales circulando por las ramas

aguas-abajo de la bifurcación y así permite determinar la mejor proporción de caudales necesaria para la producción de la potencia óptima.

CAPAC:

Este programa permite determinar la capacidad mínima del embalse para poder regular cierto caudal sin que éste se vacie. El método utilizado para tal fin es el explicado por Edward Kuiper en su libro "Desarrollo de los recursos hidráulicos", cap.7

En general se basa en lo siguiente: Dada la serie de caudales de entrada al río y el caudal regulado, y conociendo los meses en los cuales los requerimientos son mayores que las aportaciones, se puede determinar la capacidad mínima requerida de embalse para poder regular un caudal dado, mediante la curva de masas construida a partir de la serie de caudales de entrada al embalse.

IMPRES:

Este sub-programa se encarga de recuperar las características óptimas de cada sitio para cada opción de potencia producida. Una vez recuperadas, se procede a la impresión de los resultados.

TRANSITO:

Este programa es una variante de TRANSM; se usa en los casos en que los caudales entre uno y otro aprovechamiento son muy distintos en magnitud. Se diferencia de éste en que no construye

los registros de caudales ni el hidrograma de entrada a cada sitio, sino que toma en cuenta los de la cuenca en general, que entran como dato del problema.

Otra diferencia es que no se toma en cuenta la existencia de trasvases, debido a que si ésto se hiciera, el problema se reduce al tratado por TRANSM, por cuanto se deben guardar la serie de caudales e hidrogramas para cada opción, es decir, serían iguales los dos programas.

PROGRAMA:

Es similar a PROG7 pero adaptado al programa TRANSITO, es decir, no necesita la construcción de archivos de serie de escurrimientos ni de hidrogramas de salida de cada sitio de aprovechamiento para cada opción de potencia producida.

ANCHO:

Este sub-programa pertenece originalmente a la sub-rutina de costos del programa COMBI del M.A.R.N.R., y su función es calcular el caudal máximo que sale por el aliviadero a partir de la curva de Cotas-Capacidades del sitio, la altura de presa, así como del hidrograma de creciente máxima de entrada al sitio, dado por el caudal pico y el tiempo base. Además, dada una carga máxima admisible de agua sobre el aliviadero, este sub-programa calcula el ancho necesario para desalojar el máximo volumen de alivio.

ANCHO también calcula las dimensiones necesarias del aliviadero (altura o carga de agua y ancho), considerando variables ambas dimensiones, siempre que la presa cumpla con las restricciones de máxima altura permisible por la topografía, limitando esta carga entre un valor mínimo dado por el usuario y un máximo de 10 mts. El ancho viene limitado a un máximo de 50 mts., pudiendo ser éste hasta de 70 mts. en caso necesario, o sea cuando para 50 mts. de ancho todavía se hace insuficiente la carga de 10 mts., o cuando ésta está restringida por la altura. En todo caso hay que tener en cuenta que el tránsito del hidrograma de creciente no considera el hecho de que existen compuertas, lo cual reduce el ancho calculado.

CALCCOST:

Este programa está basado en el programa COMBI y en la publicación "Manual de Costos de Obras de Aprovechamiento Hidroeléctrico. Nivel Preliminar" de EDELCA. COMBI fue elaborado en el M.A.R.N.R. en el idioma Fortran, y fue traducido al idioma Basic y adaptado al programa general para ser procesado en un ordenador electrónico IBM PC.

Se tiene la ventaja de que en cualquier momento que se decida cambiar la forma de obtención de los costos, éste simplemente puede ser reemplazado por otro sin que ello traiga algún cambio en la concepción del problema global.

Esta subrutina de costos está compuesta por una rutina principal

denominada CALCCOST, la cual ordena la ejecución de todos los distintos programas que calculan los costos; éstos son:

PRESA. Calcula el costo de la presa (SUM).

ALIVIA. Calcula el costo del aliviadero a partir del caudal máximo hallado en ANCHO (CALE).

TUBERIA. Calcula el costo de la tubería (CTU).

TUNEL. Calcula el costo del túnel (CTUN).

CENTRAL. Calcula el costo de la central hidroeléctrica (CGC).

El costo total del aprovechamiento hidroeléctrico se calcula así:

$$\text{COT.A}(Z) = ((\text{SUM} + \text{CALE}) * 1.12 + \text{CGC} + \text{CTUN} + \text{CTU}) * F$$

III.3 PROGRAMAS PARA LA ENTRADA DE DATOS. LISTA DE VARIABLES.

TOPOLOGIA2: En él se introducen todos los datos referentes a la ubicación de cada sitio dentro del aprovechamiento, ordena los sitios en la forma en que van a ser procesados, cuántos y cuales tiene cada uno aguas-arriba y aguas abajo, archiva los siguientes valores en el archivo "TOP":

A\$(I).....Nombre con que se distinguen los archivos de los sitios.
I=1, NS

AB(I,J)...Sitios que se encuentran aguas-abajo de cada sitio.
I=1, NS
J=1, NS-1

AR(I,J)...Sitios que se encuentran aguas-arriba de cada

sitio.
 I=1, NS
 J=1, NS-1

AS\$(I)....Nombre del sitio.
 I=1, NS

C(I).....Indica el orden en que van a ser estudiados los sitios.
 I=1, NS

DER(I)....Indica si a algún sitio le llega un trasvase.
 Si es igual a 1 indica que hay trasvase.
 Si es igual a 0 no hay trasvase.

MAXI.....Indica si se quiere buscar la máxima potencia posible de generar.

NP(I)....Número de sitios aguas-abajo de cada sitio.
 I=1, NS

NQ(I)....Número de sitios aguas-arriba de cada sitio.
 I=1, NS

NS.....Número de sitios.

Y\$.....Nombre del proyecto.

Otras variables utilizadas:

AAB\$(J)...Sitio aguas-abajo de un tramo dado.
 J=1, NS-1

AAR\$(J)...Sitio aguas-arriba de un tramo dado.
 J=1, NS-1

DATOSPERFI: En este programa se introducen todos los datos necesarios para el cálculo de los costos de cada sitio en estudio; éstos son guardados en los archivos "SITIOP". Estos son:

CLM(I)....Longitud de la tubería forzada (m).
 I=1, NAC

COP.....Cota del pozo disipador (m.s.n.m.).

F\$(KF)....Indica el tipo de fundación para una presa de

tierra.

KF=1..Fundación en aluvión.

KF=2..Fundación en roca.

LTR.....Longitud de trasvase mediante túnel (m).

LTR1.....Longitud de trasvase mediante tubería (m).

NAC.....Número de alternativas de la posición de la central.

NALI.....Número de puntos del perfil del terreno en el eje de la presa.

RL(I).....Longitud del túnel (m).

I=1,NAC

S\$(J).....Indica el tipo de presa.

J=1..Presa de tierra.

J=2..Presa de enrocado.

J=3..Presa de concreto.

XI(I).....Coordenadas según el eje X.

I=1,NALI

YI(I).....Coordenadas según el eje Y.

I=1,NALI

DATOS: Para cada sitio en estudio se guardan en el archivo "SITIODAT" los siguientes datos de alturas y caudales:

AAL.....Carga máxima de agua sobre el aliviadero.

BL.....Borde Libre (m).

CCE(I)....Cota de central hidroeléctrica.

I=1,NAC

DHP.....Incremento de altura para un mismo caudal regulado.

HMAX.....Altura máxima de la presa (m).

NAC.....Número de alternativas de central.

NCR.....Número de caudales regulados a estudiar.

QPICO.....Caudal máximo para una creciente con un periodo de retorno de 1000 años (m³/s).

S.....Indicador si se desean incrementos de altura.

S=1..no

S=0..si

TBASE....Tiempo base (hrs).

VMIN.....Volumen de sedimentos (Hm³).

AREA-CAPACIDAD: Se introducen los datos de la curva Cota-Capacidad y genera las alturas correspondientes, guarda los siguientes valores en el archivo "SITIOCAP":

ALT(I)....Alturas de la curva.
I=1,NU

CT(I)....Cotas en la curva.
I=1,NU

NU.....Número de puntos de la curva Área-Capacidad.

V1(I)....Volúmenes en la curva
I=1,NU

HIDROL: Permite la entrada de los datos hidrológicos. Estos son almacenados en el archivo "SITIOHIDR":

NA.....Número de años de registros de escurrimientos.

Q(I,J)....Caudales de escurrimientos.
I=1,NA
J=1,12

Además se guardan en el archivo "ANOS" los siguientes datos:

B1.....Año inicial a estudiar.

B2.....Año final a estudiar.

KI.....Número de intervalos a estudiar.

VARIABLES DEL PROGRAMA PRINCIPAL

AAL(I,J)....Carga de agua sobre el aliviadero de las opciones optimizadas.

I=1,NS

J=1,t

AAL1(Z)....Opciones de carga de agua.

Z=1,NO(C(L))

AAL1(I)....Carga de agua sobre el aliviadero correspondiente al camino óptimo.

I=1,NS.

AB1(I).... Número del sitio en orden de estudio correspondiente a cada aprovechamiento situado aguas-abajo del lugar que está antes de una ramificación.

I=1,NP(C2)

AL(I).....Mínima carga de agua sobre el aliviadero a ser estudiada para cada sitio.

I=1,NS

AR1(I).... Número del sitio en orden de estudio correspondiente a cada aprovechamiento situado aguas-arriba del lugar que está después de una confluencia.

I=1,NO(lugar de confluencia)

C.....Sitio analizado anteriormente.

C1.....Sitio en estudio.

C2.....Sitio anterior a la bifurcación.

C(L).....Número de sitios en el orden en que entraron como datos.

L=1,NS

CALE.....Costo del aliviadero.

CBM(Z)....Carga bruta máxima para las distintas alternativas.

Z=1,NO(C(L))

CC(I,J).....Cota de central hidroeléctrica de las opciones optimizadas.
I=1,NS
J=1,K

CC1(Z).....Cota de central hidroeléctrica para las distintas alternativas.
Z=1,NO(C(L))

CCI(I).....Cota de central hidroeléctrica correspondiente al camino óptimo.
I=1,NS

CBC.....Costo de la tubería forzada.

COT(I,J)....Costo de las opciones optimizadas.
I=1,NS
J=1,K

COT.A(Z)....Costo de generación de cada una de las alternativas de potencia.
Z=1,NO(C(L))

COTI(I)....Costo asociado a una potencia correspondiente al camino óptimo.
I=1,NS

CP(Z).....Cota de presa para distintas alternativas.
Z=1,NO(C(L))

CTU.....Costo de la central.

CTUN.....Costo del túnel.

CU(I,J)....Costo unitario.
I=1,NS
J=1,K

D(KX).....Volumenes de alivio.
KX=1,(B2-B1+1)*12

DQR.....Intervalo de caudal regulado a estudiar.
DQR=QR2/NQR

HP(I,J)....Altura de presa de las opciones optimizadas.
I=1,NS
J=1,K

HP1.....Altura de presa.

HP1(Z).....Opciones de altura de presa.
Z=1,NO(C(L))

HPI(I)....Altura de presa correspondiente al camino óptimo.

I=1, NS
 I.....Número de intervalos a estudiar incluyendo el no hacer nada en ningún sitio.
 $K=KI+1$

L.....Número de sitios en el orden en que se estudian.

MAYOR.....Capacidad del embalse.

NO(C(L))....Número de opciones para un sitio que provienen de una alternativa del sitio aguas-arriba.

NP(C(L))....Número de sitios aguas-abajo del lugar que se estudia.

NQ(C(L))....Número de sitios aguas-arriba del lugar que se estudia.

O(KX).....Volúmenes de agua en el embalse.
 $KX=1, (B2-B1+1)*12$

P(I,J).....Potencia optimizada.
 $I=1, NS$
 $J=1, K$

P.ACU(Z)....Opciones de potencia generadas en el sitio.
 $Z=1, NO(C(L))$

POR(I).....Porcentaje del caudal que sigue por uno de los ríos después de una ramificación.
 $I=1, NP(C2)$

POTI(I)....Potencia producida en cada sitio correspondiente al camino óptimo.
 $I=1, NS$

Q1(I,J)....Serie de caudales de salida del sitio.
 $I=1, B2-B1+1$
 $J=1, 12$

Q2(I,J)....Serie de caudales que llegan a un sitio de confluencia.
 $I=1, B2-B1+1$
 $J=1, 12$

Q4(I,J)....Serie de caudales tomando en cuenta a los sitios aguas-arriba.
 $I=1, B2-B1+1$
 $J=1, 12$

QDIS(Z)....Caudal de diseño para un trasvase.
 $Z=1, NO(C(L))$

QMAX(Z).....Máximo caudal que sale por el aliviadero.
Z=1,NO(C(L))

QR.....Caudal regulado.

QR(I,J)....Caudal regulado correspondiente a alternativas
optimizadas.
I=1,NS
J=1,K

QR1.....Caudal regulado inicial.

QR2.....Caudal medio del río.

QR2(Z)....Opciones de caudal regulado.
Z=1,NO(C(L))

QRI(I)....Caudal regulado correspondiente al camino óptimo.
I=1,NS

SANT(I,J)...Indica la opción del sitio anterior que produce
las alternativas ya optimizadas.
I=1,NS
J=1,K

SANT1(Z)....Indica la opción del sitio anterior que produce
las alternativas en estudio.
Z=1,NO(C(L))

SANT2(I,J)..Indica la opción antes de la bifurcación, a
partir de la cual se llegó a producir la que
se estudia.
I=1,NS
J=1,E

SANT6(I,J)..Indica la proporción del caudal del río que va
hacia cada cauce (el del sitio).
I=1,NS
J=1,K

SUM.....Costo de la presa.

SUP(IJ)....Límite superior del intervalo.
IJ=1,KI+1

TEAL(I,J)...Ancho de aliviadero de las opciones ya
optimizadas.
I=1,NS
J=1,F

TEAL1(Z)....Anchos de aliviadero.
Z=1,NO(C(L))

TEALI(I)....Ancho del aliviadero correspondiente al camino óptimo.
I=1,NS
J=1,K

III.4. MANUAL DEL USUARIO

III.4.1 FUNDAMENTO TEORICO Y DESCRIPCION DEL PROGRAMA.

Este programa permite estudiar el Aprovechamiento Hidroeléctrico conjunto de múltiples embalses a nivel preliminar. Se determinan las características de los sitios de aprovechamiento de forma tal que operados conjuntamente produzcan en forma óptima una potencia determinada. En particular se determina la altura de presa, el caudal a ser turbinado y la posición de la central en cada sitio de aprovechamiento. Se pueden usar dos criterios para seleccionar la potencia óptima: (1) potencia generada al menor costo unitario y (2) potencia máxima generable. El método utilizado para la resolución del problema de optimización planteado es la Programación Dinámica. El Programa de Computación está implementado en una IBM PC en lenguaje BASIC.

Para la entrada de los datos requeridos se utilizan las planillas anexas, que se describen a continuación:

Planilla I: TOPOLOGIA. Mediante esta planilla y el programa correspondiente se introducen los datos necesarios para establecer el orden de ejecución de los distintos sitios de aprovechamiento hidroeléctrico.

Planilla 2: DATOS HIDROLOGICOS. Mediante esta planilla y el programa HIDR se introducen los escurrimientos mensuales (en millones de M³/mes) de cada sitio.

Planilla 3: DATOS GENERALES. Incluye el año inicial y el año final a estudiar en la serie de escurrimientos y además el numero de intervalos a considerar en la Programación Dinámica.

Planilla 4: DATOS DE ALTURAS Y CAUDALES. Con esta planilla y el programa DATOS se introducen, para cada sitio, la curva de Cota vs. Capacidad y las características del sitio de aprovechamiento; volumen muerto, altura máxima, posibles sitios de ubicación de la central, carga máxima posible sobre el aliviadero y características de la creciente de diseño. El dato de altura máxima que se introduce en este programa debe estar seleccionado dependiendo del perfil del sitio y de los datos disponibles de la curva Area-Capacidad. Además debe relacionarse con la cota de la central del sitio de aprovechamiento aguas-arriba, de manera que no produzca su inundación, ya que de ocurrir ésto las alternativas generadas con esta altura máxima no son estudiadas, a menos que existan varias alternativas de posición de central, y esta altura produzca inundación sólo en algunas de ellas.

La carga de agua sobre el aliviadero que se introduce es la menor carga que va a ser estudiada. Hay que tomar en cuenta que una carga muy baja puede dar como solución un ancho de aliviadero muy

grande, que físicamente no podría ser ubicado en el lugar de aprovechamiento. Pueden introducirse para una primera corrida cargas entre 3 y 5 metros.

El tiempo base y el caudal pico corresponden a la creciente de diseño. Usualmente se utiliza la creciente milenaria. El programa genera un hidrograma triangular con el tiempo base y el Q pico introducido.

Planilla 5: COSTOS. Con esta planilla y el programa CALCCOST se introducen los datos necesarios para el cálculo de los costos. En particular se requiere un perfil topográfico por el eje propuesto de la presa a fin de calcular el costo aproximado de la misma. Se debe tomar como origen de coordenadas el primer punto del perfil. Además se debe indicar el tipo de presa y el tipo de fundación ya que estos parámetros influyen en los costos unitarios utilizados. Para cada alternativa de localización de central se debe indicar la longitud de la tubería y del túnel requerido.

Si sólo se desea obtener la potencia máxima posible de generar se debe introducir como número de intervalos a estudiar 1 (en la planilla 3). El número de caudales puede ser 1 en algunos sitios, siempre que para éstos no existan restricciones, en caso contrario, se deben agregar mayor número de caudales regulados en dicho sitio.

Una vez introducidos los datos, éstos son guardados en archivos

en el "diskette" donde se encuentran todos los programas a ejecutar. Este se coloca en el drive "A"; en el "B" se coloca un "diskette" vacío, de manera de ir guardando información en distintos archivos.

Una vez cargados los datos se procede a resolver el problema mediante la ejecución del programa PRO67. Este programa controla la resolución e impresión de la solución del problema.

Se puede utilizar un programa alternativo, llamado PROGRAMA, cuando los sitios no están próximos unos a otros y los caudales de entrada del sitio aguas arriba son de poca magnitud en comparación con los del sitio aguas abajo. Una diferencia en los datos de entrada es que el tiempo base y el caudal pico de la creciente de diseño corresponde al de la cuenca total sin tomar en cuenta aprovechamientos aguas arriba. En el drive "B" no se introduce ningún disco; la ejecución comienza con el programa denominado PROGRAMA (en lugar de PRO67) y su ejecución es considerablemente más rápida por cuanto no toma en cuenta la influencia que el sitio aguas arriba tiene sobre el hidrograma de creciente y la serie de caudales de entrada al sitio aguas-abajo.

III.4.2. PLANILLAS PARA LA ENTRADA DE DATOS

PLANILLA 1

Proyecto: _____

Fecha: _____

TOPOLOGIA

Número de sitios: _____ (máx. 10)

Nombre del Sitio (máx. 11 caracteres)	Nombre del archivo de datos (máx. 6 caracteres)

Tramos aguas arriba - aguas abajo
(Indique el nombre del archivo de datos)

Sitio aguas arriba	Sitio aguas abajo

En caso de existir algún trasvase indique el nombre del archivo de datos del sitio aguas abajo de él: _____

Desea calcular la mayor potencia por altura máxima y/o por caudal medio (s/n): _____

PLANILLA 2

Proyecto:

Fecha:

DATOS HIDROLOGICOS

Nombre del Sitio: _____

ESCURRIMIENTOS MENSUALES

(millones de m³/mes)

A blank timeline chart with a horizontal axis representing the year from month 1 to 12. The axis is labeled 'Mes' (Month) at the top left and 'Año' (Year) at the bottom left. The months are numbered 1 through 12 along the axis.

PLANILLA 3

Proyecto: _____

Fecha: _____

DATOS GENERALES

Año inicial*: _____

Año final: _____

- * Se refieren al período a considerar de la serie de escurrimientos mensuales de la Planilla 2.

Número de intervalos en la Programación Dinámica _____ (max 10)

PLANILLA 4

Proyecto: _____ Fecha: _____

DATOS DE ALTURAS Y CAUDALES

Nombre del sitio:

Curva Area - Capacidad

(m.s.n.m.) (Hm3)

Volumen de sedimentos (Hm³):

Si desea estudiar diferentes alturas que la necesaria indique incrementos de altura (m):

Altura máxima (m):

Número de caudales regulados a estudiar:

Número de alternativas de central:

Cota de restitución (m.s.n.m.) (1)

Cota de restitución (m.s.n.m.) (1) _____
(2) _____
(3) _____
(4) _____
(5) _____

Borde libre (m):

Carga de agua sobre el aliviadero (m): _____

Tiempo base (hr)

Caudal pico (m³/seg)

PLANILLA 5

Proyecto:

Fecha:

COSTOS

Nombre del sitio:

Datos de la presa:

Número de puntos del perfil: (máx. 30)

* Tomar como origen de coordenadas el primer punto de perfil

Tipo de presa: 1) Tierra
2) Enrocado

En caso de ser de tierra indique el tipo de fundación:

- 1) Roca
 - 2) Aluvión

Número de alternativas de central:

Longitud de tubería
forzada (m)

- 1) _____
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____

Longitud de tunel (m):

Longitud de tránsito por túnel (m)

Longitud de tránsito por tubería (m)

Datos del aliviadero:

Cota del pozo disipador o cota de valle (m.s.n.m.):

III.4.3. EJEMPLO ILUSTRATIVO

De manera ilustrativa se presenta a continuación un ejemplo sencillo de manera de explicar el funcionamiento del programa: Se escogieron los sitios denominados SIETE y CINCO pertenecientes a la cuenca del Río Guanare (ver figura V.1); los intervalos de estudio para la Programación Dinámica son 2, es decir, la solución consistirá de dos alternativas de potencia distintas correspondientes a cada uno de los intervalos; además se introducen 2 caudales a regular en el sitio SIETE, y 1 caudal en el sitio CINCO.

Primeramente se generan todas las alternativas de potencia para el sitio SIETE (sitio aguas-arriba), incluyendo la posibilidad de producción de potencia cero, generándose tres alternativas para cada caudal regulado en estudio, debido a que la central puede estar localizada en tres lugares, por lo cual se producen un total de siete alternativas, como se muestra en la figura III.3. Luego se calcula la longitud de los intervalos, dada por la potencia máxima que se puede generar hasta ese sitio entre el número de intervalos dado como dato.

Debido a que este sitio no tiene ninguno aguas-arriba, la potencia máxima que se puede producir es la correspondiente a la máxima de ese sitio: 17152.11 Kw., lo que da como longitud del intervalo 6676.06 Kw. Se puede observar que en cada intervalo hay varios valores (ver TABLA III.1), resultando como óptimos para

cada uno aquellos con el menor costo unitario (Fig. III.3):

POTENCIA (Kw.)	COSTO UNITARIO (Bs./Kw-h)
4224.81	39596.40
13352.11	50104.44

A partir de estos valores de potencia producidos en el sitio SIETE, se generan una serie de alternativas en el sitio CINCO; se puede observar en las tablas III.2, III.3 y III.4 que hay valores de potencia cuyos costos asociados son infinitos (iguales a 9E+30), los cuales no son estudiados, ya que el ancho del aliviadero es mayor o igual a 70 metros.

Para el cálculo de la longitud de los intervalos se debe conocer un máximo aproximado, dado por la suma de la máxima potencia producida desde la alternativa de potencia cero del sitio anterior (11567.48) y la máxima potencia optimizada del sitio anterior (13352.11), lo cual resulta 24719.60 Kw, y por lo tanto la longitud del intervalo es de 12359.8 Kw.

A continuación se acumulan todos los valores de potencia producidos en el sitio CINCO con la potencia del sitio SIETE que permitió la generación de estos valores, sin incluir las potencias que no son posibles de producir debido a las posiciones de la central del sitio SIETE. Por ejemplo se puede ver que la potencia 4242.808 Kw, producida en el sitio SIETE, no se pudo acumular con ninguna del sitio CINCO, ya que la central de aquél no permitió la generación de estas potencias. Luego se buscan las potencias con menor costo unitario en cada intervalo, resultando:

POTENCIA	COSTO UNITARIO
----------	----------------

(Kw)	(Bs/Kw-h)
11567.48	30701.62
15052.11	50104.44

Para más detalle se puede ver el ejemplo en las Tablas III.1 al III.5 y en la figura III.3.

PROYECTO: GUANARE

TABLA N°. III.1
ALTERNATIVAS GENERADAS EN EL SITIO SIETE

CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs)
0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00E+00
17.09	54.75	42.00	7	440.00	3,188.06	1.45E+08
17.09	54.75	42.00	7	430.00	3,715.43	1.62E+08
17.09	54.75	42.00	7	420.00	4,242.81	1.68E+08
34.17	125.37	40.00	5	440.00	11,242.60	6.32E+08
34.17	125.37	40.00	5	430.00	12,297.35	6.57E+08
34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	6.69E+08

* Nivel de aguas normales.

PROYECTO: GUANARE

TABLA N°. III.2

ALTERNATIVAS GENERADAS EN EL SITIO CINCO A PARTIR DE LA
POTENCIA EN KW PRODUCIDA EN EL SITIO SIETE = 0

CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs)
0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00E+00
21.09	69.67	59.00	10	350.00	4,238.79	2.00E+08
42.17	97.28	35.00	10	350.00	11,367.48	3.49E+08
44.81	100.75	76.00	7	350.00	12,453.28	9.00E+30

TABLA N°. III.3

ALTERNATIVAS GENERADAS EN EL SITIO CINCO A PARTIR DE LA
POTENCIA EN KW PRODUCIDA EN EL SITIO SIETE = 4242.808

CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs)
0.00	0.00	0.00	0	420.00	0.00	0.00E+00
21.16	74.88	38.00	9	350.00	4,694.32	1.99E+08
42.32	95.43	42.00	8	350.00	11,351.83	3.24E+08
47.61	101.97	70.00	6	350.00	13,461.90	9.00E+30

PROYECTO: GUANARE

TABLA N°. III.4

ALTERNATIVAS GENERADAS EN EL SITIO CINCO A PARTIR DE LA
POTENCIA EN KW PRODUCIDA EN EL SITIO SIETE = 13552.11

CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs)
0.00	0.00	0.00	0	420.00	0.00	0.00E+00
21.25	80.46	34.00	7	350.00	5,201.27	2.46E+08
42.51	97.72	41.00	8	350.00	12,306.40	3.35E+08
47.82	102.83	95.00	5	350.00	14,009.30	9.00E+08

PROYECTO: GUANARE

TABLA N°. III.5

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,367.48 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERD (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	42.17	97.28	35.00	10	350.00	11,367.48	348.76
TOTAL						11,367.48	348.76

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.427	0.485	0.570	0.698	0.835
20	0.283	0.341	0.411	0.560	0.719
30	0.242	0.303	0.372	0.533	0.703
40	0.225	0.289	0.358	0.527	0.701
50	0.218	0.284	0.353	0.526	0.701

PROYECTO: GUANARE

TABLA N°. III.6

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 13,352.11 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
Siete	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
Cinco	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						13,352.11	668.57

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.698	0.792	0.930	1.139	1.363
20	0.462	0.557	0.671	0.913	1.174
30	0.395	0.495	0.606	0.871	1.148
40	0.368	0.472	0.585	0.861	1.144
50	0.355	0.464	0.577	0.858	1.143

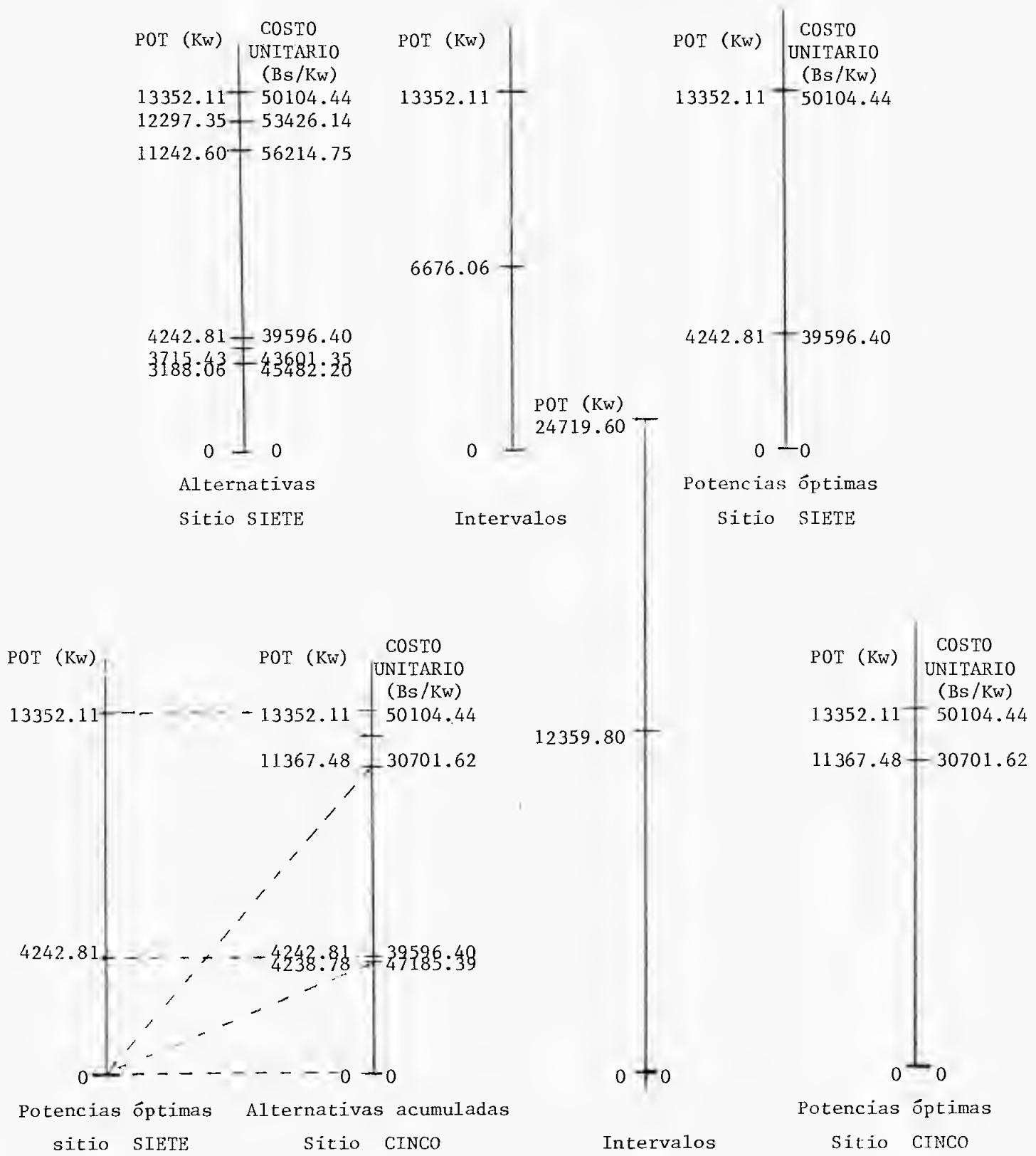
TABLA III.7
 REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
 POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
433.89	420.00	4,694.32	199.26
453.43	420.00	11,351.83	323.66
439.46	420.00	5,201.27	245.53
455.72	420.00	12,306.40	334.60

FIGURA III.3



IV. LISTADO DE PROGRAMAS

IV.1. LISTADO DE PROGRAMAS PARA LA ENTRADA DE DATOS

TOPOLOGIA2

```

10 DIM A$(7),C(7),AR(7,7),AB(7,7),DER(10),NP(7),NB(7),AAR$(7),AAB$(7),AAB(7),A(7,7),B(7,7),A1(7),AS$(7)
20 COMMON A$(),NS,AS$(),DER()
30 C(0)=0;V1(0)=0
40 INPUT "NOMBRE DEL PROYECTO: ";Y$
50 INPUT "NUMERO DE SITIOS=";NS
60 FOR I=1 TO NS
70 INPUT "NOMBRE DEL SITIO";AS$(I)
80 INPUT "NOMBRE DEL ARCHIVO DE DATOS=";A$(1)
90 NEXT I
100 NT=NS-1
110 FOR J=1 TO NT
120 PRINT "TRAMO";J:INPUT AAR$(J),AAB$(J)
130 FOR IL=1 TO NS
140 IF AAR$(J)=A$(IL) THEN GOTO 170
150 NEXT IL
160 GOTO 190
170 AAR(J)=IL
180 FOR IL=1 TO NS
190 IF AAB$(J)=A$(IL) THEN GOTO 220
200 NEXT IL
210 GOTO 230
220 AAB(J)=IL
230 NEXT J
240 FOR J=1 TO NT
250 A(AAR(J),AAB(J))=1:B(AAR(J),AAB(J))=1
260 NEXT J
270 FOR K=1 TO NS:A1(K)=0:NEXT K
280 FOR L=1 TO NS
290 FOR I=1 TO NS
300 IF A1(I)=1 THEN GOTO 400
310 FOR M=1 TO NS
320 IF A(M,I)<>0 THEN GOTO 400
330 NEXT M
340 C(L)=I
350 A1(I)=1
360 FOR K=1 TO NS
370 A(I,K)=0
380 NEXT K
390 GOTO 410
400 NEXT I
400 NEXT I
410 NEXT L
420 FOR K=1 TO NS
430 P=0
440 FOR L=1 TO NS
450 IF B(K,L)<>1 THEN GOTO 480

```

```
460 P=P+1
470 AB(K,P)=L
480 NEXT L
490 NP(K)=P
500 NEXT K
510 FOR L=1 TO NS
520 Q=0
530 FOR K=1 TO NS
540 IF B(K,L)<>1 THEN GOTO 570
550 Q=Q+1
560 AR(L,Q)=K
570 NEXT K
580 NQ(L)=Q
590 NEXT L
600 INPUT "EXISTE ALGUN TRASVASE ";K$
610 IF K$="N" OR K$="n" THEN GOTO 660
620 INPUT "CUAL SITIO TIENE AGUAS-ABAJO ";K$
630 FOR I=1 TO NS
640 IF K$=A$(I) THEN DER(I)=1:GOTO 660
650 NEXT I
660 INPUT "DESEA CALCULAR LA MAXIMA POTENCIA POSIBLE ";K$
670 IF K$="N" OR K$="n" THEN MAXI=0:GOTO 690
680 IF K$="S" OR K$="s" THEN MAXI=1
690 OPEN "#1" FOR OUTPUT AS #1
700 PRINT #1,NS,Y$
710 FOR LS=1 TO NS
720 PRINT #1,A$(LS):PRINT #1,NQ(LS);NP(LS);C(LS),DER(LS),AS$(LS)
730 FOR J=1 TO NQ(LS)
740 PRINT #1,AR(LS,J)
750 NEXT J
760 FOR J1=1 TO NP(LS)
770 PRINT #1,AB(LS,J1)
780 NEXT J1
790 NEXT LS
800 PRINT #1,MAXI
810 CLOSE #1
820 CHAIN" HIDROL"
830 END
```

HIDROL

```

10 DIM B(20,12),AN(20)
20 COMMON A$(),NS,AS$()
30 REM HIDROL. PROGRAMA QUE PERMITE LA ENTRADA DE DATOS
40 REM           HIDROLOGICOS.
50 FOR Z=1 TO NS
60 SITIO$=A$(Z)+"HIDR"
70 PRINT "PARA SITIO= ";AS$(Z)
80 INPUT "NUMERO DE ANOS= ";NA
90 NANDS=0
100 INPUT "ANO = ";ANO
110 I=NANDS+1
120 IF I>NA THEN GOSUB 310:GOSUB 200:GOTO 500
130 AN(I)=ANO
140 FOR J=1 TO 12
150 PRINT "MES = ";J;:INPUT "CAUDAL = ";Q(I,J)
160 NEXT J
170 PRINT
180 NANDS=NANDS+1
190 GOTO 100
200 REM RUTINA PARA GRABAR EN DISCO
210 OPEN SITIO$ FOR OUTPUT AS #1
220 PRINT #1,NANDS
230 FOR I=1 TO NANDS
240 PRINT #1,AN(I)
250 FOR J=1 TO 12
260 PRINT #1,Q(I,J)
270 NEXT J
280 NEXT I
290 CLOSE #1
300 RETURN
310 REM RUTINA DE CORRECCION DE DATOS
320 INPUT "DESEA CORREGIR ALGUN DATO (S/N) ";K$
330 IF K$="N" OR K$="n" THEN RETURN
340 IF K$="S" OR K$="s" THEN GOTO 360
350 PRINT "ESCRIBA S o N":GOTO 320
360 INPUT "ANO A CORREGIR =";ANO
370 FOR I=1 TO NANDS
380 IF AN(I)<>ANO THEN GOTO 470
390 PRINT "ANO = ";ANO
400 FOR J=1 TO 12
410 PRINT "MES = ";J; " CAUDAL = ";Q(I,J)
420 NEXT J
430 INPUT "MES A CORREGIR = ";J
440 IF J<0 OR J>12 THEN GOTO 320
450 INPUT "CAUDAL = ";Q(I,J)

```

```
460 GOTO 320
470 NEXT I
480 PRINT "NO CONSIGUE EL ANO ";ANO
490 GOTO 320
500 NEXT Z
510 INPUT "ANO INICIAL A ESTUDIAR";A1
520 INPUT "ANO FINAL A ESTUDIAR";A2
530 FOR I=1 TO NANOS
540 IF A1=AN(I) THEN B1=I
550 IF A2=AN(I) THEN B2=I
560 NEXT I
570 IF B1=0 THEN PRINT "ERROR ANO INICIAL";A1:GOTO 510
580 IF B2=0 THEN PRINT "ERROR ANO FINAL";A2:GOTO 520
590 INPUT "NUMERO DE INTERVALOS A ESTUDIAR=";KI
600 GOSUB 650
610 OPEN "ANOS" FOR OUTPUT AS #1
620 PRINT #1,B1,B2,KI
630 CLOSE #1
640 CHAIN"AREA-CAPACIDAD"
650 REM RUTINA DE CORRECCION DE DATOS
660 INPUT "DESEA CORREGIR ALGUN DATO(S/N)=";K$
670 IF K$="N" OR K$="n" THEN RETURN
680 PRINT "1)ANO INICIAL A ESTUDIAR
690 PRINT "2)ANO FINAL A ESTUDIAR
700 PRINT "3)NUMERO DE INTERVALOS A ESTUDIAR
710 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO A CORREGIR";NOC
720 ON NOC GOTO 730,750,770
730 PRINT "ANO INICIAL A ESTUDIAR=";A1
740 INPUT "ANO INICIAL A ESTUDIAR=";A1:GOTO 660
750 PRINT "ANO FINAL A ESTUDIAR=";A2
760 INPUT "ANO FINAL A ESTUDIAR=";A2:GOTO 660
770 PRINT "NUMERO DE INTERVALOS A ESTUDIAR=";KI
780 INPUT "NUMERO DE INTERVALOS A ESTUDIAR=";KI:GOTO 660
790 END
```

AREA-CAPACIDAD

```
10 DIM CT(40),ALT(40),V1(40)
20 COMMON A$(),NS,AS$()
30 FOR CE=1 TO NS
40 PRINT "PARA EL SITIO= ";AS$(CE)
50 INPUT "NUMERO DE PUNTOS= ";NU
60 FOR W=0 TO NU-1
70 INPUT "PARA VOLUMEN= ";V1(W):INPUT "COTA= ";CT(W)
80 ALT(W)=CT(W)-CT(0)
90 NEXT W
100 INPUT "DESEA CORREGIR ALGUN DATO (S/N) ";K$
110 IF K$="N" OR K$="n" THEN GOTO 220
120 IF K$="S" OR K$="s" THEN GOTO 140
130 INPUT "ESCRIBA S O N":GOTO 100
140 INPUT "NUMERO DEL DATO A CORREGIR= ";ND
150 FOR W=0 TO NU-1
160 IF W<>ND-1 THEN GOTO 210
170 PRINT "PARA VOLUMEN= ";V1(W); COTA= ";CT(W)
180 INPUT "PARA VOLUMEN= ";V1(W):INPUT "COTA= ";CT(W)
190 ALT(W)=CT(W)-CT(0)
200 GOTO 100
210 NEXT W
220 SITIO$=A$(CE)+"CAP"
230 OPEN SITIO$ FOR DPUTPUT AS#1
240 PRINT #1,NU
250 FOR W=0 TO NU-1
260 PRINT #1,V1(W),CT(W),ALT(W)
270 NEXT W
280 CLOSE #1
290 NEXT CE
300 CHAIN"DATOS
310 END
```

DATOS

```
10 DIM CCE(10)
20 COMMON A$(),NS,AS$(),NAC
30 FOR CE=1 TO NS
40 PRINT "PARA EL SITIO= ";AS$(CE)
50 INPUT "DESEA INCREMENTOS DE ALTURA(S/N)";K$
60 IF K$="N" OR K$="n" THEN S=1: GOTO 90
70 IF K$="S" OR K$="s" THEN S=0: GOTO 90
80 PRINT "ESCRIBA S O N"
90 INPUT "ALTURA MAXIMA=";HMAX
100 IF S=1 THEN GOTO 120
110 INPUT "INCREMENTO DE ALTURA=";DHP
120 INPUT "VOLUMEN DE SEDIMENTOS=";VMIN
130 INPUT "NUMERO DE CAUDALES REGULADOS A ESTUDIAR=";NQR
140 INPUT "NUMERO DE ALTERNATIVAS DE CENTRAL=";NAC
150 FOR I=1 TO NAC
160 INPUT "COTA DE CENTRAL HIDROELECTRICA=";CCE(I)
170 NEXT I
180 INPUT "BORDE LIBRE=";BL
190 INPUT "MENOR CARGA DE AGUA SOBRE EL ALIVIADERO=";AAL
200 INPUT "TIEMPO BASE=";TBASE
210 INPUT "CAUDAL PICO=";QPICO
220 INPUT "DESEA CORREGIR ALGUN DATO (S/N)";K$
230 IF K$="N" OR K$="n" THEN GOTO 560
240 IF K$="S" OR K$="s" THEN GOTO 260
250 PRINT "ESCRIBA S O N":G300
260 PRINT "1)VOLUMEN DE SEDIMENTOS
2)NUMERO DE CAUDALES REGULADOS
280 PRINT "3)COTA DE CENTRAL HIDROELECTRICA
290 PRINT "4)ALTURA MAXIMA
300 PRINT "5)INCREMENTO DE ALTURA
310 PRINT "6)BORDE LIBRE
320 PRINT "7)MENOR CARGA DE AGUA SOBRE EL ALIVIADERO
330 PRINT "8)CAUDAL PICO
340 PRINT "9)TIEMPO BASE
350 INPUT "SELECCIONE EL DATO A CORREGIR";NOC
360 DN NDC GOTO 370,390,410,440,460,480,500,520,540
370 PRINT "VOLUMEN DE SEDIMENTOS=";VMIN
380 INPUT "VOLUMEN DE SEDIMENTOS=";VMIN:GOTO 220
390 PRINT "NUMERO DE CAUDALES REGULADOS=";NQR
400 INPUT "NUMERO DE CAUDALES REGULADOS=";NQR:GOTO 220
410 INPUT "NUMERO DE ALTERNATIVA=";NUA
420 PRINT "COTA DE CENTRAL HIDROELECTRICA=";CCE(NUA)
430 INPUT "COTA DE CENTRAL HIDROELECTRICA=";CCE(NUA):GOTO 220
440 PRINT "ALTURA MAXIMA=";HMAX
450 INPUT "ALTURA MAXIMA=";HMAX:GOTO 220
```

```
460 PRINT "INCREMENTO DE ALTURA=";DHP
470 INPUT "INCREMENTO DE ALTURA=";DHP:GOTO 220
480 PRINT "BORDE LIBRE=";BL
490 INPUT "BORDE LIBRE=";BL:GOTO 220
500 PRINT "MENOR CARGA DE AGUA SOBRE EL ALIVIADERO=";AAL
510 INPUT "MENOR CARGA DE AGUA SOBRE EL ALIVIADERO=";AAL:GOTO 220
520 PRINT "CAUDAL PICO=";QPICO
530 INPUT "CAUDAL PICO=";QPICO:GOTO 220
540 PRINT "TIEMPO BASE=";TBASE
550 INPUT "TIEMPO BASE=";TBASE:GOTO 220
560 SITIO$=A$(CE)+"DAT"
570 OPEN SITIO$ FOR OUTPUT AS #1
580 PRINT #1,QPICO,TBASE
590 PRINT #1,HMAX,DHP,VMIN,NQR,BL,AAL,S,NAC
600 FOR I=1 TO NAC
610 PRINT #1,CCE(I)
620 NEXT I
630 CLOSE #1
640 NEXT CE
650 CHAIN"DATOSPERFI"
660 END
```

DATOSPERFI

```

10 DIM XI(30),YI(30),S$(3),F$(3)
20 COMMON A$(),NS,AS$(),DER()
30 FOR L=1 TO NS
40 SITIO$=A$(L)
50 PRINT "DATOS PERFIL DEL SITIO= ";AS$(L)
60 NOMBRE$=SITIO$+"P"
70 PRINT "1)PRESA DE TIERRA"
80 PRINT "2)PRESA DE ENROCADADO"
90 PRINT "3)PRESA DE CONCRETO"
100 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO";J
110 IF J<>1 THEN GOTO 170
120 PRINT "1)FUNDACION DE ALUVION"
130 PRINT "2)FUNDACION DE ROCA"
140 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO";KF
150 S$(1)="TIERRA":S$(2)="ENROCADADO":S$(3)="CONCRETO"
160 F$(1)="ALUVION":F$(2)="ROCA"
170 INPUT "NUMERO DE PUNTOS DEL PERFIL=";NALI
180 FOR I=1 TO NALI
190 PRINT "COORDENADAS X e Y.NUMERO";I::INPUT XI(I),YI(I)
200 NEXT I
210 INPUT "# DE ALTERNATIVAS=";NAC
220 FOR I=1 TO NAC
230 INPUT "LONGITUD DE TUBERIA FORZADA(m)(";CLM(I)
240 INPUT "LONGITUD DEL TUNEL(m)(";RL(I)
250 NEXT I
260 INPUT "TIEMPO BASE(hr)";TBASE
270 INPUT "CAUDAL PICO(m3/s)";QPICO
280 INPUT "COTA DEL POZO DISIPADOR(m.s.n.m)";COP
290 IF DER(L)<>1 THEN GOTO 320
300 INPUT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUNEL";LTR
310 INPUT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUBERIA";LTR1
320 INPUT "DESEA CORREGIR ALGUN DATO (S/N)";K$
330 IF K$="N" OR K$="n" THEN GOTO 360
340 IF K$="S" OR K$="s" THEN GOSUB 470:GOTO 320
350 PRINT "CONTESTE S o N":GOTO 320
360 OPEN NOMBRE$ FOR OUTPUT AS #1
370 PRINT #1,NALI,J,KF,COP,NAC,LTR,LTR1
380 FOR I=1 TO NAC
390 PRINT #1,CLM(I),RL(I)
400 NEXT I
410 FOR I=1 TO NALI
420 PRINT #1,XI(I),YI(I)
430 NEXT I
440 CLOSE #1
450 NEXT L

```

```
460 GOTO 990
470 REM RUTINA DE CORRECCION
480 PRINT "1)TIPO DE PRESA"
490 PRINT "2)TIPO DE FUNDACION"
500 PRINT "3)PUNTOS DEL PERFIL"
510 PRINT "4)LONGITUD DE TUBERIA FORZADA"
520 PRINT "5)LONGITUD DE TUNEL"
530 PRINT "6)TIEMPO BASE"
540 PRINT "7)CAUDAL PICO"
550 PRINT "8)COTA DE POZO DISIPADOR"
560 PRINT "9)LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUNEL"
570 PRINT "10)LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUBERIA"
580 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO A CORREGIR";NC
590 ON NC GOTO 610,670,720,760,800,840,870,900,930,960
600 GOTO 470
610 PRINT "TIPO DE PRESA=";S$(J)
620 PRINT "1)PRESA DE TIERRA"
630 PRINT "2)PRESA DE ENROCADO"
640 PRINT "3)PRESA DE CONCRETO"
650 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO";J
660 GOTO 980
670 PRINT "TIPO DE FUNDACION=";F$(KF)
680 PRINT "1)FUNDACION DE ALUVION"
690 PRINT "2)FUNDACION DE ROCA"
700 INPUT "SELECCIONE EL NUMERO";KF
710 GOTO 980
720 INPUT "NUMERO DE COORDENADA=";I
730 PRINT "COORDENADAS XI,YI";XI(I),YI(I)
740 INPUT "COORDENADAS XI,YI";XI(I),YI(I)
750 GOTO 980
760 INPUT "NUMERO DE ALTERNATIVA=";NUA
770 PRINT "LONGITUD DE TUBERIA FORZADA=";CLM(NUA)
780 INPUT "LONGITUD DE TUBERIA FORZADA=";CLM(NUA)
790 GOTO 980
800 INPUT "NUMERO DE ALTERNATIVA=";NUA
810 PRINT "LONGITUD DE TUNEL=";RL(NUA)
820 INPUT "LONGITUD DE TUNEL=";RL(NUA)
830 GOTO 980
840 PRINT "TIEMPO BASE=";TBASE
850 INPUT "TIEMPO BASE=";TBASE
860 GOTO 980
870 PRINT "CAUDAL PICO=";QPICO
880 INPUT "CAUDAL PICO=";QPICO
890 GOTO 980
900 PRINT "COTA POZO DISIPADOR=";COP
910 INPUT "COTA POZO DISIPADOR=";COP
920 GOTO 980
930 PRINT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUNEL=";LTR
940 INPUT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUNEL=";LTR
950 GOTO 980
960 PRINT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUBERIA=";LTR1
970 INPUT "LONGITUD DE TRASVASE MEDIANTE TUBERIA=";LTR1
980 RETURN
990 END
```

IV.2. LISTADO DEL PROGRAMA PRINCIPAL.

FROG7

```

10 DIM SANT8(10),SANT9(10)
20 IF MLIN=1 THEN GOTO 2450
30 ON NLIN GOTO 1480,2050,3110,2860,3300,3120,1960,990,800
40 DIM AB(10,10),AB1(10),AB2(10),ALT(36),AR(10,10),AR1(10),A$(10),AS$(10),B$(10),C(10),CBM(150),CC(10,10),CC1(150),CC4(1
0,10),CCE(10),CCE1(150),CCI(10),CLM(10),COT(10,10),COT1(10,10),COT2(150),COT.A(150),COT1.A(10,10),COTI(10),CP(150),CT(36
),CU(10,10)
50 DIM CU1(10,10),CUI(10),D(240),DER(10),HP(10,10),HP1(150),HP4(10,10),HPI(10),IT$(3),NO(10),NP(10),NQ(10),O(240),P(10,1
0),P1(10,10),P.ACU(150),P1.ACU(10,10),POR(10),Q(20,12),Q1(20,12),Q2(20,12),Q4(20,12),QDIS(150),QR(10,10),QR2(150),QR4(10
,10),QRI(10)
60 DIM RL(10),SANT(10,10),SANT1(150),SANT2(10,10),SANT3(10,10),SANT4(150),SANT5(150),SANT6(10,10),SANTI(10),SUP(10),T(15
0),TEAL(10,10),TEAL1(150),TEAL4(10,10),TEALI(10),TT(10,10),TT1(150),TT4(10,10),TTI(10),V(10),V1(36),XI(30),YI(30),Z(10,1
0),Z1(10,10)
70 DIM AAL(10,10),AAL1(100),AL(10),BL(40),BL1(40),QMAX(150),QDIS1(10,10)
80 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
C1(),CGC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CU1(),D(),DER(),DHP,DQR,DZ,
H,HMAX,HP1()
90 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$,J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,NO(),NP(),NQ(),N
QR,NS,NU,D(),P1,P5,P6,P(),P1(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,POR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QICO,QR,QR(),QR1,QR2,QR
2(),QS$()
100 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL(
),TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),MAXI
110 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,DL(),BL1(),QMAX(),CT1,LTR1,QDIS1()
120 OPEN "TOP" FOR INPUT AS #1
130 INPUT #1,NS,Y$
140 FOR LS=1 TO NS
150 INPUT #1,A$(LS):INPUT #1,NQ(LS),NP(LS),C(LS),DER(LS),AS$(LS)
160 FOR J=1 TO NO(LS)
170 INPUT #1,AR(LS,J)
180 NEXT J
190 FOR J1=1 TO NP(LS)
200 INPUT #1,AB(LS,J1)
210 NEXT J1
220 NEXT LS
230 INPUT #1,MAXI
240 CLOSE #1
250 Y=0
260 H=0
270 LPRINT :LPRINT " PROYECTO: ";Y$
280 LPRINT :LPRINT :LPRINT:LPRINT
290 LPRINT " REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS "
300 LPRINT
310 LPRINT " POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA"
320 WIDTH "LPT1:",132
330 LPRINT CHR$(15)
340 LPRINT :LPRINT
350 LPRINT" Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximos (N.A.M.) en el sitio e
n estudio, es "

```

```

360 LPRINT
370 LPRINT" mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba. "
380 LPRINT:IS=11
390 L=1
400 IF L>1 THEN GOTO 460
410 C=0:C1=C(L)
420 IF NP(C(L))<=1 THEN GOTO 1980
430 C2=C(L)
440 H=2
450 GOTO 1980
460 RT=15
470 IF NB(C(L))>0 THEN GOTO 500
480 C=0:C1=C(L)
490 GOTO 550
500 IF NB(C(L))>1 THEN GOTO 540
510 C=AR(C(L),1)
520 C1=C(L)
530 GOTO 550
540 RT=1
550 IF NP(C(L))>1 THEN GOTO 570
560 GOTO 590
570 C2=C(L)
580 H=2
590 IF RT>1 THEN GOTO 1980
600 C1=0
610 U=1
620 C=C1
630 C1=AR(C(L),U)
640 IF U>I THEN GOTO 820
650 CT=1
660 P1(C1,CT)=P(C1,CT):COT1(C1,CT)=CBT(C1,CT):QR4(C1,CT)=QR(C1,CT):HP4(C1,CT)=HP(C1,CT):CC4(C1,CT)=CC(C1,CT):TEAL4(C1,CT)=TEAL(C1,CT):TT4(C1,CT)=TT(C1,CT):Z1(C1,CT)=Z(C1,CT)
670 IF Z1(C1,CT)=1 THEN GOTO 770
680 P$=A$(C1)+STR$(CT)
690 OPEN"B;"+P$ FOR INPUT AS #1
700 FOR O=B1 TO B2
710 FOR P=1 TO 12
720 INPUT #1,B1(O,P)
730 Q2(O,P)=Q1(O,P):NEXT P
740 NEXT O
750 INPUT #1,NIT
760 FOR I=1 TO NIT
770 INPUT #1,QL(I):NEXT I
780 CLOSE #1
790 P$=A$(C1)+STR$(CT)+"ALIVA":K6=8:TRLIN=4:CHAIN"TRANSM
800 CT=CT+1:IF CT<=K THEN GOTO 660
810 NO(C1)=K:GOTO 1380
820 H=1
830 J5=1
840 IF C=0 THEN J5=K
850 J6=1
860 J4=1

```

```

870 P1.ACU(C1,J4)=P(C1,J4)
880 CDT1.A(C1,J4)=CDT(C1,J4)
890 IF Z(C1,J4)=1 THEN GOTO 1050
900 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 1260
910 IF P1(C,J5)=0 THEN GOTO 940
920 IF P1.ACU(C1,J4)=0 THEN CCE1(J4)=CC(C,J5):GOTO 950
930 IF CC(C,J5)<=CC(C1,J4) THEN CCE1(J4)=CC(C,J5)
940 CCE1(J4)=CC(C1,J4)
950 P1.ACU(C1,J6)=P1(C,J5)+P1.ACU(C1,J4)
960 COT1.A(C1,J6)=COT1(C,J5)+CDT1.A(C1,J4)
970 K6=12:TRLIN=2
980 CHAIN"TRANSM"
990 DR2(J6)=DR(C1,J4)
1000 HP1(J6)=HP(C1,J4)
1010 TEAL1(J6)=TEAL(C1,J4):TT1(J6)=TT(C1,J4)
1020 SANT1(J6)=J5
1030 T(J6)=P1.ACU(C1,J6)
1040 J6=J6+1
1050 J4=J4+1:IF J4<=K THEN GOTO 870
1060 ND(C1)=J6-I
1070 T5=4:IF C=0 THEN GOTO 1090
1080 IF J5>1 THEN GOTO 1190
1090 FDR J=1 TO K
1100 V(J)=0
1110 NEXT J
1120 P1=8
1130 FOR I1=K TO 1 STEP-1
1140 IF PI(C,I1)<>0 THEN SUP=P1(C,I1):GOTO 1180
1150 NEXT I1
1160 SUP=0
1170 P1=8
1180 GOSUB 3800
1190 I3=1
1200 J=1
1210 IF P1.ACU(C1,I3)<=SUP(J) THEN GOTO 1660
1220 J=J+1:IF J<=K THEN GOTO 1210
1230 SUP(J-1)=P1.ACU(C1,I3):J=J-1:GOTO 1660
1240 I3=I3+1:IF I3<=ND(C1) THEN GOTO 1200
1250 U$=A$(C1):IF Y>2 THEN GOSUB 3900
1260 J5=J5+1:IF J5>K THEN GOTO 1290
1270 IF Y=2 THEN GOTO 3450
1280 GOTO 850
1290 FOR J9=1 TO K
1300 IF V(J9)<>0 THEN GOTO 1330
1310 COT1(C1,J9)=9E+30
1320 P1(C1,J9)=0:Z1(C1,J9)=1
1330 NEXT J9
1340 FOR U1=1 TO K
1350 PRINT "C1,U1,P1,COT1,SANT3";C1;U1;P1(C1,U1);COT1(C1,U1);SANT3(C1,U1)
1360 NEXT U1
1370 IF Y=2 THEN GOTO 3680

```

```

1380 U=U+1:IF U<=NO(C(L))THEN GOTO 620
1390 GOSUB 3980
1400 CM=3:CT=0
1410 C=C1:C1=C(L)
1420 J5=1
1430 J6=1
1440 K6=7
1450 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 2450
1460 NLIN=1:TRLIN=1
1470 CHAIN"TRANSM"
1480 IF P1(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 1500
1490 HI=CC4(C,J5)-CT(0)
1500 J4=1
1510 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
1520 U$=A$(C1)
1530 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 2450
1540 IF COT.A(J4)>=8E+30 THEN GOTO 1590
1550 IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN GOSUB 4050:GOTO 1590
1560 P.ACU(J6)=P1(C,J5)+P.ACU(J4)
1570 COT.A(J6)=COT1(C,J5)+COT.A(J4)
1580 GOTO 1600
1590 P.ACU(J6)=0:COT.A(J6)=9E+30
1600 SANT1(J6)=J5
1610 T(J6)=P.ACU(J6)
1620 J6=J6+1
1630 J4=J4+1:IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 1510
1640 IF J5>1 THEN GOTO 2370
1650 GOTO 2240
1660 IF V(J)<>1 THEN GOTO 1710
1670 IF MAXI=1 THEN GOTO 4250
1680 IF P1.ACU(C1,I3)=0 THEN CU1=0:GOTO 1700
1690 CU1=COT1.A(C1,I3)/P1.ACU(C1,I3)
1700 IF CU1>=CU1(C1,J) THEN GOTO 1240
1710 P1(C1,J)=P1.ACU(C1,I3)
1720 COT1(C1,J)=COT1.A(C1,I3)
1730 BR4(C1,J)=BR2(I3)
1740 TEAL4(C1,J)=TEAL1(I3):TT4(C1,J)=TT1(I3)
1750 HP4(C1,J)=HP1(I3):CC4(C1,J)=CCE1(I3)
1760 K6=25
1770 J6=J
1780 IF P1(C1,J)=0 THEN CU1(C1,J)=0:GOTO 1800
1790 CU1(C1,J)=COT1(C1,J)/P1(C1,J)
1800 SANT2(C1,J)=SANT4(I3):SANT6(C1,J)=SANT5(I3)
1810 V(J)=1
1820 IF T5(>4 THEN GOTO 1960
1830 P$="A"+A$(C1)+STR$(I3)
1840 OPEN"B:"+P$ FOR INPUT AS #1
1850 FOR D=B1 TO B2
1860 FOR P=1 TO 12
1870 INPUT #1,Q2(D,P)
1880 NEXT P

```

```
1890 NEXT 0
1900 INPUT #1,NIT
1910 FOR I=1 TO NIT
1920 INPUT #1,QL(I)
1930 NEXT I
1940 CLOSE #1
1950 P$=A$(C1)+STR$(J)+"ALIVA":TRLIN=4:CHAIN"TRANSM"
1960 SANT3(C1,J1=SANT1(I3)
1970 GOTO 1240
1980 J5=1
1990 K6=7
2000 J6=1
2010 NLIN=2:IF Z(C,J5)=1 THEN GOTO 2450
2020 IF C<>0 THEN GOTO 2040
2030 IF J5=1 THEN J5=K
2040 TRLIN=1:CHAIN"TRANSM"
2050 IF P(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 2070
2060 HI=CC(C,J5)-CT(0)
2070 J4=1
2080 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
2090 IF COT.A(J4)>=8E+30 THEN GOTO 2150
2100 IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN GOSUB 4050:GOTO 2150
2110 P.ACU(J6)=P(C,J5)+P.ACU(J4)
2120 COT.A(J6)=COT(C,J5)+COT.A(J4)
2130 SANT1(J6)=J5
2140 GOTO 2160
2150 P.ACU(J6)=0:COT.A(J6)=9E+30
2160 T(J6)=P.ACU(J6)
2170 J6=J6+1
2180 J4=J4+1
2190 IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 2090
2200 K6=7
2210 IF C=0 THEN GOTO 2240
2220 IF J5=1 THEN GOTO 2240
2230 GOTO 2370
2240 FOR J=1 TO K
2250 V(J)=0
2260 NEXT J
2270 IF CM(>)3 THEN GOTO 2320
2280 FOR I1=K TO 1 STEP-1
2290 IF P1(C,I1)<>0 THEN SUP=P1(C,I1):GOTO 2360
2300 NEXT I1
2310 SUP=0:GOTO 2360
2320 FOR I1=K TO 1 STEP-1
2330 IF P(C,I1)<>0 THEN SUP=P(C,I1):GOTO 2360
2340 NEXT I1
2350 SUP=0
2360 GOSUB 3800
2370 I3=1
2380 IF COT.A(I3)>=9E+30 THEN GOTO 2430
2390 FOR J=1 TO K
```

```

2400 IF P.ACU(I3)<=SUP(J) THEN GOTO 2610
2410 NEXT J
2420 SUP(J-1)=P.ACU(I3):J=J-1:GOTO 2610
2430 I3=I3+1:IF I3<=ND(C1) THEN GOTO 2380
2440 IF NP(C1)<>0 THEN GOSUB 3900
2450 MLIN=10:J5=J5+1:IF J5>K THEN GOTO 2490
2460 IF CM=3 THEN GOTO 1430
2470 IF Y=1 THEN GOTO 3080
2480 GOTO 1990
2490 FOR J9=1 TO K
2500 IF V(J9)<>0 THEN Z(C1,J9)=0:GOTO 2520
2510 COT(C1,J9)=9E+30:P(C1,J9)=0:Z(C1,J9)=1
2520 NEXT J9
2530 K6=7
2540 FOR U1=1 TO K
2550 PRINT "C1,U1,P,COT,SANT";C1;U1;P(C1,U1);COT(C1,U1);SANT(C1,U1)
2560 NEXT U1
2570 IF H=2 THEN P5=0:GOTO 2930
2580 IF Y=1 THEN GOTO 2960
2590 IF CM=3 THEN GOSUB 4170:CM=0
2600 GOTO 3700
2610 K6=15
2620 IF V(J)<>1 THEN GOTO 2670
2630 IF MAXI=1 THEN GOTO 4220
2640 IF P.ACU(I3)=0 THEN CU=0:GOTO 2660
2650 CU=COT.A(I3)/P.ACU(I3)
2660 IF CU>=CU(C1,J) THEN GOTO 2430
2670 COT(C1,J)=COT.A(I3)
2680 P(C1,J)=P.ACU(I3)
2690 QR(C1,J)=QR2(I3):QDIS1(C1,J)=QDIS(I3)
2700 HP(C1,J)=HP1(I3):CC(C1,J)=CCE1(I3)
2710 TEAL(C1,J)=TEAL1(I3):TT(C1,J)=TT1(I3):AAL(C1,J)=AAL1(I3)
2720 K6=15
2730 IF NP(C1)=0 THEN GOTO 2860
2740 X$="A"+U$+STR$(I3)
2750 OPEN "B:"+X$ FOR INPUT AS #1
2760 FOR D=B1 TO B2
2770 FOR P=1 TO 12
2780 INPUT #1,Q1(D,P)
2790 NEXT P
2800 NEXT D
2810 INPUT #1,NIT
2820 FOR I=1 TO NIT
2830 INPUT #1,QL(I):NEXT I
2840 CLOSE #1
2850 X$=U$+STR$(J):TRLIN=3:CHAIN"TRANSM"
2860 IF P(C1,J)=0 THEN CU(C1,J)=0:GOTO 2880
2870 CU(C1,J)=COT(C1,J)/P(C1,J)
2880 V(J)=1
2890 IF L=1 THEN GOTO 2430
2900 SANT(C1,J)=SANT1(I3)

```

```

2910 IF Y=1 THEN SANT2(C1,J)=SANT4(I3):SANT6(C1,J)=SANT5(I3)
2920 GOTO 2430
2930 FOR J5=1 TO K
2940 SANT2(C2,J5)=J5
2950 NEXT J5
2960 L=L+1:CT=0
2970 IF C=0 THEN GOTO 2990
2980 IF C>C2 THEN 60SUB 3940
2990 IF L=NS+1 THEN GOTO 3340
3000 IF NPIC(L)<>0 THEN GOTO 3030
3010 P5=P5+1
3020 AB1(P5)=C(L)
3030 C1=C(L)
3040 C=AR(C(L),1)
3050 H=4
3060 Y=1
3070 J5=1
3080 J6=1:IF Z(C,J5)=1 THEN GOTO 2450
3090 NLIN=3:K6=7:TRLIN=1
3100 CHAIN' TRANSM
3110 J4=1
3120 HP1(J4)=0:P.ACU(J4)=0:CDT.A(J4)=0:IF P(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 3160
3130 HI=CC(C,J5)-CT(0)
3140 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
3150 IF CDT.A(J4)>=8E+30 THEN GOTO 3210
3160 PRINT "HP1(J4)";HP1(J4):IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN 60SUB 4050:GOTO 3210
3170 P.ACU(J6)=P(C,J5)+P.ACU(J4)
3180 PRINT "C1,J4,P.ACU,CDT.A";C1;J4;P.ACU(J4);CDT.A(J4)
3190 CDT.A(J6)=CDT(C,J5)+CDT.A(J4)
3200 GOTO 3220
3210 P.ACU(J6)=0:CDT.A(J6)=9E+30
3220 T(J6)=P.ACU(J6)
3230 SANT1(J6)=J5
3240 SANT4(J6)=SANT2(C,J5)
3250 IF C=C2 THEN SANT5(J6)=POR(XW):GOTO 3270
3260 SANT5(J6)=SANT6(C,J5)
3270 J6=J6+1
3280 J4=J4+1:IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 3150
3290 IF SV<>0 THEN K6=7:TRLIN=5:CHAIN "TRANSM"
3300 K6=7
3310 IF C1=1 THEN GOTO 2240
3320 IF J5=1 THEN GOTO 2240
3330 GOTO 2370
3340 Y=2
3350 P6=2
3360 FOR J8=1 TO K
3370 P1(AB1(1),J8)=P(AB1(1),J8):CDT1(AB1(1),J8)=CDT(AB1(1),J8)
3380 P1.ACU(AB1(1),J8)=P(AB1(1),J8)
3390 CDT1.A(AB1(1),J8)=CDT(AB1(1),J8):Z1(AB1(1),J8)=Z(AB1(1),J8)
3400 NEXT J8
3410 C=AB1(P6-1)

```

```

3420 C1=AB1(P6)
3430 J5=1
3440 FOR J4=1 TO K:SANT8(J4)=SANT2(C1,J4):SANT9(J4)=SANT6(C1,J4):NEXT J4
3450 J6=1
3460 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 1260
3470 FOR J4=1 TO K
3480 IF Z1(C1,J4)=1 THEN GOTO 3620
3490 SANT6(AB1(P6-1),1)=0:SANT9(1)=0
3500 IF SANT2(AB1(P6-1),J5)<>SANT8(J4) THEN GOTO 3620
3510 IF SANT6(AB1(P6-1),J5)+SANT9(J4)>1 THEN GOTO 3620
3520 HP1(J6)=HP(C1,J4):QR2(J6)=QR(C1,J4):TT1(J6)=TT(C1,J4):TEAL1(J6)=TEAL(C1,J4)
3530 P1.ACUS(C1,J4)=P(C1,J4)
3540 COT1.A(C1,J4)=COT(C1,J4)
3550 P1.ACUS(C1,J6)=P1.ACUS(C1,J5)+P1.ACUS(C1,J4)-P(C2,SANT8(J4))
3560 T(J6)=P1.ACUS(C1,J6)
3570 COT1.A(C1,J6)=COT1.A(C1,J5)+COT1.A(C1,J4)-COT(C2,SANT8(J4))
3580 SANT1(J6)=J5
3590 SANT4(J6)=SANT8(J4)
3600 SANT5(J6)=SANT6(C,J5)+SANT9(J4)
3610 J6=J6+1
3620 NEXT J4
3630 NO(C1)=J6-1:T5=0
3640 IF NO(C1)=0 THEN GOTO 1260
3650 IF J5=1 THEN GOTO 1090
3660 IF P1=B THEN GOTO 1190
3670 GOTO 1090
3680 P6=P6+1:P1=0:IF P6<=P5 THEN GOTO 3410
3690 GOTO 3760
3700 L=L+1:CT=0:IF C<>0 THEN GOSUB 3940
3710 IF L<=NS THEN GOTO 400
3720 GOTO 3790
3730 IF P5=0 THEN GOTO 3790
3740 T=1
3750 ST=0
3760 FOR PR=1 TO P5
3770 AB2(PR)=AB1(PR)
3780 NEXT PR
3790 CHAIN"IMPRES"
3800 MAY=T(1)
3810 FOR T1=1 TO NO(C1)
3820 IF MAY>=T(T1) THEN GOTO 3840
3830 MAY=T(T1)
3840 NEXT T1
3850 DE=(MAY+SUP)/KI
3860 FOR IJ=1 TO K
3870 SUP(IJ)=DE*(IJ-1)
3880 NEXT IJ
3890 RETURN
3900 FOR US=1 TO NO(C1)
3910 KILL"B:"+"A"+A$(C1)+STR$(US)
3920 NEXT US

```

```

3930 RETURN
3940 FOR US=1 TO K:IF Z(C,US)=1 THEN GOTO 3960
3950 KILL"B:"+A$(C)+STR$(US)
3960 NEXT US
3970 RETURN
3980 FOR U=1 TO NQ(C(L))-1
3990 FOR US=1 TO K
4000 IF Z1(U,US)<>1 THEN KILL"B:"+A$(AR(C(L),U))+STR$(US)+"ALIVA"
4010 IF Z(U,US)<>1 THEN KILL"B:"+A$(AR(C(L),U))+STR$(US)
4020 NEXT US
4030 NEXT U
4040 RETURN
4050 IF CT=1 THEN GOTO 4120
4060 CT=1:IS=IS+6:IF IS>50 THEN LPRINT CHR$(12):LPRINT CHR$(18):LPRINT:LPRINT" PROYECTO: ";Y$ :IS=50-(IS+2):LPRINT
CHR$(15)
4070 LPRINT :LPRINT :LPRINT"                                     PARA EL SITIO  ";AS$(C1)
4080 LPRINT :LPRINT
4090 LPRINT"          COTA N.A.M.      COTA CENTRAL      POTENCIA      COSTO "
4100 LPRINT"          EN SITIO      AGUAS-ARRIBA"
4110 LPRINT"          (m.s.n.m.)    (m.s.n.m.)    (KW)      (Bs*10^6)"
4120 LPRINT:IS=IS+2:IF IS>50 THEN LPRINT CHR$(12):LPRINT CHR$(18):LPRINT :LPRINT" PROYECTO: ";Y$:IS=50-IS:LPRINT :LP
RINT :LPRINT:LPRINT CHR$(15)
4130 IF CM=3 THEN GOTO 4150
4140 LPRINT USING"      ####.##      ####.##      #####,.##      #####,.##";HP1(J
4)+CT(0)+AAL1(J4),CC(C,J5),P.ACU(J4),COT.A(J4)/10^6:GOTO 4160
4150 LPRINT USING"      ####.##      ####.##      #####,.##      #####,.##";HP1(J
4)+CT(0)+AAL1(J4),CC4(C,J5),P.ACU(J4),COT.A(J4)/10^6
4160 RETURN
4170 FOR US=1 TO K
4180 IF Z1(C,US)=1 THEN GOTO 4200
4190 KILL"B:"+A$(C)+STR$(US)+"ALIVA"
4200 NEXT US
4210 RETURN
4220 MAY=P.ACU(I3)
4230 IF MAY<P(C1,J) THEN GOTO 2430
4240 GOTO 2670
4250 MAY=P1.ACU(C1,I3)
4260 IF MAY<P1(C1,J) THEN GOTO 1240
4270 GOTO 1710
4280 END

```

PROGRAMA

```

10 DIM SANT8(10),SANT9(10)
20 DIM AB(10,10),AB1(10),AB2(10),ALT(36),AR(10,10),AR1(10),A$(10),AS$(10),B$(10),C(10),CBM(150),CC(10,10),CC1(150),CC4(1
0,10),CCE(10),CCE1(150),CCI(10),CLM(10),CDT(10,10),CDT1(10,10),CDT2(150),CDT.A(150),CDT1.A(10,10),CDT1(10),CP(150),CT(36
),CU(10,10)
30 DIM CU1(10,10),CUI(10),D(240),DER(10),HP(10,10),HP1(150),HP4(10,10),HPI(10),IT$(3),NO(10),NP(10),NQ(10),O(240),P(10,1
0),P1(10,10),P2(150),P.ACU(150),P1.ACU(10,10),PDR(10),Q(20,12),Q1(20,12),Q2(20,12),Q4(20,12),QDIS(150),QR(10,10),QR2(150
),QR4(10,10)
40 DIM RL(10),SANT(10,10),SANT1(150),SANT2(10,10),SANT3(10,10),SANT4(150),SANT5(150),SANT6(10,10),SANTI(10),SUP(10),T(15
0),TEAL(10,10),TEAL1(150),TEAL4(10,10),TEAL1(10),TT(10,10),TT1(150),TT4(10,10),TTI(10),V(10),V1(36),XI(30),YI(30),Z(10,1
0),Z1(10,10)
50 DIM AAL(10,10),AAL1(150),QMAX(150),AL(10)
60 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
CI(),CGC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CUI(),D(),DER(),DHP,DRR,DZ,
H,HMAX,HP1()
70 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$( ),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,NO(),NP(),NQ(),N
QR,NS,NU,O(),P1,P5,P6,P(),P1(),P2(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,PDR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QPICO,QR,QR(),QR1,Q
R2,QR2()
80 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),AS$()
90 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QMAX(),MAXI
100 ON NLIN GOTO 1260,1650,2530
110 OPEN "TOP" FOR INPUT AS #1
120 INPUT #1,NS,Y$
130 FOR LS=1 TO NS
140 INPUT #1,A$(LS):INPUT #1,NQ(LS),NP(LS),C(LS),DER(LS),AS$(LS)
150 FOR J=1 TO NQ(LS)
160 INPUT #1,AR(LS,J)
170 NEXT J
180 FOR J1=1 TO NP(LS)
190 INPUT #1,AB(LS,J1)
200 NEXT J1
210 NEXT LS
220 INPUT #1,MAXI
230 CLOSE #1
240 Y=0
250 LPRINT :LPRINT "PROYECTO: ";Y$
260 H=0
270 LPRINT :LPRINT :LPRINT:LPRINT
280 LPRINT "          REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS "
290 LPRINT :LPRINT "          POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA"
300 WIDTH "LPT1:",132
310 LPRINT CHR$(15)
320 LPRINT :LPRINT
330 LPRINT"      Las potencias no son consideradas debido a que la cota del nivel de aguas máximos (N.A.M.) en el sitio e
n estudio, es "
340 LPRINT
350 LPRINT"      mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.(Se toman en cuenta como caudales de entrada a
cada sitio "

```

```

360 LPRINT :LPRINT"      los de la cuenca)."
370 LPRINT:IS=11
380 L=1
390 IF L<>1 THEN GOTO 450
400 C=0:C1=C(L)
410 IF NP(C(L))<=1 THEN GOTO 1610
420 C2=C(L)
430 H=2
440 GOTO 1610
450 RT=15
460 IF NQ(C(L))<>0 THEN GOTO 490
470 C=0:C1=C(L)
480 GOTO 540
490 IF NQ(C(L))<>1 THEN GOTO 530
500 C=AR(C(L),1)
510 C1=C(L)
520 GOTO 540
530 RT=1
540 IF NP(C(L))>1 THEN GOTO 560
550 GOTO 580
560 C2=C(L)
570 H=2
580 IF RT<>1 THEN GOTO 1610
590 C1=0
600 U=1
610 C=C1
620 C1=AR(C(L),U)
630 IF U<>1 THEN GOTO 680
640 FOR I=1 TO K
650 P1(C1,I)=P(C1,I):COT1(C1,I)=COT(C1,I):QR4(C1,I)=QR(C1,I):HP4(C1,I)=HP(C1,I):CC4(C1,I)=CC(C1,I):TEAL4(C1,I)=TEAL(C1,I)
):TT4(C1,I)=TT(C1,I):Z1(C1,I)=Z(C1,I)
660 NEXT I
670 GOTO 1210
680 H=1
690 J5=1
700 IF C=0 THEN J5=K
710 J6=1
720 J4=1
730 P1.ACU(C1,J4)=P(C1,J4)
740 COT1.A(C1,J4)=COT(C1,J4)
750 IF Z(C1,J4)=1 THEN GOTO 890
760 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 1090
770 IF P1(C,J5)=0 THEN GOTO 800
780 IF P1.ACU(C1,J4)=0 THEN CCE1(J4)=CC4(C,J5):GOTO 810
790 IF CC4(C,J5)<=CC(C1,J4) THEN CCE1(J4)=CC4(C,J5):GOTO 810
800 CCE1(J4)=CC(C1,J4)
810 P1.ACU(C1,J6)=P1(C,J5)+P1.ACU(C1,J4)
820 COT1.A(C1,J6)=COT1(C,J5)+COT1.A(C1,J4)
830 QR2(J6)=QR(C1,J4)
840 HP1(J6)=HP(C1,J4)
850 TEAL1(J6)=TEAL(C1,J4):TT1(J6)=TT(C1,J4)
860 SANTI(J6)=J5

```

```

870 T(J6)=P1.ACU(C1,J6)
880 J6=J6+1
890 J4=J4+1:IF J4<=K THEN GOTO 730
900 NO(C1)=J6-1
910 T5=4:IF C=0 THEN GOTO 930
920 IF J5<>1 THEN GOTO 1030
930 FOR J=1 TO K
940 V(J)=0
950 NEXT J
960 P1=8
970 FOR I1=K TO 1 STEP-1
980 IF P1(C,I1)<>0 THEN SUP=P1(C,I1):GOTO 1020
990 NEXT I1
1000 SUP=0
1010 P1=8
1020 GOSUB 3170
1030 I3=1
1040 J=1
1050 IF P1.ACU(C1,I3)<=SUP(J) THEN GOTO 1440
1060 J=J+1:IF J<=K THEN GOTO 1050
1070 SUP(J-1)=P1.ACU(C1,I3):J=J-1:GOTO 1440
1080 I3=I3+1:IF I3<=NO(C1) THEN GOTO 1040
1090 J5=J5+1:IF J5>K THEN GOTO 1120
1100 IF Y=2 THEN GOTO 2820
1110 GOTO 710
1120 FOR J9=1 TO K
1130 IF V(J9)<>0 THEN GOTO 1160
1140 CDT1(C1,J9)=9E+30
1150 P1(C1,J9)=0:Z1(C1,J9)=1
1160 NEXT J9
1170 FOR U1=1 TO K
1180 PRINT "C1,U1,P1,CDT1,SANT3";C1;U1;P1(C1,U1);CDT1(C1,U1);SANT3(C1,U1)
1190 NEXT U1
1200 IF Y=2 THEN GOTO 3050
1210 U=U+1:IF UK=NO(C(L))THEN GOTO 610
1220 CM=3:CT=0
1230 C=C1:C1=C(L)
1240 J5=1
1250 NLIN=1:TRLIN=1:CHAIN "TRANSITO"
1260 J6=1:IF P1(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 1290
1270 HI=CC4(C,J5)-CT(0)
1280 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
1290 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 2080
1300 J4=1
1310 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 2080
1320 IF CDT2(J4)>=8.8E+30 THEN GOTO 1370
1330 IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN GOSUB 3270:GOTO 1370
1340 P.ACU(J6)=P1(C,J5)+P2(J4)
1350 COT.A(J6)=CDT1(C,J5)+CDT2(J4):IF P2(J4)=0 THEN CCE1(J4)=CC(C,J5)
1360 GOTO 1380
1370 P.ACU(J6)=0:CDT.A(J6)=9E+30

```

```

1380 SANT1(J6)=J5
1390 T(J6)=P.ACU(J6)
1400 J6=J6+1
1410 J4=J4+1:IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 1310
1420 IF J5>I THEN GOTO 2010
1430 GOTO 1880
1440 IF V(J)<>1 THEN GOTO 1490
1450 IF MAXI=1 THEN GOTO 3510
1460 IF P1.ACU(C1,I3)=0 THEN CU1=0:GOTO 1480
1470 CU1=COT1.A(C1,I3)/P1.ACU(C1,I3)
1480 IF CU1>=CU1(C1,J) THEN GOTO 1080
1490 P1(C1,J)=P1.ACU(C1,I3)
1500 COT1(C1,J)=COT1.A(C1,I3)
1510 QR4(C1,J)=QR2(I3)
1520 TEAL4(C1,J)=TEAL1(I3):TT4(C1,J)=TT1(I3)
1530 HP4(C1,J)=HP1(I3):CC4(C1,J)=CCE1(I3)
1540 IF P1(C1,J)=0 THEN CU1(C1,J)=0:GOTO 1560
1550 CU1(C1,J)=COT1(C1,J)/P1(C1,J)
1560 SANT2(C1,J)=SANT4(I3)
1570 V(J)=1
1580 IF L=1 THEN GOTO 1080
1590 SANT3(C1,J)=SANT1(I3)
1600 GOTO 1080
1610 J5=1
1620 IF C<>0 THEN GOTO 1640
1630 J5=K
1640 NLIN=2:TRLIN=1:CHAIN"TRANSITO"
1650 J6=1:IF P(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 1680
1660 HI=CC(C,J5)-CT(0)
1670 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
1680 IF Z(C,J5)=1 THEN GOTO 2080
1690 J4=1
1700 IF COT2(J4)>=9E+30 THEN GOTO 1790
1710 IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN GOSUB 3270:GOTO 1790
1720 P.ACU(J6)=P(C,J5)+P2(J4)
1730 COT.A(J6)=COT(C,J5)+COT2(J4)
1740 IF P2(J4)=0 THEN CCE1(J4)=CC(C,J5)
1750 IF P.ACU(J6)=0 THEN CUAC=0:GOTO 1770
1760 CUAC=COT.A(J6)/P.ACU(J6)
1770 SANT1(J6)=J5
1780 GOTO 1800
1790 P.ACU(J6)=0:COT.A(J6)=9E+30
1800 T(J6)=P.ACU(J6)
1810 J6=J6+1
1820 J4=J4+1
1830 IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 1700
1840 K6=7
1850 IF C=0 THEN GOTO 1880
1860 IF J5=1 THEN GOTO 1880
1870 GOTO 2010
1880 FOR J=1 TO K

```

```

1890 V(J)=0
1900 NEXT J
1910 IF CM<>3 THEN GOTO 1960
1920 FOR II=K TO 1 STEP-1
1930 IF P1(C,II)<>0 THEN SUP=P1(C,II):GOTO 2000
1940 NEXT II
1950 SUP=0:GOTO 2000
1960 FOR II=K TO 1 STEP-1
1970 IF P(C,II)<>0 THEN SUP=P(C,II):GOTO 2000
1980 NEXT II
1990 SUP=0
2000 GOSUB 3170
2010 I3=1
2020 IF COT.A(I3)>=9E+30 THEN GOTO 2070
2030 FOR J=1 TO K
2040 IF P.ACU(I3)<=SUP(J) THEN GOTO 2220
2050 NEXT J
2060 SUP(J-1)=P.ACU(I3);J=J-1:GOTO 2220
2070 I3=I3+1:IF I3<=NO(C1) THEN GOTO 2020
2080 JS=JS+1:IF JS>K THEN GOTO 2120
2090 IF CM=3 THEN GOTO 1260
2100 IF Y=1 THEN GOTO 2530
2110 GOTO 1650
2120 FOR J9=1 TO K
2130 IF V(J9)<>0 THEN Z(C1,J9)=0:GOTO 2150
2140 COT(C1,J9)=9E+30:P(C1,J9)=0:Z(C1,J9)=1
2150 NEXT J9
2160 FOR U1=1 TO K
2170 PRINT "C1,U1,P,COT,SANT";C1;U1;P(C1,U1);COT(C1,U1);SANT(C1,U1)
2180 NEXT U1
2190 IF H=2 THEN P5=0:GOTO 2390
2200 IF Y=1 THEN GOTO 2420
2210 GOTO 3070
2220 IF V(J)<>1 THEN GOTO 2270
2230 IF MAXI=1 THEN GOTO 3480
2240 IF P.ACU(I3)=0 THEN CU=0:GOTO 2260
2250 CU=COT.A(I3)/P.ACU(I3)
2260 IF CU>=CU(C1,J) THEN GOTO 2070
2270 COT(C1,J)=COT.A(I3)
2280 P(C1,J)=P.ACU(I3)
2290 BR(C1,J)=BR2(I3)
2300 HP(C1,J)=HP1(I3):CC(C1,J)=CCE1(I3)
2310 TEAL(C1,J)=TEAL1(I3):TT(C1,J)=TT1(I3):AAL(C1,J)=AAL1(I3)
2320 IF P(C1,J)=0 THEN CU(C1,J)=0:GOTO 2340
2330 CU(C1,J)=COT(C1,J)/P(C1,J)
2340 V(J)=1
2350 IF L=1 THEN GOTO 2070
2360 SANT(C1,J)=SANT1(I3)
2370 IF Y=1 THEN SANT2(C1,J)=SANT4(I3)
2380 GOTO 2070
2390 FOR JS=1 TO K

```

```

2400 SANT2(C2,J5)=J5
2410 NEXT J5
2420 L=L+1:CT=0
2430 IF L=NS+1 THEN GOTO 2710
2440 IF NP(C(L))<>0 THEN GOTO 2470
2450 P5=P5+1
2460 AB1(P5)=C(L)
2470 C1=C(L)
2480 C=AR(C(L),1)
2490 H=4
2500 Y=1
2510 J5=1
2520 NLIN=3:TRLIN=1:CHAIN "TRANSITO"
2530 J6=1:IF Z(C,J5)=1 THEN GOTO 2080
2540 IF P(C,J5)=0 THEN HI=HMAX:GOTO 2570
2550 HI=CC(C,J5)-CT(0)
2560 IF HMAX<=HI THEN HI=HMAX
2570 J4=1
2580 IF COT2(J4)>=8.9E+30 THEN GOTO 2640
2590 IF HP1(J4)>HI-BL-AAL1(J4) THEN 60SUB 3270:GOTO 2640
2600 P.ACU(J6)=P(C,J5)+P2(J4):IF P2(J4)=0 THEN CCE1(J4)=CC(C,J5)
2610 COT.A(J6)=COT(C,J5)+COT2(J4)
2620 SANT1(J6)=J5
2630 SANT4(J6)=SANT2(C,J5):GOTO 2650
2640 P.ACU(J6)=0:COT.A(J6)=9E+30
2650 T(J6)=P.ACU(J6)
2660 J6=J6+1
2670 J4=J4+1:IF J4<=NO(C1) THEN GOTO 2580
2680 IF CI=1 THEN GOTO 1880
2690 IF J5=1 THEN GOTO 1880
2700 GOTO 2010
2710 Y=2
2720 P6=2
2730 FOR J8=1 TO K
2740 P1(AB1(1),J8)=P(AB1(1),J8):COT1(AB1(1),J8)=COT(AB1(1),J8)
2750 P1.ACU(AB1(1),J8)=P(AB1(1),J8)
2760 COT1.A(AB1(1),J8)=COT(AB1(1),J8):Z1(AB1(1),J8)=Z(AB1(1),J8)
2770 NEXT J8
2780 C=AB1(P6-1)
2790 C1=AB1(P6)
2800 FOR J4=1 TO K:SANTB(J4)=SANT2(C1,J4):NEXT J4
2810 J5=1
2820 J6=1
2830 IF Z1(C,J5)=1 THEN GOTO 1090
2840 FOR J4=1 TO K
2850 IF Z1(C1,J4)=1 THEN GOTO 2980
2860 IF SANT2(AB1(P6-1),J5)<>SANTB(J4)THEN GOTO 2980
2870 HP1(J6)=HP(C1,J4)
2880 QR2(J6)=QR(C1,J4)
2890 TEAL1(J6)=TEAL(C1,J4):TT1(J6)=TT(C1,J4)
2900 P1.ACU(C1,J4)=P(C1,J4)

```

```

2910 COT1.A(C1,J4)=COT(C1,J4)
2920 P1.ACU(C1,J6)=P1.ACU(C,J5)+P1.ACU(C1,J4)-P(C2,SANT8(J4))
2930 T(J6)=P1.ACU(C1,J6)
2940 COT1.A(C1,J6)=COT1.A(C,J5)+COT1.A(C1,J4)-COT(C2,SANT8(J4))
2950 SANT1(J6)=J5
2960 SANT4(J6)=SANT8(J4)
2970 J6=J6+1
2980 NEXT J4
2990 NO(C1)=J6-1
3000 T5=0
3010 IF NO(C1)=0 THEN GOTO 1090
3020 IF J5=1 THEN GOTO 920
3030 IF P1=8 THEN GOTO 1030
3040 GOTO 920
3050 P6=P6+1:P1=0:IF P6<=P5 THEN GOTO 2780
3060 GOTO 3130
3070 L=L+1:CT=0
3080 IF L<=NS THEN GOTO 390
3090 GOTO 3160
3100 IF P5=0 THEN GOTO 3160
3110 T=1
3120 ST=0
3130 FOR PR=1 TO P5
3140 AB2(PR)=AB1(PR)
3150 NEXT PR
3160 CHAIN "IMPRES2"
3170 MAY=T(1)
3180 FOR T1=1 TO NO(C1)
3190 IF MAY>=T(T1) THEN GOTO 3210
3200 MAY=T(T1)
3210 NEXT T1
3220 DE=(MAY+SUP)/KI
3230 FOR IJ=1 TO K
3240 SUP(IJ)=DE*(IJ-1)
3250 NEXT IJ
3260 RETURN
3270 IF CT=1 THEN GOTO 3340
3280 CT=1:IS=IS+6:IF IS+2>50 THEN LPRINT CHR$(12):LPRINT CHR$(18):IS=50-(IS+2):LPRINT :LPRINT "PROYECTO: ";Y$:LPRINT CHR$(15)
3290 LPRINT :LPRINT :LPRINT "                                     PARA EL SITIO   ";AS$(C1)
3300 LPRINT :LPRINT
3310 LPRINT "                               COTA N.A.M.      COTA CENTRAL      POTENCIA      COSTO "
3320 LPRINT "                           EN SITIO      AGUAS-ARRIBA"
3330 LPRINT "                           (m.s.n.m.)     (m.s.n.m.)      (kW)      (Bs*10^6)"
3340 IF CM=3 THEN GOTO 3410
3350 FOR I=J5-1 TO 1 STEP-1
3360 IF Z(C,I)=1 THEN GOTO 3380
3370 IF CC(C,J5)=CC(C,I) THEN GOTO 3470
3380 NEXT I
3390 IS=IS+2:IF IS>50 THEN LPRINT CHR$(12):LPRINT CHR$(18):IS=50-IS:LPRINT :LPRINT "PROYECTO: ";Y$:LPRINT :LPRINT :LPRINT
:CHR$(15)
3400 LPRINT :LPRINT USING"
";HP1(J4)+CT(0)+AAL1(J4),CC(C,J5),P2(J4),COT2(J4)/10^6:GOTO 3470
3410 FOR I=J5-1 TO 1 STEP-1

```

3420 IF Z1(C,I)=1 THEN GOTO 3440
3430 IF CC4(C,J5)=CC4(C,I) THEN GOTO 3460
3440 NEXT I
3450 IS=IS+2:IF IS>50 THEN LPRINT CHR\$(12):LPRINT CHR\$(18):IS=50-IS:LPRINT :LPRINT "PROYECTO:";Y\$:LPRINT :LPRINT :LPRINT CHR\$(15)
3460 LPRINT :LPRINT USING" ######.## #####.## #####,## #####,##
" ;HP1(J4)+CT(0)+AAL1(J4),CC4(C,J5),P2(J4),COT2(J4)/10^6
3470 RETURN
3480 MAY=P.ACU(I3)
3490 IF MAY<P(C1,J) THEN GOTO 2070
3500 GOTO 2270
3510 MAY=P1.ACU(C1,I3)
3520 IF MAY<P1(C1,J) THEN GOTO 1080
3530 GOTO 1490
3540 END

IV.2. LISTADO DE SUB-PROGRAMAS.

TRANSM

```

10 DIM A(20)
20 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
CI(),CGC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CU1(),D(),DER(),DHP,DQR,DZ,
H,HMAX,HP1()
30 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$(),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,NO(),NP(),NQ(),
N
BR,NS,NU,O(),P1,P5,P6,P(),P1(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,POR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QPICO,QR,QR(),QR1,QR2,QR
2(),AS$())
40 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XM,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),MAXI
50 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QL(),QL1(),QMAX(),CT1,LTR1
60 ON TRLIN GOTO 70,1530,690,1930,940,530,2990,850,2920,3040,2570,3100,860
70 POR(1)=1:POR(2)=.5:POR(3)=0:POR(4)=.25:XW=1:SV=0:DZ=1
80 IF C=0 THEN SITIO$=A$(C1)+"HIDR":P1=0:GOSUB 980:GOTO 100
90 P1=1:SITIO$=A$(C1)+"HIDR":GOSUB 980:GOTO 150
100 IF LC>1 THEN GOTO 160
110 OPEN "ANOS" FOR INPUT AS #1
120 INPUT #1,B1,B2,KI
130 CLOSE #1
140 K=KI+1:GOTO 160
150 IF J5>1 THEN GOTO 330
160 IF C=0 THEN J5=K
170 SITIO$=A$(C1)+"CAP"
180 OPEN SITIO$ FOR INPUT AS #1
190 INPUT #1,NU
200 FOR W=0 TO NU-1
210 INPUT #1,V1(W),CT(W),ALT(W)
220 NEXT W
230 CLOSE #1
240 IF NP(C1)>1 THEN CT1=CT(0)
250 SITIO$=A$(C1)+"DAT"
260 OPEN SITIO$ FOR INPUT AS #1
270 INPUT #1,QPICO,TBASE
280 INPUT #1,HMAX,DHP,VMIN,NQR,BL,AL(C1),S,NAC
290 FOR I=1 TO NAC
300 INPUT #1,CCE(I)
310 NEXT I
320 CLOSE #1
330 NI=1
340 QM=0
350 IF C1=1 THEN GOTO 410
360 REM FOR I=B1 TO B2
370 REM FOR J=1 TO 12
380 REM LPRINT "Q4(";I;",";J;")= ";Q4(I,J)
390 REM NEXT J
400 REM NEXT I
410 FOR I=B1 TO B2

```

```

420 FOR J=1 TO 12
430 QM=QM+Q4(I,J)
440 NEXT J
450 NEXT I
460 QR2=QM/(12*(B2-B1+1))
470 QR1=QR2/NQR
480 DQR=QR1
490 N=1
500 QR=QR1+(N-1)*DQR
510 IF QR>QR2 THEN QR=QR2
520 TRLIN=6:CHAIN"CAPAC
530 GOTO 2810
540 D(0)=MAYOR
550 FOR I=B1 TO B2
560 FOR J=1 TO 12
570 KX=(I-B1)*12+J
580 D(KX)=D(KX-1)+(Q4(I,J)-QR)
590 IF D(KX)>D(0) THEN D(KX)=D(KX)-D(0):D(KX)=D(0):GOTO 620
600 IF D(KX)<VMIN THEN D(KX)=VMIN
610 D(KX)=0
620 Q1(I,J)=QR+D(KX)
630 NEXT J
640 NEXT I
650 IF NP(C1)=0 THEN GOTO 820
660 FOR I=NI+XW TO NI+XW+NAC-1
670 U$=A$(C1)
680 X$="A"+U$+STR$(I)
690 OPEN "B:"+X$ FOR OUTPUT AS #1
700 FOR O=B1 TO B2
710 FOR P=1 TO 12
720 PRINT #1,Q1(O,P)
730 NEXT P
740 NEXT O
750 PRINT #1,NIT
760 FOR IDJ=1 TO NIT
770 PRINT #1,QL(IDJ)
780 NEXT IDJ
790 CLOSE #1
800 IF K6=15 THEN NLIN=4:CHAIN"PRO67
810 NEXT I
820 TEAL=TEAL1(150):GOSUB 2360:IF S=1 THEN GOTO 880
830 IF PH=10 THEN PH=1:GOTO 880
840 HP1=HP1+DHP:HPT=HP1:TRLIN=8:CHAIN "ANCHO
850 IF HP1+BL+AAL>HMAX THEN HP1=HMAX-(BL+AAL):HPT=HP1:PH=10:TRLIN=13:CHAIN"ANCHO
860 GOSUB 2740:IF MAYOR<=VMIN THEN GOTO 840
870 NI=NI+1:HP1(NI+XW)=HP1:CP(NI+XW)=HP1+CT(0):GOTO 540
880 N=N+1
890 IF NK=NQR THEN NI=NI+1:GOTO 500
900 IF NP(C1)<>0 THEN GOTO 2560
910 GOSUB 2650:IF SV=0 THEN GOTO 960
920 NLIN=6:IF XW=1 THEN J4=1

```

```
930 GOTO 960
940 XW=XW+1:IF XW>4 THEN SV=0:NLIN=5:CHAIN "PROG7"
950 P1=1:SITIO$=A$(C1)+"HIDR":NI=NI+1:DZ=NI:GOSUB 980:GOTO 340
960 NO(C1)=NI+XW
970 COSLIN=6:CHAIN"CALCCOST"
980 OPEN SITIO$ FOR INPUT AS #1
990 INPUT #1,NANOS
1000 FOR I=1 TO NANOS
1010 INPUT #1,A(I)
1020 FOR J=1 TO 12
1030 INPUT #1,Q(I,J)
1040 NEXT J
1050 NEXT I
1060 CLOSE #1
1070 IF C<>0 THEN GOTO 1130
1080 FOR I=1 TO NANOS
1090 FOR J=1 TO 12
1100 Q4(I,J)=Q(I,J)
1110 NEXT J
1120 NEXT I
1130 IF P1=0 THEN GOTO 2350
1140 IF P1=6 THEN GOTO 2680
1150 IF P1=5 THEN GOTO 2680
1160 IF AR(C1,1)=C2 THEN P1=5:SV=10
1170 IF NO(C1)>1 THEN GOTO 2100
1180 U$=A$(AR(C1,1))
1190 X$=U$+STR$(J5)
1200 IF Z(C,J5)=1 THEN MLIN=1:CHAIN"PROG7"
1210 OPEN "B:"+X$ FOR INPUT AS #1
1220 FOR D=B1 TO B2
1230 FOR P=1 TO 12
1240 INPUT #1,Q1(D,P)
1250 NEXT P
1260 NEXT D
1270 INPUT #1,NIT
1280 FOR I=1 TO NIT
1290 INPUT #1,QL1(I)
1300 NEXT I
1310 CLOSE #1
1320 IF P1=5 THEN GOTO 1420
1330 P1=6
1340 FOR I=B1 TO B2
1350 FOR J=1 TO 12
1360 Q4(I,J)=Q(I,J)+Q1(I,J)
1370 NEXT J
1380 NEXT I
1390 M$=A$(C)
1400 GOSUB 2670
1410 GOTO 2350
1420 QDIS=0
1430 FOR I=B1 TO B2
```

```
1440 FOR J=1 TO 12
1450 Q4(I,J)=Q(I,J)+PDR(XW)*Q1(I,J)
1460 IF QDIS<=(Q1(I,J)*PDR(XW)) THEN QDIS=Q1(I,J)*PDR(XW)
1470 NEXT J
1480 NEXT I
1490 IF DER(C1)=1 THEN GOTO 2350
1500 M$=A$(C)
1510 GOSUB 2670
1520 GOTO 2350
1530 IF C<>0 THEN GOTO 1590
1540 FOR I=B1 TO B2
1550 FOR J=1 TO 12
1560 Q2(I,J)=0
1570 NEXT J
1580 NEXT I
1590 U$=A$(C1)
1600 X$=U$+STR$(J4)
1610 OPEN "B:"+X$ FOR INPUT AS #1
1620 FOR D=B1 TO B2
1630 FOR P=1 TO 12
1640 INPUT #1,Q1(D,P)
1650 NEXT P
1660 NEXT D
1670 INPUT #1,NIT
1680 FOR I=1 TO NIT
1690 INPUT #1,QL1(I)
1700 NEXT I
1710 CLOSE #1
1720 IF U=1 THEN GOTO 1750
1730 CM=2
1740 GOSUB 2100
1750 FOR I=B1 TO B2
1760 FOR J=1 TO 12
1770 Q2(I,J)=Q2(I,J)+Q1(I,J)
1780 NEXT J
1790 NEXT I
1800 MA1=QL(1):MA2=QL1(1)
1810 FOR I=2 TO NIT
1820 IF MA1>QL(I) THEN GOTO 1840
1830 MA1=QL(I)
1840 NEXT I
1850 FOR I=2 TO NIT
1860 IF MA2>QL1(I) THEN GOTO 1880
1870 MA2=QL1(I)
1880 NEXT I
1890 IF MA1>MA2 THEN GOTO 1910
1900 FOR I=1 TO NIT:QL(I)=QL1(I):NEXT I
1910 U$=A$(C1)
1920 P$="A"+U$+STR$(J6)
1930 OPEN "B:"+P$ FOR OUTPUT AS #1
1940 FOR D=B1 TO B2
```

```

1950 FOR P=1 TO 12
1960 PRINT #1,Q2(0,P)
1970 NEXT P
1980 NEXT 0
1990 PRINT #1,NIT
2000 FOR I=1 TO NIT
2010 PRINT #1,QL(I)
2020 NEXT I
2030 CLOSE #1
2040 IF K6=25 THEN NLIN=7:CHAIN"PROG7"
2050 IF K6=8 THEN NLIN=9:CHAIN"PROG7"
2060 NLIN=8:CHAIN"PROG7"
2070 SITID$=A$(C1)+"HIDR"
2080 P1=2
2090 GOTO 980
2100 X$=A$(C)+STR$(J5)
2110 P$=X$+"ALIVA"
2120 OPEN "B:"+P$ FOR INPUT AS #1
2130 FOR 0=B1 TO B2
2140 FOR P=1 TO 12
2150 INPUT #1,Q2(0,P)
2160 NEXT P
2170 NEXT 0
2180 INPUT #1,NIT
2190 FOR I=1 TO NIT
2200 INPUT #1,QL(I)
2210 NEXT I
2220 CLOSE #1
2230 IF CM=2 THEN RETURN
2240 FOR I=B1 TO B2
2250 FOR J=1 TO 12
2260 Q4(I,J)=Q(I,J)+Q2(I,J)
2270 NEXT J
2280 NEXT I
2290 FOR I=1 TO NIT:QL1(I)=QL(I):NEXT I
2300 TX=1
2310 M$=A$(AR(C1,TX))
2320 P1=5:GOSUB 2670
2330 TX=TX+1
2340 IF TX<=NQ(C1) THEN GOTO 2310
2350 RETURN
2360 FOR I=1 TO NAC
2370 K1=0:DELPH=0:D(R2(NI+XW))=QR:HP1(NI+XW)=HP1:CP(NI+XW)=HP1+CT(0):CC1(NI+XW)=I:CCE1(NI+XW)=CCE(I):CBM=CP(NI+XW)-CCE(I):A
AL1(NI+XW)=AAL:TEAL1(NI+XW)=TEAL
2380 QDIS(NI+XW)=QDIS:QMAX(NI+XW)=QMAX
2390 FOR K1=1 TO (B2-B1+1)*12
2400 FOR W=0 TO NU-1
2410 IF D(K1)<V1(W) THEN GOTO 2430
2420 GOTO 2460
2430 CP=(CT(W)-CT(W-1))*(D(K1)-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1)
2440 HP=CP-CT(0):CBM=CP-CCE(I)
2450 GOTO 2480

```

```

2460 NEXT W
2470 CP=(CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1):HP=CP-CT(0):CBM=CP-CCE(I)
2480 POT=QR*CBM*8*10^6/(86400!*30)
2490 DELP=DELP+POT
2500 NEXT K1
2510 P.ACU(NI+XW)=DELP/((B2-B1+1)*12):CBM(NI+XW)=CP(NI+XW)-CCE(I)
2520 NI=NI+1
2530 NEXT I
2540 NI=NI-1
2550 RETURN
2560 HPT=0:TRLIN=11:CHAIN"ANCHO"
2570 X$="A"+U$+STR$(DZ+XW-1)
2580 OPEN "B;"+X$ FOR OUTPUT AS #1
2590 FOR O=B1 TO B2
2600 FOR P=1 TO 12:Q1(O,P)=Q4(O,P):PRINT #1,Q1(O,P):NEXT P
2610 NEXT O
2620 PRINT #1,NIT
2630 FOR I=1 TO NIT:PRINT #1,QL(I):NEXT I
2640 CLOSE #1:GOTO 910
2650 HP1(DZ+XW-1)=0:QR2(DZ+XW-1)=0:CP(DZ+XW-1)=0:COT.A(DZ+XW-1)=0:P.ACU(DZ+XW-1)=0:CCE1(DZ+XW-1)=CC(C,J5):AAL1(DZ+XW-1)=0
2660 RETURN
2670 SITIO$=M$+"HIDR":GOTO 980
2680 FOR I=B1 TO B2
2690 FOR J=1 TO 12
2700 Q4(I,J)=Q4(I,J)-POR(XW)*Q(I,J)
2710 NEXT J
2720 NEXT I
2730 RETURN
2740 FOR W=0 TO NU-1
2750 IF HP1>ALT(W) THEN GOTO 2780
2760 MAYOR=(V1(W)-V1(W-1))*(HP1-ALT(W-1))/(ALT(W)-ALT(W-1))+V1(W-1):GOTO 2800
2770 PRINT MAYOR
2780 NEXT W
2790 MAYOR=(HP1-ALT(NU-1))*(V1(NU-1)-V1(NU-2))/(ALT(NU-1)-ALT(NU-2))+ALT(NU-1)
2800 RETURN
2810 IF MAYOR<=VMIN THEN GOTO 2900
2820 FOR W=0 TO NU-1
2830 IF MAYOR<V1(W) THEN GOTO 2850
2840 GOTO 2880
2850 CP(NI+XW)=(CT(W)-CT(W-1))*(MAYOR-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1)
2860 HP1(NI+XW)=CP(NI+XW)-CT(0)
2870 GOTO 2910
2880 NEXT W
2890 CP(NI+XW)=(CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1):HP1(NI+XW)=CP(NI+XW)-CT(0):GOTO 2910
2900 HP1(NI+XW)=0:CP(NI+XW)=CT(0):MAYOR=0
2910 HP1=HP1(NI+XW):HPT=HP1:TRLIN=9:CHAIN "ANCHO"
2920 IF HP1+BL+AAL>HMAX THEN PH=10:GOTO 2940
2930 GOTO 540
2940 QTR2=QR
2950 QTR1=QR-DQR
2960 QR=(QTR1+QTR2)/2

```

```
2970 PRINT QR
2980 TRLIN=7:CHAIN"CAPAC
2990 FOR W=0 TO NU-1
3000 IF MAYOR<V1(W) THEN GOTO 3030
3010 NEXT W
3020 HPT=((CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1))-CT(0):GOTO 3040
3030 HPT=((CT(W)-CT(W-1))*(MAYOR-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1))-CT(0)
3040 IF (HMAX-BL-AAL-HPT)>5 THEN GOTO 3070
3050 IF (HMAX-BL-AAL-HPT)<0 THEN GOTO 3070
3060 GOTO 3090
3070 IF HPT<(HMAX-BL-AAL) THEN QTR1=QR:GOTO 2960
3080 QTR2=QR:GOTO 2960
3090 TRLIN=12:CHAIN"ANCHO
3100 HP1(NI+XW)=HPT:CP(NI+XW)=HPT+CT(0):HP1=HPT:N=NQR
3110 GOTO 2930
3120 MAY=DZ+XW
3130 FOR I=DZ+XW TO NI+XW
3140 IF P.ACU(MAY)>P.ACU(I) THEN :GOTO 3160
3150 MAY=I
3160 NEXT I
3170 FOR I=DZ+XW TO NI+XW
3180 IF I=MAY THEN GOTO 3200
3190 P.ACU(I)=0
3200 NEXT I
3210 RETURN
3220 END
```

TRANSITO

```

10 DIM A(20)
20 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
DI(),CCE,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COTI(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CU1(),D(),DER(),DHP,DQR,DZ,
H,HMAX,HP1()
30 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),J3,IS,IT$(),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYDR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,NO(),NP(),NR(),N
QR,NS,NU,O(),P1,P5,P6,P(),P1(),P2(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,POR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QPICO,QR,QR(),QR1,Q
R2,QR2()
40 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),AS$()
50 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QMAX(),MAXI
60 ON TRLIN GOTO 70,460,1260,590,1190,1370
70 POR=1
80 IF C=0 THEN SITIO$=A$(C1)+"HIDR":PI=0:GOSUB 670:GOTO 100
90 P1=1:SITIO$=A$(C1)+"HIDR":GOSUB 670:GOTO 150
100 IF L>>1 THEN GOTO 160
110 OPEN "ANOS" FOR INPUT AS #1
120 INPUT #1,B1,B2,KI
130 CLOSE #1
140 K=KI+1:GOTO 160
150 IF J5<>1 THEN GOTO 320
160 IF C=0 THEN JS=K
170 SITIO$=A$(C1)+"CAP"
180 OPEN SITIO$ FOR INPUT AS #1
190 INPUT #1,NU
200 FOR W=0 TO NU-1
210 INPUT #1,V1(W),CT(W),ALT(W)
220 NEXT W
230 CLOSE #1
240 SITIO$=A$(C1)+"DAT"
250 OPEN SITIO$ FOR INPUT AS #1
260 INPUT #1,BPICO,TBASE
270 INPUT #1,HMAX,DHP,VMIN,NQR,BL,AL(C1),S,NAC
280 FOR I=1 TO NAC
290 INPUT #1,CCE(I)
300 NEXT I
310 CLOSE #1
320 NI=1
330 QM=0
340 FOR I=B1 TO B2
350 FOR J=1 TO 12
360 QM=QM+Q4(I,J)
370 NEXT J
380 NEXT I
390 QR2=QM/(12*(B2-B1+1))
400 QR1=QR2/NQR
410 DQR=QR1
420 N=1
430 QR=QR1+(N-1)*DQR
440 IF QR>QR2 THEN QR=QR2
450 TRLIN=2:CHAIN"CAPAC2

```

```

460 GOTO 1080
470 D(0)=MAYOR
480 FOR I=B1 TO B2
490 FOR J=1 TO 12
500 KX=(I-B1)*12+J
510 D(KX)=D(KX-1)+(Q4(I,J)-QR)
520 IF D(KX)>D(0) THEN D(KX)=D(0):GOTO 540
530 IF D(KX)<VMIN THEN D(KX)=VMIN
540 NEXT J
550 NEXT I
560 TEAL=TEAL1(150):GOSUB 820:IF S=1 THEN GOTO 620
570 IF PH=10 THEN PH=1:GOTO 620
580 HP1=HP1+DHP:HPT=HP1:TRLIN=4:CHAIN"ANCH02"
590 IF HP1+BL+AAL>HMAX THEN HP1=HMAX-(AAL+BL):PH=10
600 GOSUB 1020:IF MAYOR<=VMIN THEN GOTO 580
610 NI=NI+1:HP1(NI+1)=HP1:CP(NI+1)=HP1+CT(0):GOTO 470
620 N=N+1
630 IF N<=NOR THEN NI=NI+1:GOTO 430
640 NO(C1)=NI+1
650 HP1(1)=0:QR2(1)=0:CP(1)=0:P2(1)=0:COT2(1)=0
660 COSLIN=6:CHAIN"CALCOST2
670 OPEN SITID$ FOR INPUT AS #1
680 INPUT #1,NANOS
690 FOR I=1 TO NANOS
700 INPUT #1,A(I)
710 FOR J=1 TO 12
720 INPUT #1,Q(I,J)
730 NEXT J
740 NEXT I
750 CLOSE #1
760 FOR I=1 TO NANOS
770 FOR J=1 TO 12
780 Q4(I,J)=Q(I,J)
790 NEXT J
800 NEXT I
810 RETURN
820 FOR I=1 TO NAC
830 K1=0:DELP=0:QR2(NI+1)=QR:HP1(NI+1)=HP1:CP(NI+1)=HP1+CT(0):CCE1(NI+1)=CCE(I):CBM=CP(NI+1)-CCE(I):CC1(NI+1)=I:AAL1(NI+1)=AAL:TEAL1(NI+1)=TEAL
840 QMAX(NI+1)=QMAX
850 FOR K1=1 TO (B2-B1+1)*12
860 FOR W=0 TO NU-1
870 IF D(K1)<V1(W) THEN GOTO 890
880 GOTO 920
890 CP=(CT(W)-CT(W-1))*(D(K1)-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1)
900 HP=CP-CT(0):CBM=CP-CCE(I)
910 GOTO 940
920 NEXT W
930 CP=(CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1):HP=CP-CT(0):CBM=CP-CCE(I)
940 POT=QR*CBM*8*10^6/(86400!*30)
950 DELP=DELP+POT
960 NEXT K1

```

```

970 P2(NI+1)=DELP/((B2-B1+1)*12):CBM(NI+1)=CP(NI+1)-CCE(I)
980 NI=NI+1
990 NEXT I
1000 NI=NI-1
1010 RETURN
1020 FOR W=0 TO NU-1
1030 IF HP1>=ALT(W) THEN GOTO 1050
1040 MAYOR=(V1(W)-V1(W-1))*(HP1-ALT(W-1))/(ALT(W)-ALT(W-1))+V1(W-1):GOTO 1070
1050 NEXT W
1060 MAYOR=(HP1-ALT(NU-1))*(V1(NU-1)-V1(NU-2))/(ALT(NU-1)-ALT(NU-2))+ALT(NU-1)
1070 RETURN
1080 IF MAYOR<=VMIN GOTO 1170
1090 FOR W=0 TO NU-1
1100 IF MAYOR<V1(W) THEN GOTO 1120
1110 GOTO 1150
1120 CP(NI+1)=(CT(W)-CT(W-1))*(MAYOR-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1)
1130 HP1(NI+1)=CP(NI+1)-CT(0)
1140 GOTO 1180
1150 NEXT W
1160 CP(NI+1)=(CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1):HP1(NI+1)=CP(NI+1)-CT(0):GOTO 1180
1170 HP1(NI+1)=0:CP(NI+1)=CT(0):MAYOR=0
1180 HP1=HP1(NI+1):HPT=HP1:TRLIN=5:CHAIN"ANCH02
1190 IF HP1+BL+AAL>HMAX THEN PH=10:GOTO 1210
1200 GOTO 470
1210 QTR2=QR
1220 QTR1=QR-QR
1230 QR=(QTR1+QTR2)/2
1240 PRINT QR
1250 TRLIN=3:CHAIN "CAPAC2
1260 FOR W=0 TO NU-1
1270 IF MAYOR<V1(W) THEN GOTO 1300
1280 NEXT W
1290 HPT=((CT(NU-1)-CT(NU-2))*(MAYOR-V1(NU-1))/(V1(NU-1)-V1(NU-2))+CT(NU-1))-CT(0):GOTO 1310
1300 HPT=((CT(W)-CT(W-1))*(MAYOR-V1(W-1))/(V1(W)-V1(W-1))+CT(W-1))-CT(0)
1310 IF (HMAX-BL-AAL-HPT)>5 THEN GOTO 1340
1320 IF (HMAX-BL-AAL-HPT)<0 THEN GOTO 1340
1330 GOTO 1360
1340 IF HPT<HMAX-BL-AAL THEN QTR1=QR:GOTO 1230
1350 QTR2=QR:GOTO 1230
1360 TRLIN=6:CHAIN"ANCH02
1370 HP1(NI+1)=HPT:CP(NI+1)=HPT+CT(0):HP1=HPT:N=NQR
1380 GOTO 1200
1390 END

```

CAPAC

```

10 DIM CAUDAL(240),POSI(30),CAP(30)
20 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
C1(),CBC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CU1(),D(),DER(),DHP,DQR,DZ,
H,HMAX,HP1())
30 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$(),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,ND(),NP(),NQ(),
OR,NS,NU,O(),P1,P5,P6,P(),P1(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,PQR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QPICD,QR,QR(),QR1,QR2,QR
2(),AS$()
40 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V$),V1()),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),ZI(),Z1()),MAXI
50 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QL(),QL1(),QMAX(),CT1,LTR1
60 I=1
70 FOR I1=1 TO B2-B1+1
80 FOR J=1 TO 12
90 CAUDAL(I)=QR-Q4(I1,J)
100 I=I+1
110 NEXT J
120 NEXT I1
130 NM=I-1
140 I=1
150 VACIO=1
160 IF CAUDAL(I)>0 THEN GOTO 260
170 I=I+1
180 IF I>NM THEN GOTO 290
190 IF CAUDAL(I)<0 THEN GOTO 170
200 I=I+1
210 IF I>NM THEN GOTO 290
220 IF CAUDAL(I)>0 THEN GOTO 200
230 POSI(VACIO)=I-1
240 VACIO=VACIO+1
250 GOTO 170
260 I=I+1
270 IF I>NM THEN GOTO 290
280 GOTO 160
290 NVACIO=VACIO-1
300 FOR VACIO=1 TO NVACID
310 I=POSI(VACIO)
320 MAYOR=CAUDAL(I)
330 ACUM=CAUDAL(I)
340 FOR KF=I-1 TO 1 STEP -1
350 ACUM=ACUM+CAUDAL(KF)
360 IF ACUM>MAYOR THEN MAYOR=ACUM
370 IF ACUM<0 THEN GOTO 390
380 NEXT KF
390 CAP(VACIO)=MAYOR
400 NEXT VACIO
410 MAYOR=CAP(1)
420 FOR VACIO=1 TO NVACID
430 IF CAP(VACIO)>MAYOR THEN MAYOR=CAP(VACIO)
440 NEXT VACIO
450 MAYOR=MAYOR+VMIN
460 CHAIN"TRANSM"
470 END

```

CALCCOST

```

10 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
CI(),CGC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),CDT,A(),CDT.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CUI(),D(),DER(),DHP,DGR,DZ,
H,HMAX,HP1()
20 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$(,),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,NO(),NP(),N
QR,NS,NU,D(),P1,P5,P6,P(),P1(),P$,P.ACUS(),P1.ACUS(),PH,POR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDIS,QDIS(),QMAX,QPICD,QR,QR(),QR1,QR2,QR
2(),AS$()
30 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT1(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),MAXI
40 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QL(),QL1(),QMAX(),CT1,LTR1
50 ON CDSLIN GOTO 210,380,310,350,250,60
60 IF C=0 THEN GOTO 80
70 IF J5<1 THEN GOTO 160
80 OPEN A$(C1)+"P" FOR INPUT AS #1
90 INPUT #1,NALI,J,KF,COP,NAC,LTR,LTR1
100 FOR I=1 TO NAC
110 INPUT #1,CLM(I),RL(I):NEXT I
120 FOR I=1 TO NALI
130 INPUT #1,XI(I),YI(I)
140 NEXT I
150 CLOSE #1
160 L1=DZ+XW
170 SUM=0:CTUN=0:CTU=0:CALE=0:CGC=0
180 IF P.ACUS(L1)=0 THEN COT.A(L1)=0:GOTO 500
190 REM COSTO DEL ALIVIADERO
200 COSLIN=1:CHAIN "ALIVIA
210 IF CALE>=8.8E+30 THEN GOTO 490
220 PRINT "COSTO DEL ALIVIADERO=";CALE
230 REM COSTO DE PRESA
240 COSLIN=5:CHAIN "PRESA
250 IF SUM>=8.8E+30 THEN GOTO 490
260 PRINT "COSTO DE LA PRESA=";SUM
270 REM COSTO DE LAS OBRAS DE DESVIO
280 REM 12% DEL COSTO DE LA PRESA MAS EL ALIVIADERO
290 REM COSTO DE LA TUBERIA FORZADA
300 COSLIN=3:CHAIN "TUBERIA
310 IF CGC>=8.8E+30 THEN GOTO 490
320 PRINT "COSTO DE LA TUBERIA FORZADA=";CGC
330 REM COSTO DEL TUNEL
340 COSLIN=4:CHAIN "TUNEL
350 PRINT "COSTO DEL TUNEL=";CTUN
360 REM COSTOS DE LA CENTRAL
370 COSLIN=2:CHAIN "CENTRAL
380 IF CTU>=8.8E+30 THEN GOTO 490
390 PRINT "COSTO DE CENTRAL=";CTU
400 PRINT "TIPO DE TURBINA=";IT$(ITA)

```

```
410 REM COSTOS TOTALES
420 IF P.ACU(L1)/1000<=25 THEN FCTC=1.8:GOTO 470
430 IF P.ACU(L1)/1000<=100 THEN FCTC=1.85-(.002*P.ACU(L1)/1000):GOTO 470
440 IF P.ACU(L1)/1000<=300 THEN FCTC=1.66:GOTO 470
450 IF P.ACU(L1)/1000<=600 THEN FCTC=1.75:GOTO 470
460 FCTC=1.84
470 COT.A(L1)=(1.12*(SUM+CALE)+CGC+CTUN+CTU)*FCTC
480 GOTO 500
490 COT.A(L1)=9E+30
500 L1=L1+1:IF L1<=(NI+XW) THEN GOTO 170
510 CHAIN"PROG7"
520 END
```

IMPRES

```

10 DIM POT1(10),QDISI(10)
20 COMMON AAL,AB(),AB1(),AB2(),ALT(),AR(),AR1(),A$(),B1,B2,BL,C,C1,C2,C(),CALE,CBM,CBM(),CCE(),CCE1(),CC(),CC1(),CC4(),C
CI(),CGC,CLM(),CM,COP,COSLIN,COT(),COT1(),COT2(),COT.A(),COT1.A(),CP(),CT,CT(),CTU,CTUN,CU(),CU1(),D(),DER(),DHP,DQR,DZ,
H,HMAX,HP1()
30 COMMON HP,HP(),HP1,HP4(),I3,IS,IT$(,),J,J4,J5,J6,K,K6,KF,L,L1,LTR,KI,M$,MAYOR,MLIN,N,NAC,NALI,NI,NLIN,ND(),NP(),NQ(),
NR,NS,NU,O(),P1,P5,P6,P(),P$,P.ACU(),P1.ACU(),PH,PDR(),Q(),Q1(),Q2(),Q4(),QDISI(),QDISI(),QMAX,QPICO,QR,QR(),QR1,QR2,QR
2(),AS$()
40 COMMON QR4(),QTR1,QTR2,RL(),RT,S,SANT(),SANT1(),SANT2(),SANT3(),SANT4(),SANT5(),SANT6(),SUM,SUP(),SV,T(),T5,T6,TEAL()
,TEAL1(),TEAL4(),TBASE,TRLIN,TT(),TT4(),TX,U,U$,V(),V1(),VM,VMIN,X$,XW,Y,Y$,XI(),YI(),Z(),Z1(),MAXI
50 COMMON AAL(),AAL1(),AL(),HPT,NIT,QL(),QL1(),QMAXI(),CT1,LTR1,QDISI()
60 FOR L=1 TO NS
70 IF NP(C(L))>1 THEN T=1:L1=L:GOTO 100
80 NEXT L
90 T=2
100 FOR J=2 TO K
110 IF T=1 THEN GOTO 460
120 L1=NS
130 IF COT(C(L1),J)>=9E+30 THEN GOTO 1390
140 POT=P(C(L1),J):COT=COT(C(L1),J)/(10^6):CUN=COT/POT
150 P6=1
160 J2=J
170 Q=P(C(L1),J)
180 M=COT(C(L1),J)
190 FOR L=L1 TO 2 STEP-1
200 IF NQ(C(L))>1 THEN ST=2:GOTO 220
210 ST=7
220 IF ST<>2 THEN GOTO 280
230 R1=NQ(C(L))
240 Q1=P(C(L),J2)-P1(AR(C(L),R1),SANT(C(L),J2))
250 M1=COT(C(L),J2)-COT1(AR(C(L),R1),SANT(C(L),J2))
260 QRI(C(L))=QR(C(L),J2):HPI(C(L))=HP(C(L),J2):TTI(C(L))=TT(C(L),J2):TEALI(C(L))=TEAL(C(L),J2):AALI(C(L))=AAL(C(L),J2)
270 CCI(C(L))=CC(C(L),J2):GOTO 310
280 R1=1
290 Q1=P(C(L),J2)-P(AR(C(L),R1),SANT(C(L),J2))
300 M1=COT(C(L),J2)-COT(AR(C(L),R1),SANT(C(L),J2)):QRI(C(L))=QR(C(L),J2):HPI(C(L))=HP(C(L),J2):TEALI(C(L))=TEAL(C(L),J2)
:TTI(C(L))=TT(C(L),J2):CCI(C(L))=CC(C(L),J2):AALI(C(L))=AAL(C(L),J2):IF DER(C(L))=1 THEN QDISI(C(L))=QDISI(C(L),J2)
310 J10=J2:J2=SANT(C(L),J2)
320 B$(C(L))=AS$(C(L)):POT1(C(L))=Q1:COTI(C(L))=M1/10^6:IF Q1<>0 THEN CUI(C(L))=M1/10^6:CUI(C(L))=CUI(C(L))/Q1:GOTO 340
330 IF M1=0 THEN CUI(C(L))=0
340 M=M-M1:Q=Q-Q1
350 IF ST=2 THEN J1=J2:GOTO 890
360 NEXT L
370 IF NS=1 THEN QRI(C(1))=QR(C(1),J):HPI(C(1))=HP(C(1),J):TEALI(C(1))=TEAL(C(1),J):TTI(C(1))=TT(C(1),J):CCI(C(1))=CC(C
1),J):AALI(C(1))=AAL(C(1),J):GOTO 390
380 QRI(C(1))=QR(C(1),SANT(C(2),J10)):HPI(C(1))=HP(C(1),SANT(C(2),J10)):TEALI(C(1))=TEAL(C(1),SANT(C(2),J10)):TTI(C(1))=
TT(C(1),SANT(C(2),J10)):CCI(C(1))=CC(C(1),SANT(C(2),J10)):AALI(C(1))=AAL(C(1),SANT(C(2),J10))
390 B$(C(1))=AS$(C(1)):POT1(C(1))=Q1:COTI(C(1))=M1/10^6:IF Q1<>0 THEN CUI(C(1))=M1/10^6:CUI(C(1))=CUI(C(1))/Q1:GOTO 410
400 IF M=0 THEN CUI(C(1))=0
410 IF P6<>0 THEN GOTO 1380

```

```

420 FOR PR=1 TO P5
430 AB1(PR)=AB2(PR)
440 NEXT PR
450 GOTO 1380
460 I=NS
470 IF COT1(I,J)>=9E+30 THEN GOTO 1390
480 POT=P1(I,J)
490 COT=COT1(I,J)/(10^6):CUN=COT/POT
500 J1=J
510 B2=P1(I,J)
520 M2=COT1(I,J)
530 P6=P5-1
540 Q1=P(AB1(P6+1),J1)-P(AB1(P6),SANT3(AB1(P6+1),J1))+P(C2,SANT2(AB1(P6+1),J1))
550 M1=COT1(AB1(P6+1),J1)-COT1(AB1(P6),SANT3(AB1(P6+1),J1))+COT(C2,SANT2(AB1(P6+1),J1))
560 B2=B2-Q1+P(C2,SANT2(AB1(P6+1),J1))
570 M2=M2-M1+COT(C2,SANT2(AB1(P6+1),J1))
580 J1=SANT3(AB1(P6+1),J1)
590 FOR S=1 TO K
600 IF Q1>P(AB1(P6+1),S)+10 THEN GOTO 660
610 IF Q1<P(AB1(P6+1),S)-10 THEN GOTO 660
620 IF M1>COT(AB1(P6+1),S)+1000 THEN GOTO 660
630 IF M1<COT(AB1(P6+1),S)-1000 THEN GOTO 660
640 J2=S
650 GOTO 670
660 NEXT S
670 Q=P(AB1(P6+1),J2)
680 M=COT(AB1(P6+1),J2)
690 IF AR(AB1(P6+1),1)=C2 THEN ST=1:GOTO 710
700 ST=3
710 Q1=P(AB1(P6+1),J2)-P(AR(AB1(P6+1),1),SANT(AB1(P6+1),J2))
720 M1=COT(AB1(P6+1),J2)-COT(AR(AB1(P6+1),1),SANT(AB1(P6+1),J2))
730 QRI(AB1(P6+1))=QR(AB1(P6+1),J2):HPI(AB1(P6+1))=HP(AB1(P6+1),J2):TEALI(AB1(P6+1))=TEAL(AB1(P6+1),J2):TTI(AB1(P6+1))=TT(AB1(P6+1),J2):CCI(AB1(P6+1))=CC(AB1(P6+1),J2):AALI(AB1(P6+1))=AAL(AB1(P6+1),J2)
740 J10=J2
750 IF DER(AB1(P6+1))=1 THEN QDISI(AB1(P6+1))=QDIS1(AB1(P6+1),J2)
760 B$(AB1(P6+1))=AS$(AB1(P6+1)):POTI(AB1(P6+1))=Q1:COTI(AB1(P6+1))=M1/10^6
770 IF Q1<>0 THEN CUI(AB1(P6+1))=M1/(10^6*Q1):GOTO 790
780 IF M1=0 THEN CUI(AB1(P6+1))=0
790 J2=SANT(AB1(P6+1),J2)
800 B=B-Q1
810 M=M-M1
820 IF ST=1 THEN GOTO 850
830 AB1(P6+1)=AR(AB1(P6+1),1)
840 GOTO 690
850 IF P6=0 THEN GOTO 190
860 J2=J1
870 P6=P6-1
880 GOTO 670
890 FOR U=1 TO NQ(C(L))
900 AR1(U)=AR(C(L),U)
910 NEXT U
920 P4=NQ(C(L))

```

```

930 Q3=Q
940 M3=M
950 FOR I=P4-1 TO 1 STEP-1
960 Q1=P(AR1(I+1),J2)-P(AR1(I),SANT3(AR1(I+1),J2))
970 M1=COT1(AR1(I+1),J2)-COT1(AR1(I),SANT3(AR1(I+1),J2))
980 Q3-Q3-Q1
990 M3=M3-M1
1000 J1=SANT3(AR1(I+1),J1)
1010 FOR S=1 TO K
1020 IF Q1>P(AR1(I+1),S)+10 THEN P:=P 1080
1030 IF Q1<P(AR1(I+1),S)-10 THEN GOTO 1080
1040 IF M1>COT(AR1(I+1),S)+1000 THEN GOTO 1080
1050 IF M1<COT(AR1(I+1),S)-1000 THEN GOTO 1080
1060 J2=S
1070 GOTO 1090
1080 EXT S
1090 Q=P(AR1(I+1),J2)
1100 M=COT(AR1(I+1),J2)
1110 IF NO(AR1(I+1))=0 THEN ST=8:GOTO 1250
1120 ST=3
1130 Q1=P(AR1(I+1),J2)-P(AR1(I+1),1),SANT(AR1(I+1),J2))
1140 M1=COT(AR1(I+1),J2)-COT(AR1(I+1),1),SANT(AR1(I+1),J2))
1150 B$(AR1(I+1))=AS$(AR1(I+1)):POTI(AR1(I+1))=Q1:COTI(AR1(I+1))=M1/10^6
1160 IF Q1<>0 THEN CUI(AR1(I+1))=M1/(10^6*Q1):GOTO 1180
1170 IF M1=0 THEN CUI(AR1(I+1))=0
1180 HPI(AR1(I+1))=HP(AR1(I+1),J2):QRI(AR1(I+1))=QR(AR1(I+1),J2):TEALI(AR1(I+1))=TEAL(AR1(I+1),J2):TTI(AR1(I+1),J2):CCI(AR1(I+1))=CC(AR1(I+1),J2):AALI(AR1(I+1))=AAL(AR1(I+1),J2)
1190 J2=SANT(AR1(I+1),J2)
1200 Q=Q-Q1
1210 M=M-M1
1220 IF ST=8 THEN GOTO 1250
1230 AR1(I+1)=AR(AR1(I+1),1)
1240 GOTO 1110
1250 B$(AR1(I+1))=AS$(AR1(I+1)):POTI(AR1(I+1))=Q:COTI(AR1(I+1))=M/10^6:IF Q<>0 THEN CUI(AR1(I+1))=M/(10^6*Q):GOTO 1270
1260 IF M=0 THEN CUI(AR1(I+1))=0
1270 HPI(AR1(I+1))=HP(AR1(I+1),J2):QRI(AR1(I+1))=QR(AR1(I+1),J2):TEALI(AR1(I+1))=TEAL(AR1(I+1),J2):TTI(AR1(I+1),J2):CCI(AR1(I+1))=CC(AR1(I+1),J2):AALI(AR1(I+1))=AAL(AR1(I+1),J2)
1280 IF TR=10 THEN GOTO 1370
1290 IF I+1<>2 THEN GOTO 1360
1300 TR=10
1310 Q=P(AR1(I),J1)
1320 M=COT(AR1(I),J1)
1330 J2=J1
1340 I=0
1350 GOTO 1110
1360 NEXT I
1370 TR=8
1380 GOSUB 1410
1390 NEXT J
1400 GOTO 1B60
1410 REM RUTINA DE IMPRESION
1420 LPRINT CHR$(18)
1430 LPRINT CHR$(12)

```

```

1440 LPRINT :LPRINT " PROYECTO: ";Y$ CON
1450 LPRINT :LPRINT :LPRINT
1460 IF MAXI=1 THEN LPRINT " MAXIMA POTENCIA POSIBLE DE GENERAR EN EL APROVECHAMIENTO ":LPRINT "
JUNTO DEBIDO A LA MAXIMA ALTURA PERMISIBLE Y/O AL CAUDAL MEDIO":GOTO 1490
1470 P$="SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA =":U$="KW"
1480 LPRINT USING " é é #####,.## é é";P$,POT,U$
1490 WIDTH "LPT1:",132
1500 LPRINT CHR$(15)
1510 LPRINT :LPRINT
1520 LPRINT " SITIO CAUDAL ALTURA ANCHO CARGA SOBRE COTA POTENCIA
COSTO"
1530 LPRINT " TURBINADO PRESA* ALIVIADERD ALIVIADERO CENTRAL
1540 LPRINT " (MM3/MES) (M) (M) (M) (M.S.N.M.) (KW)
(Bs*10^6)"
1550 LPRINT
1560 FOR I=1 TO NS
1570 IF POTI(I)=0 THEN GOTO 1600
1580 LPRINT
1590 LPRINT USING " é é ####.## ####.## ####.## ## ####.## ####
###,## ####.## ";B$(I),QRI(I),HPI(I),TEALI(I),AALI(I),CCI(I),POTI(I),CDTI(I):GOTO 1620
1600 LPRINT:A$="-"
1610 LPRINT USING " é é é é é é é é é é é é
é é é é";B$(I),A$,A$,A$,A$,A$,A$,A$
1620 NEXT I
1630 LPRINT
1640 T$="TOTAL"
1650 LPRINT USING " é é
###,## ####.## ";T$,POT,COT
1660 LPRINT :LPRINT :LPRINT " * Nivel de aguas normales."
1670 IF T$>1 THEN GOTO 1690
1680 LPRINT :LPRINT :LPRINT " El caudal de diseño del trasvase (MM3/M) = ";ODISI(2)
1690 LPRINT CHR$(18)
1700 LPRINT :LPRINT :LPRINT :LPRINT
1710 REM RUTINA DE COSTO UNITARIO
1720 LPRINT " COSTO UNITARIO (BS/KW-H)"
1730 LPRINT :LPRINT
1740 WIDTH "LPT1:",132
1750 LPRINT CHR$(15)
1760 LPRINT " TASA INTERES (%) 6 8 10 15 20"
1770 LPRINT " AÑOS"
1780 LPRINT
1790 Z=CUN*I0^6/B760
1800 S=10
1810 LPRINT
1820 LPRINT USING" #### #### #### #### #### ####
;S,Z*.06*I0^6/(1.06^S-1),Z*.08*I0.08^S/(1.08^S-1),Z*.1*I1.1^S/(1.1^S-1),Z*.15*I1.15^S/(1.15^S-1),Z*.2*I1.2^S/(1.2^S-1)
1830 S=S+10:IF S<=50 THEN GOTO 1810
1840 LPRINT CHR$(18)
1850 RETURN
1860 END

```

V. APLICACION DEL MODELO AL CASO DE LA CUENCA DEL RIO GUANARE,
EDO. PORTUGUESA.

V.1. DESCRIPCION DEL CASO ESTUDIADO.

El ejemplo seleccionado es el del caso de la cuenca del Rio Guanare, situada en el estado Portuguesa, la cual presenta seis sitios de posibles aprovechamientos hidroeléctricos situados sobre los ríos Guanare y Anus de la manera como se indica en la figura No. V.1. Los sitios involucrados están actualmente siendo estudiados individualmente por el M.A.R.N.R. como parte del inventario hidroeléctrico nacional.

Este ejemplo fue seleccionado por cuanto presenta casi todos los casos considerados en el modelo: sitios en serie, en paralelo y una confluencia. En particular se presentan dos ramas (el río Guanare y el río Anus) sobre las cuales se encuentran situados varios sitios de posible aprovechamiento colocados en serie (sitios DOS y TRES sobre el Guanare y sitios CUATRO, CINCO y SIETE sobre el Anus), por otra parte estas dos ramas se unen para llegar a un sitio de aprovechamiento común (sitio NUEVE). Los sitios UNO, SEIS y OCHO fueron eliminados del estudio por el M.A.R.N.R.

Además, las dos ramas presentan características muy distintas; una de ellas (río Guanare) tiene dos sitios de aprovechamiento muy alejados entre si, mientras la otra presenta tres sitios lo

FIGURA V.1

bastante cercanos como para influir unos en los otros con respecto a las alturas de presa, o sea los sitios más aguas arriba podrían restringir la altura de aquellos colocados aguas-abajo.

Cada sitio presenta características topográficas e hidrológicas particulares, siendo éstas muy distintas entre uno y otro. Se encuentran sitios cuyos perfiles por el eje de presa son muy estrechos (sitio CINCO), así como otros con gargantas muy anchas (sitio NUEVE); también se observan diferencias hidrológicas, ya que los caudales que llegan a los sitios más aguas-arriba (por ejemplo el sitio DOS) son mucho más pequeños que los correspondientes a los sitios más aguas-abajo (sitio NUEVE). La combinación de estas variables lleva a tener comportamientos distintos para cada sitio.

Por otro lado se consideran las dos ramas, desde el punto de vista hidrológico, como independientes, es decir, la creciente de diseño no ocurre en las dos al mismo tiempo, por lo que el sitio aguas-abajo del punto común solo es influido por la creciente más desfavorable entre las dos.

Todas las posibles presas se consideran de tierra con fundación en aluvión; los datos disponibles para cada sitio se indican en las tablas del 1 al 12 y en las tablas del 1 al 6. (en el Anexo A).

Se realizaron distintas corridas para estudiar el efecto de la variación de factores como el número de intervalos utilizados en la

Programación Dinámica y el número de caudales regulados a estudiar. Los datos particulares para cada corrida se señalan antes de cada una de éstas. También se hicieron dos corridas distintas para el cálculo de la máxima potencia posible de producir en el aprovechamiento, eliminando en una de ellas una de las posiciones de la central hidroeléctrica del sitio SIETE, de manera de poder visualizar así la influencia de este factor. Por otra parte, se analizó cada sitio por separado y los sitios operando en conjunto de manera de comparar su comportamiento.

Además se presentan dos corridas de los sitios DOS y NUEVE, y de los sitios SIETE y CINCO utilizando distinto tratamiento hidrológico, o sea, con "PROG7" y con "PROGRAMA", a fin de determinar en qué condiciones las diferencias entre los resultados obtenidos por ambos métodos son pequeñas y permiten aprovechar las ventajas de PROGRAMA (consume menos tiempo y menos memoria). La siguiente TABLA V.1 resume los casos estudiados:

TABLA V.1

CASOS ESTUDIADOS PARA LA CUENCA DEL GUANARE

A. Usando PROG7 y criterio del mínimo costo unitario

CASO	No. INTERVALOS	No. CAUDALES	COSTO UNIT. MINIMO	POTENCIA CORRESPONDIENTE	OBS.
1	2	4	0.275	14108.35	
2	4	2	0.344	11912.35	
3	4	4	0.275	14108.35	
4	4	8	0.267	18933.86	
5	6	4	0.275	14108.35	
6	6	8	0.267	18933.86	
7	6	8	0.377	11726.63	sitios #2y#9
8	6	8	0.419	5599.28	sitios #4y#7

B. Usando PROGRAMA y criterio de minimo costo unitario

9	6	8	0.377	11726.63	sitios #2y#9
10	5	8	0.419	5599.28	sitios #4y#7
11	4	8			sitios individuales.

C. Usando PROG7 y criterio de máxima potencia

CASO	No. INTERVALOS	No. CAUDALES	COSTO UNIT. CORRESPOND.	POTENCIA MAXIMA	OBS.
12	1	1	0.476	91565.54	
13	1	1	0.511	83115.89	cambio en las centrales del sitio #

V.2 RESULTADOS OBTENIDOS.

Los resultados obtenidos se presentan en el Anexo B. Estos resultados incluyen para cada intervalo estudiado una tabla que indica: (1) el caudal turbinado, (2) la altura de presa, (3) las características del aliviadero, (4) la cota de la central, (5) la potencia generada y (6) el costo correspondiente a cada uno de los sitios de aprovechamiento. También se indica el costo unitario (Bs/Kw-h) correspondiente a diferentes tasas de interés y para diferentes números de años de vida útil del conjunto.

Además todos estos resultados se representan en los gráficos V.1 al V.5, mediante curvas de costos unitarios (al 10% de interés en 50 años de estudio) vs. potencia ó energía; cada una está formada por tantos puntos como intervalos de Programación Dinámica se estudien.

C_{DE} (Bs / Kw - H)

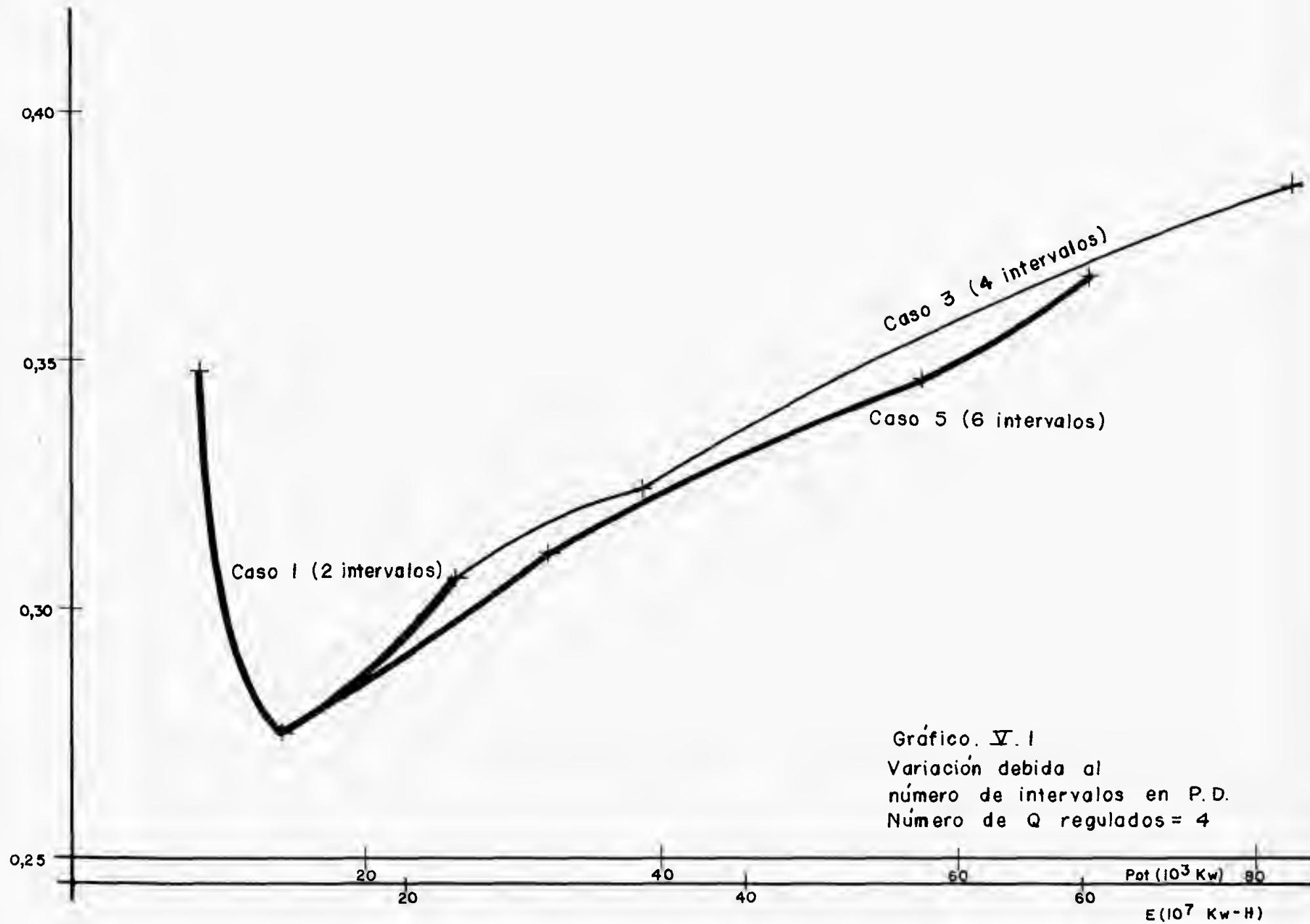
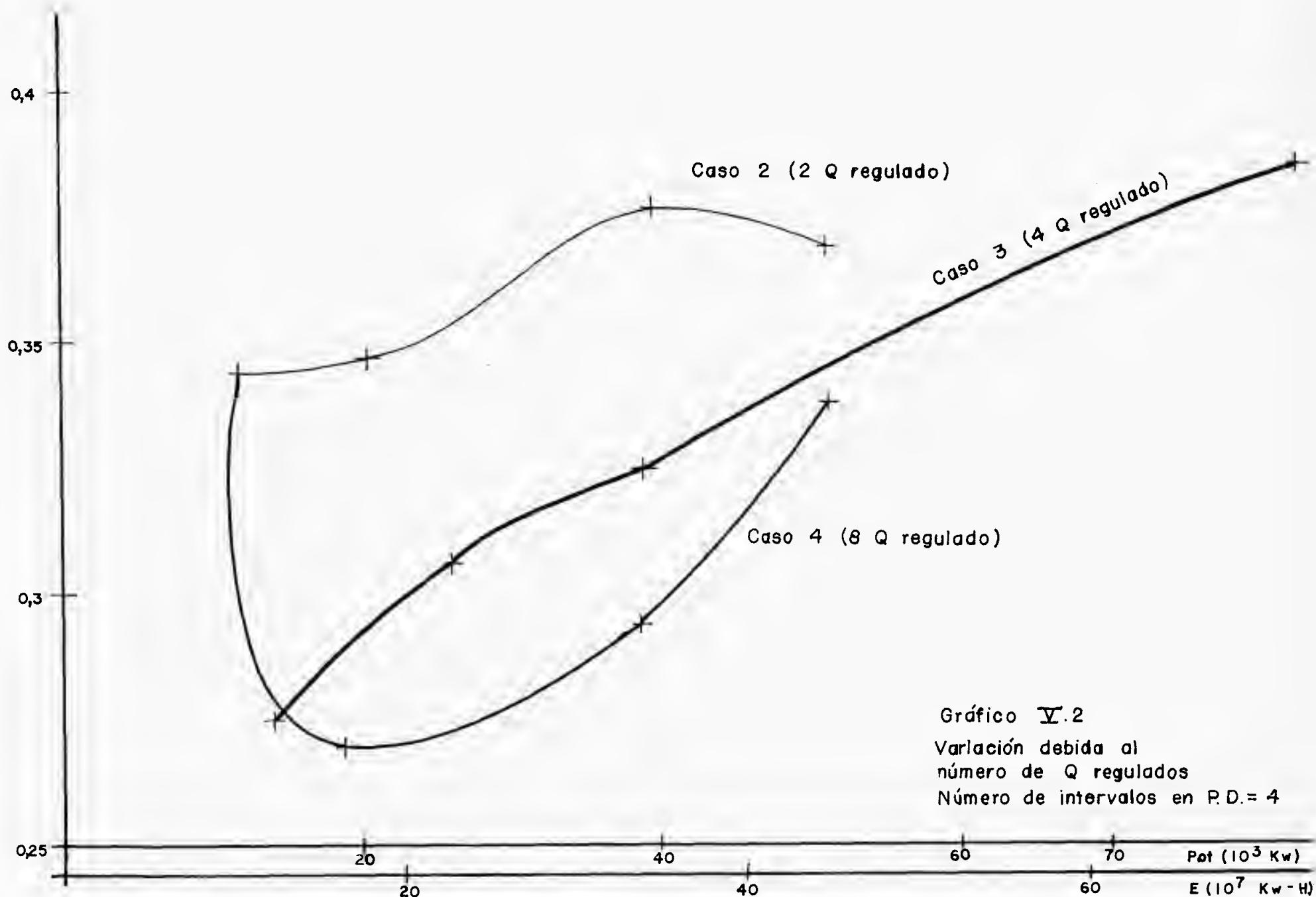
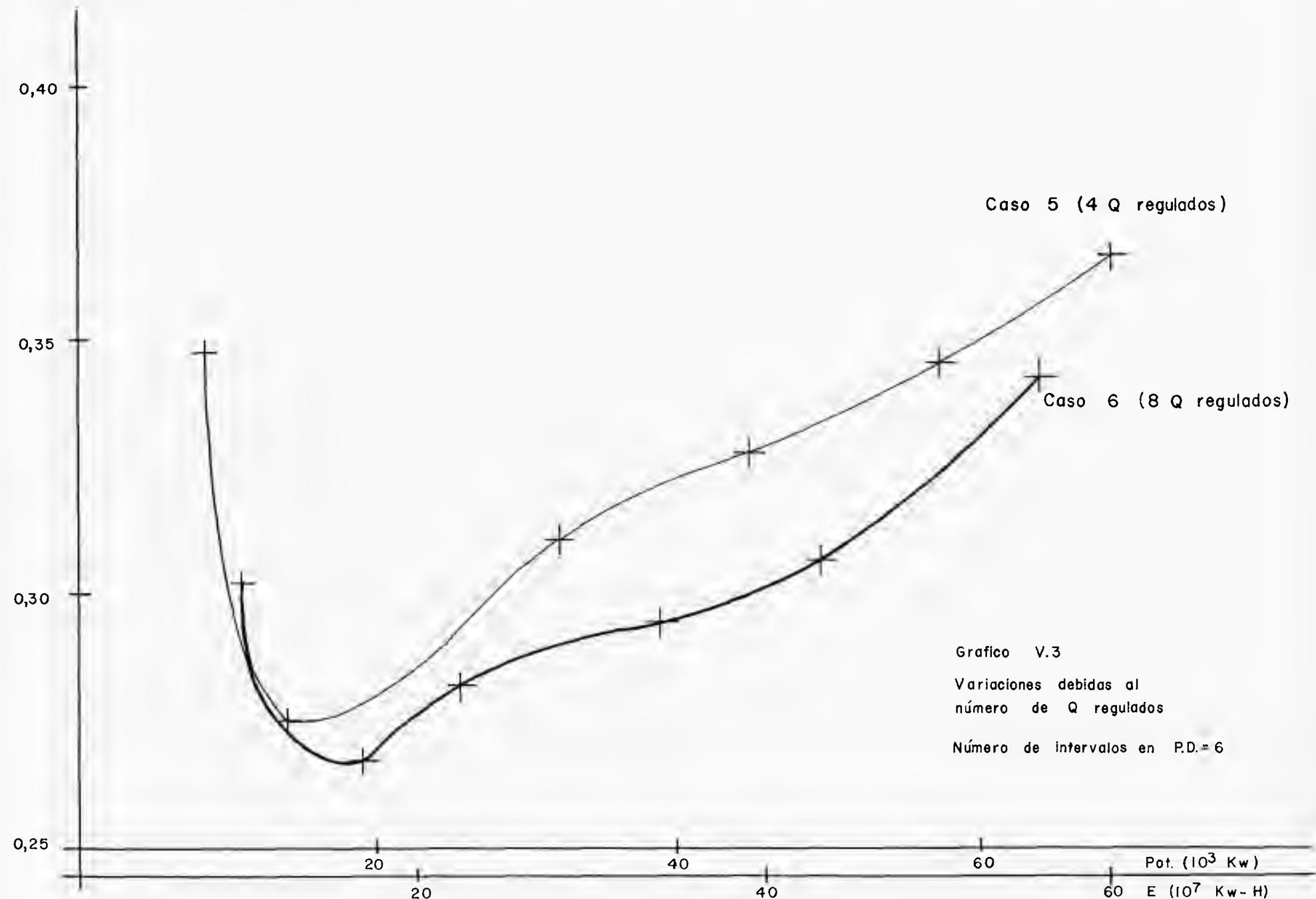


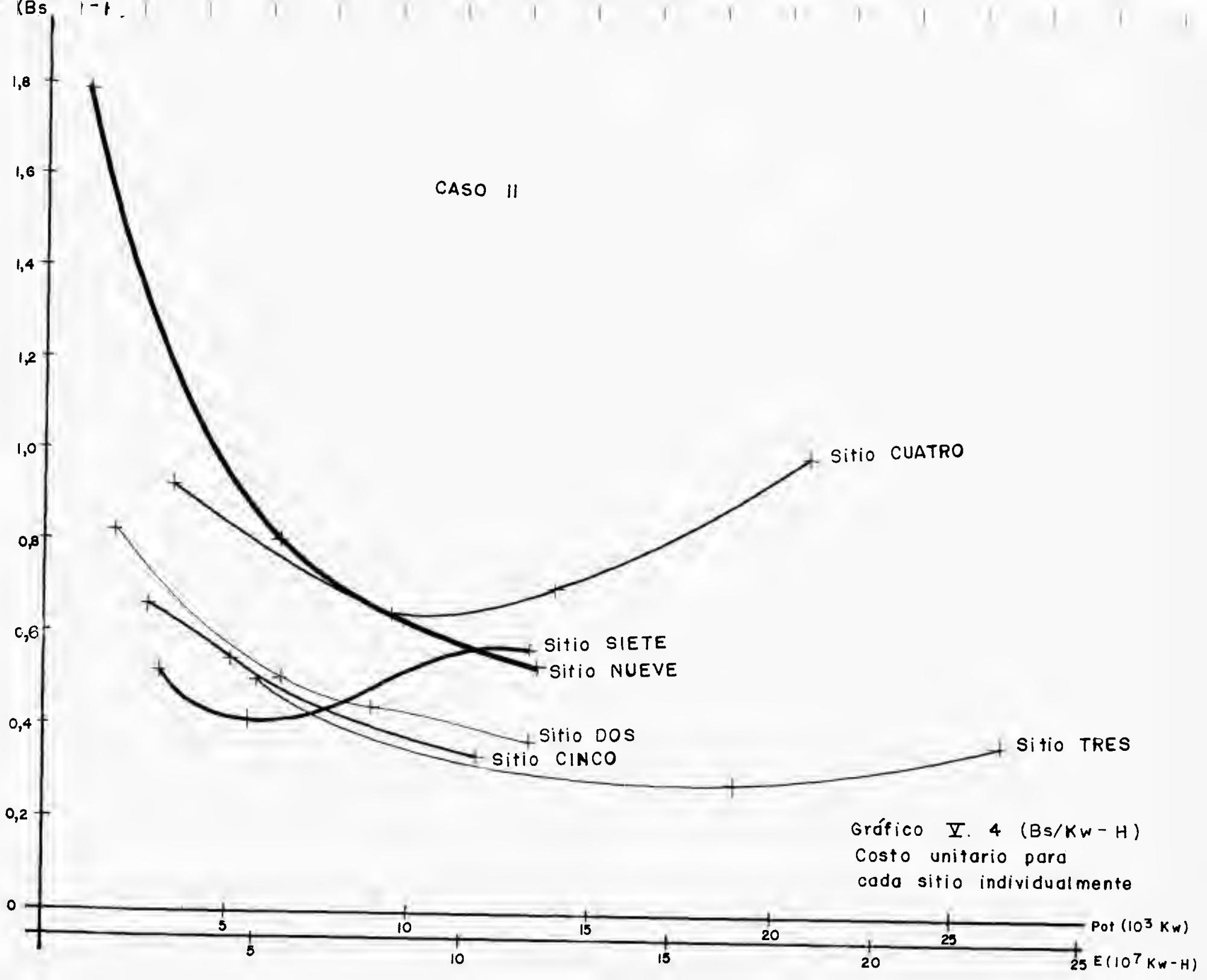
Gráfico. VI. I
Variación debida al
número de intervalos en P.D.
Número de Q regulados = 4

C_u (Bs/Kw⁻¹ H)



Cu (Bs / Kw-H)





Cu (Bs/Kw - H)

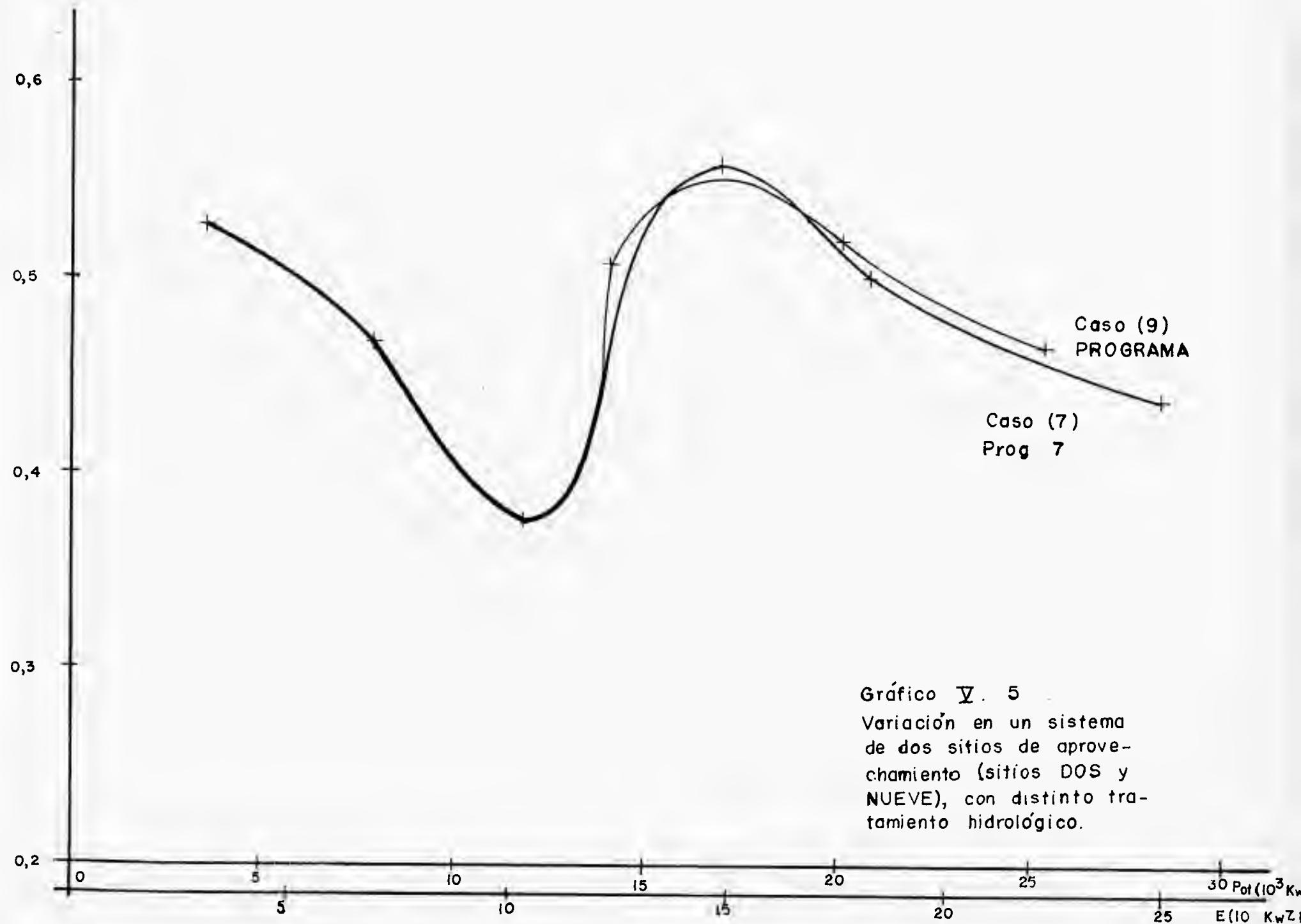


Gráfico V. 5
Variación en un sistema
de dos sitios de aprove-
chamiento (sitios DOS y
NUEVE), con distinto tra-
tamiento hidrológico.

Cu (Bs/Kw - H)

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0,0

PROGRAMA
Caso (10)

PROG7
Caso (8)

Gráfico V. 6
Variación en un sistema
de dos sitios de aprove-
chamiento (sitios SIETE
y CUATRO), con distinto
tratamiento hidrográfico

5

10

15

20

25

Pot (10^3 Kw)

5

10

15

20

25

E (10^7 Kw · H)

5

10

15

20

25

E (10^7 Kw · H)

V.3 ANALISIS DE SENSIBILIDAD.

V.3.1 COMPARACION ENTRE EL ESTUDIO DE CADA SITIO INDIVIDUALMENTE Y DE LOS SITIOS EN CONJUNTO.

A continuación se ilustra mediante un ejemplo las ventajas asociadas con el uso del programa para el análisis de los aprovechamientos en conjunto. Para ello se estudian los sitios individualmente. Los resultados obtenidos de costo unitario (Bs/Kw-h) vs. energía producida (Kw-h) se presentan en el gráfico V.4. Se utilizan los resultados del caso 6, gráfico V.2, como comparación (ver resultados en el Anexo B).

Por ejemplo, en el caso 6, para generar 11355 Kw. se requiere de una presa en el sitio TRES y el costo unitario resulta aproximadamente de Bs. 0.30. Esta situación coincide con la que intuitivamente se adoptaría al analizar el gráfico V.4, donde se observa que efectivamente el sitio TRES permite generar energía al menor costo unitario. Lo mismo ocurre para generar 18934 Kw. Si se desea generar 25492 Kw. con el sitio TRES solamente el costo unitario sería de 0.37 Bs/Kw-h aproximadamente. El costo unitario de generar esa potencia en forma óptima de acuerdo con el caso 6 es de Bs.0.28 solamente. Para ello se requiere aprovechamientos en el sitio TRES y en el sitio NUEVE. Hay que destacar que del análisis del gráfico V.4 el sitio NUEVE no parece ser el más conveniente. En particular parecería mejor utilizar el sitio

CINCO o el sitio DOS en lugar del sitio NUEVE, por cuanto el costo unitario de la energía generada en esos sitios es menor.

La solución óptima del caso 6 requiere la generación de 18933 Kw. en el sitio TRES y 6558 Kw. en el sitio NUEVE (a un costo unitario de 0.33). El costo unitario de generar 6558 Kw. en el sitio NUEVE considerándolo individualmente es de Bs 0.81. Esto se explica porque la regulación del sitio TRES produce una serie de caudales de entrada al sitio NUEVE mucho más uniforme por lo cual la altura de presa requerida disminuye y consecuentemente su costo.

El costo unitario de generar la potencia de 6558 Kw. en el sitio CINCO sería de 0.48, el cual es mayor que el del sitio NUEVE regulado por el sitio TRES y por lo tanto no se selecciona.

Este ejemplo confirma la importancia del método y programa de computación presentado en este trabajo y demuestra la conveniencia de su utilización en el estudio de aprovechamientos conjuntos.

V.3.2 VARIACION DEBIDA AL NUMERO DE INTERVALOS USADOS EN LA PROGRAMACION DINAMICA.

Los casos 1, 3 y 5 permiten estudiar el efecto de la variación del número de intervalos. La figura V.1 permite concluir que a medida que aumenta el número de intervalos disminuye el costo unitario de generar la misma energía.

Esto es debido a que mientras más pequeña es la longitud del intervalo mayor es la precisión del análisis. Sin embargo, es esperable que a medida que aumenta el número de intervalos por encima de cierto límite ya no se produzca ninguna mejoría en la solución obtenida y el tiempo de ejecución del programa aumenta considerablemente. El tiempo de duración aproximado del caso 5 es de 4 horas y media.

V.3.3 VARIACION DEBIDO AL NUMERO DE CAUDALES REGULADOS.

Se estudiaron para tal fin dos combinaciones distintas, los casos 2, 3 y 4 con cuatro intervalos, y los casos 5 y 6 con seis intervalos de estudio en Programación Dinámica.

Se puede apreciar en los gráficos V.2 y V.3, que en general, para un mismo número de intervalos de estudio, a mayor número de alternativas analizadas (mayor número de caudales turbinados estudiados), en cada sitio se obtiene como resultado soluciones de potencia con menor costo unitario, y por lo tanto, más favorables.

Sin embargo, se recomienda que al usar el programa se examinen diferentes números de caudales regulados ya que de esta forma se generan gran variedad de alternativas que permiten determinar la

mejor solución.

V.3.4 DETERMINACION DE LA POTENCIA MAXIMA POSIBLE.

En los casos 12 y 13 se determina la máxima potencia posible de generar. Para determinar esta potencia basta considerar un solo intervalo, y en ciertos casos un solo caudal regulado (el caudal medio), a menos que para éste sea imposible generar alternativas debido a limitaciones de altura u otras restricciones.

Es interesante hacer notar que la solución obtenida en el caso 12 no incluye ningún aprovechamiento en el sitio CINCO, a pesar de que este sitio parece conveniente desde el punto de vista económico y aparece en los aprovechamientos conjuntos. La razón por la cual no aparece este sitio en la solución del caso 12 es porque si se incluye algún aprovechamiento en el sitio CINCO éste estaría inundando alguna posición de la central correspondiente al sitio SIETE, (aguas arriba del sitio CINCO), por lo que habría que eliminar esa posible central y por lo tanto no se obtendría la mayor potencia. La potencia máxima producida (caso 12), es de 91565.54 Kw. El caso 13 demuestra lo dicho anteriormente. En este caso se eliminó la posición de la central del sitio SIETE que limitaba al sitio CINCO para ver si la energía producida en el sitio CINCO compensaba la que se dejaba de producir en el sitio SIETE. La energía máxima producida es de 83115.81 Kw. Como se puede observar resulta menor que la del caso anterior.

V.3.5 COMPARACION ENTRE LOS DOS METODOS ALTERNATIVOS CON DISTINTO TRATAMIENTO HIDROLOGICO.

La diferencia entre los dos tratamientos hidrológicos consiste en considerar en los caudales de entrada a cada sitio, la existencia de otros sitios aguas arriba (PROG7), o considerar como caudales de entrada a cada sitio los de la cuenca (PROGRAMA).

Se hicieron dos comparaciones, de manera de poder aceptar o rechazar la hipótesis de que en sitios alejados cuyos caudales son muy distintos en magnitud unos de otros, se podrían llegar a las mismas conclusiones con ambos tratamientos hidrológicos (en los programas PROG7 y PROGRAMA).

Al analizar los sitios DOS y NUEVE se puede observar a través de los resultados obtenidos al correr estos dos sitios con PROG7 y PROGRAMA (casos 7 y 9, respectivamente), que se pueden analizar como sitios aislados ya que los escurreimientos del DOS (ubicado aguas arriba), son comparativamente mucho menores en cuanto a magnitud que los del sitio NUEVE. Por lo tanto, las curvas de costo unitarios vs. energía tendieron a la misma forma (gráfico V.5).

Por otra parte, se analizaron los sitios SIETE y CUATRO, cuyos caudales no difieren mucho en magnitud, de manera que al correrlo con PROG7 y PROGRAMA (casos 8 y 10), se notara la influencia de

los caudales efluentes del sitio SIETE (ubicado aguas arriba de CUATRO), sobre éste último. Como se observa en el gráfico V.6, las curvas energía vs. costo unitario para los dos métodos resultaron bastante distintas, pudiéndose aceptar la hipótesis referida anteriormente.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

El presente trabajo consiste en la elaboración de un modelo que estudia a nivel preliminar, los sitios de aprovechamiento hidroeléctrico operando conjuntamente, de manera de determinar las características de cada sitio de aprovechamiento para la producción de potencia en forma óptima. Proporciona al ingeniero una herramienta útil en las decisiones referentes a la planificación de los recursos hidroeléctricos de una región. Se utilizó como técnica de optimización la Programación Dinámica, y dos criterios de selección de alternativas: (1) El mínimo costo unitario y (2) La mayor potencia posible de producir.

La solución obtenida no es para una potencia única a generar sino que por el contrario, el modelo determina las soluciones correspondientes a varias alternativas de potencia de modo que el ingeniero pueda elegir la más conveniente dependiendo de la demanda existente. Para cada alternativa de potencia se obtienen en cada sitio las características del aprovechamiento: el caudal turbinado, la altura de presa, las dimensiones del aliviadero, la cota de la central hidroeléctrica y el costo asociado con la generación de esa energía.

La potencia utilizada en el modelo es la media garantizable, es decir aquella que resulta de promediar las potencias generadas al turbinar caudales constantes y considerar las variaciones de la carga de agua resultante de las fluctuaciones del nivel de agua en

el embalse, vale decir que no se turbinan alivios.

El análisis de los costos incluye aquellos relacionados con la presa, el aliviadero, tubería forzada, túnel y los costos de la central hidroeléctrica; los cuales están contemplados en el "Manual de Costos de Aprovechamientos Hidroeléctricos. Nivel Preliminar", publicado por EDELCA; los demás costos contemplados en éste se toman en cuenta mediante un factor que depende de la potencia instalada, el cual afecta los costos anteriormente mencionados.

La estructura modular del programa de computación permite introducir en el modelo distintas rutinas para calcular los costos de obras de derivación, considerar pérdidas de carga en las conducciones y tomar en cuenta las curvas características de las turbinas y generadores. Por simplicidad, y dado que los estudios realizados con el modelo son a nivel preliminar, estas rutinas no han sido incorporadas en esta versión del modelo.

El caso del aprovechamiento hidroeléctrico del Río Guanare, Edo. Portuguesa se utilizó para ilustrar el uso del modelo. La optimización del aprovechamiento hidroeléctrico considerando cada sitio por separado se comparó con el caso de los sitios funcionando en conjunto. Se observó que al tomar en cuenta la regulación debida a los sitios aguas-arriba, disminuye el rango de variación de los caudales, lo cual a su vez permite disminuir la altura de presa necesaria y por lo tanto, lograr un menor costo.

Al realizar los estudios de sensibilidad del modelo se pudo observar que:

- Los resultados varían en función del número de caudales regulados estudiados, llegando a mejores soluciones a medida que éste aumenta.
- Los resultados varían dependiendo del número de intervalos que se estudian en la Programación Dinámica, pudiéndose observar que se consiguen resultados de potencia con menor costo unitario a medida que se aumenta el número de los mismos.

Al analizar sitios relativamente distantes entre sí y para los cuales los caudales de salida del sitio aguas-arriba son relativamente pequeños comparados con los caudales de entrada del sitio aguas abajo, no se observa mayor diferencia en los resultados obtenidos con los dos programas con diferente tratamiento hidrológico. Sin embargo, si se observan diferencias apreciables en los resultados obtenidos para sitios próximos entre sí, y donde los caudales aguas-arriba y aguas-abajo son del mismo orden de magnitud. Por tanto, se debe ser cuidadoso en el análisis del caso estudiado si se desea hacer uso del tratamiento hidrológico simplificado y así obtener las ventajas de espacio de memoria y menor tiempo de ejecución del mismo.

El uso del modelo permite al ingeniero sistematizar el estudio de

los aprovechamientos hidroeléctricos disponibles en una cuenca o en cuencas próximas, para así determinar cuales de los sitios ameritan mejorar la información disponible para ellos, a fin de que pasen a un estudio de nivel más avanzado.

Una posible extensión al modelo presentado en este trabajo especial y que puede ser objeto de futuros desarrollos se refiere a la consideración del aprovechamiento conjunto con diferentes factores de planta, permitiendo variar la potencia instalada en las centrales y así turbinar los alivios. También resulta de gran interés el considerar múltiples usos en el análisis de los aprovechamientos conjuntos. Es decir, además de tomar en cuenta los sitios como fuente hidroeléctrica, considerar que éstos pueden ser utilizados conjuntamente para control de crecientes, abastecimiento de agua, recreación etc.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Autor: (Varios)
"Documentos del Primer Seminario Interamericano de Hidroelectrificación ". Agosto, 1977.
- FUYES SALSILLI, Helena y GONZALEZ VAZQUEZ, María del Mar.
"Modelo de Operación Optima de un Embalse Hidroeléctrico " U.C.A.B., 1977.
- RUBINSTEIN STAROSTA, Jacobo
"Consideraciones Acerca del Uso de Medidas de Conservación de Agua en la Planificación Hidráulica de una Región ". IV Jornadas de Ingeniería Hidráulica. Junio, 1983.
- TAHIA, Handy A.
"Investigación de Operaciones. Una introducción ". Representaciones y servicios de ingeniería, S.A. Mexico, 1981
- HILLIER, Frederick y LIEBERMAN, Gerald
"Introduction to Operation Research ". Holden- Day, Inc 1972.
- KUIPER, Edward

"Desarrollo de los recursos Hidráulicos".

Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y
Tierras, 1969.

- INELECTRA - HARZA

"Manual de Costos de Obras de Aprovechamiento Hidroeléctrico.
Nivel Preliminar".
Edelca, 1980.

ANEXO A:
TABLAS DE DATOS

TABLA # 1

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE DOS

SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	10.06	2.22	5.57	12.59	40.88	53.84	61.83	48.30	26.65	39.02	15.32
2	4.71	2.00	0.71	0.11	13.36	32.10	49.87	82.65	35.65	24.40	31.07	28.43
3	14.85	13.38	3.00	2.01	0.30	1.94	27.47	39.59	50.03	45.84	39.27	23.71
4	20.35	13.41	8.64	4.00	1.30	0.19	23.78	11.77	29.86	56.91	49.46	29.44
5	35.94	36.10	18.94	7.23	5.00	6.52	0.94	3.07	13.29	30.74	39.07	44.36
6	31.09	34.55	14.52	9.07	3.23	6.00	14.90	4.39	8.07	19.46	62.81	45.86
7	31.26	28.63	27.44	22.05	18.62	6.14	7.00	0.92	0.54	0.62	24.91	28.58
8	35.95	39.84	48.46	27.18	20.24	15.78	7.64	8.00	21.90	11.80	1.58	15.75
9	41.53	69.74	44.27	32.10	29.57	40.28	24.96	7.04	9.00	2.76	0.41	0.06
10	16.57	18.29	28.29	58.18	33.57	54.19	19.10	37.34	20.47	10.00	5.45	0.74
11	0.11	21.45	33.10	55.41	59.56	41.72	34.59	38.05	12.53	18.09	11.00	2.71
12	0.41	16.82	29.10	43.26	53.42	68.60	34.77	28.04	36.06	7.22	7.82	12.00
13	7.53	6.44	6.44	47.58	26.15	54.67	45.20	36.47	30.79	40.00	20.53	11.30
14	13.00	6.57	12.80	4.21	17.36	8.13	28.03	28.22	24.86	29.10	32.08	11.17
15	31.22	14.00	8.43	10.54	3.06	17.81	35.54	45.01	43.03	34.70	21.24	30.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE TRES

SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	50.60	9.43	18.48	37.95	194.08	206.05	266.84	227.28	125.32	150.32	66.25
2	25.23	2.00	4.38	0.74	35.35	88.10	251.15	316.93	209.94	116.50	130.52	120.78
3	87.51	53.90	3.00	13.08	5.67	4.36	92.61	163.54	205.35	186.30	182.91	126.69
4	103.78	64.15	27.79	4.00	5.27	0.95	51.77	82.61	114.14	253.24	192.85	158.43
5	127.08	161.91	108.04	44.10	5.00	27.26	4.78	30.20	35.53	154.19	167.67	159.44
6	127.47	146.80	73.05	49.43	21.80	6.00	45.61	18.66	32.88	80.37	254.48	191.70
7	145.97	130.80	117.79	84.13	99.35	28.17	7.00	5.01	2.34	0.88	84.14	131.34
8	175.72	172.07	182.23	139.89	97.82	75.84	54.06	8.00	111.70	59.98	9.73	88.64
9	154.09	274.04	214.66	158.79	124.59	137.23	140.56	52.32	9.00	26.22	4.28	13.07
10	74.37	99.66	164.53	241.33	156.41	221.97	146.04	152.43	83.37	10.00	35.96	5.74
11	0.95	165.95	187.16	246.65	246.78	199.25	135.99	155.70	78.91	55.64	11.00	22.41
12	13.48	30.65	156.57	197.86	203.25	243.42	163.95	147.22	157.86	64.27	34.76	12.00
13	24.83	44.68	33.07	189.46	116.80	208.51	199.84	147.94	116.40	179.30	112.69	80.52
14	13.00	30.48	59.16	27.27	80.30	82.45	123.32	131.19	181.19	174.58	143.76	70.60
15	121.25	14.00	35.78	33.26	13.26	112.39	156.87	178.81	172.56	141.09	100.61	167.06

TABLA # 2

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CUATRO
SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	27.83	10.27	29.38	39.11	111.83	124.56	161.57	158.82	92.46	101.57	45.75
2	21.29	2.00	5.84	3.25	23.57	74.94	145.99	216.58	156.99	105.77	86.94	67.80
3	51.42	38.33	3.00	14.92	10.50	6.01	65.61	96.34	123.81	125.48	127.67	91.20
4	77.82	48.40	17.52	4.00	4.51	1.02	41.96	72.69	92.77	175.32	139.05	112.32
5	97.16	119.90	68.55	30.32	5.00	19.24	8.37	17.55	35.22	84.21	107.21	101.77
6	90.05	104.45	56.19	33.95	17.31	6.00	29.17	12.33	20.58	45.08	156.03	131.88
7	106.04	96.28	83.47	57.05	59.31	26.07	7.00	7.32	3.70	6.82	64.77	102.26
8	119.81	120.11	111.49	102.12	72.50	50.21	25.44	8.00	46.34	36.99	10.80	41.94
9	87.65	157.97	136.47	110.74	86.21	77.25	82.45	39.68	9.00	19.51	7.85	9.59
10	59.99	89.95	102.17	175.63	121.21	143.21	111.61	90.04	42.05	10.00	27.47	8.09
11	1.99	100.71	127.73	166.37	168.97	133.05	102.10	109.64	69.07	49.85	11.00	10.08
12	6.63	4.73	65.86	112.05	152.95	193.79	131.46	110.86	108.60	56.02	33.82	12.00
13	22.64	35.22	29.04	119.89	85.15	132.44	118.09	94.26	78.50	99.62	80.66	45.55
14	13.00	23.17	31.45	21.38	52.19	54.47	85.58	81.75	117.84	95.56	77.21	37.62
15	66.14	14.00	29.61	24.29	15.93	58.72	97.76	120.37	117.77	101.91	73.21	106.90

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CINCO
SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	0.36	0.02	1.80	63.64	112.97	113.89	122.67	92.88	80.13	50.84	25.88
2	13.94	2.00	32.95	20.09	0.90	29.38	85.06	167.84	114.34	74.01	84.96	58.84
3	90.59	16.50	3.00	3.62	1.50	1.64	63.42	73.33	132.84	159.64	82.51	126.60
4	67.36	71.62	16.39	4.00	15.05	0.79	0.07	11.08	106.06	160.18	146.55	100.08
5	78.45	87.82	29.34	36.81	5.00	1.86	0.09	0.57	88.34	106.35	141.90	180.41
6	92.25	93.92	87.16	18.64	15.44	6.00	4.83	18.10	17.36	144.10	76.31	136.59
7	94.50	73.24	55.92	86.04	38.69	23.00	7.00	7.21	28.53	9.42	82.63	39.09
8	110.24	72.63	124.12	91.33	75.11	11.36	59.12	8.00	6.38	10.14	0.61	42.44
9	71.44	86.91	123.19	98.92	81.11	94.27	25.91	25.14	9.00	88.62	42.86	107.00
10	131.70	116.77	177.94	153.26	103.30	76.78	43.34	66.58	45.45	10.00	2.63	0.31
11	20.39	35.38	49.98	94.67	123.84	56.55	75.49	50.46	56.60	3.28	11.00	12.58
12	1.28	5.02	55.69	60.27	59.53	75.13	84.11	109.76	92.80	61.24	2.70	12.00
13	3.53	5.49	57.19	36.07	86.54	103.88	56.19	52.93	56.60	85.25	40.75	7.83
14	13.00	1.18	2.23	31.84	86.73	98.23	212.14	162.04	98.20	54.42	23.12	2B.61
15	31.14	14.00	1.40	0.11	16.43	19.98	111.71	171.50	184.75	88.66	85.39	54.07

TABLA # 3

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE SIETE
SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	9.48	4.42	23.71	25.60	45.66	51.72	78.91	64.02	29.98	47.02	15.16
2	6.09	2.00	0.91	2.73	16.94	60.41	54.64	124.30	51.08	53.20	32.84	24.77
3	14.32	17.76	3.00	2.67	4.42	4.87	46.28	46.01	56.80	57.23	68.71	32.84
4	31.29	10.61	3.88	4.00	0.58	0.09	39.18	33.21	53.53	93.51	62.03	37.51
5	50.76	55.33	20.15	5.91	5.00	8.19	4.75	6.39	25.75	40.87	53.87	48.67
6	41.44	47.36	19.50	7.32	5.53	6.00	14.07	5.28	6.27	20.75	90.08	59.71
7	42.19	42.95	30.66	21.33	18.99	8.68	7.00	1.30	1.26	8.16	42.64	64.41
8	59.35	53.27	48.70	40.98	24.58	17.53	10.06	8.00	19.51	14.39	1.93	18.99
9	53.17	73.31	53.09	41.75	34.20	29.90	25.74	10.37	9.00	7.93	4.13	2.05
10	40.91	46.98	39.40	98.77	48.67	59.16	36.04	32.72	15.04	10.00	11.53	1.63
11	0.24	52.37	65.57	86.35	82.62	49.82	42.61	40.54	22.02	26.26	11.00	8.94
12	0.70	0.09	34.43	48.63	89.20	122.59	55.78	43.61	47.10	14.76	16.89	12.00
13	14.38	15.29	10.85	59.33	35.34	66.12	43.67	41.34	36.46	42.74	33.25	17.52
14	13.00	10.57	12.56	10.01	26.37	23.07	45.96	31.89	44.44	28.75	27.67	9.13
15	30.96	14.00	9.34	11.34	13.59	22.39	44.58	67.59	60.14	50.25	29.81	29.21

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE NUEVE
SERIE DE ESCURRIMIENTOS EN MM3/MES

ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1	1.00	85.19	29.52	45.11	75.08	297.75	346.22	445.28	418.11	263.61	272.70	136.90
2	60.88	2.00	17.82	6.07	50.99	149.02	381.12	534.74	418.58	266.49	233.66	206.82
3	154.25	107.25	3.00	44.26	20.44	11.88	147.66	264.91	335.40	343.21	335.95	243.62
4	202.89	127.57	60.67	4.00	17.41	4.20	80.32	146.57	214.92	422.62	362.72	312.18
5	246.93	296.20	206.07	96.67	5.00	54.05	19.29	45.47	66.96	227.57	287.31	293.73
6	254.84	268.21	158.05	100.29	48.29	6.00	71.68	37.20	51.02	125.64	391.46	359.11
7	282.77	267.10	228.77	172.76	173.92	72.19	7.00	21.31	8.33	7.79	140.46	237.69
8	310.25	320.13	318.41	262.56	191.01	140.21	88.61	8.00	148.06	105.73	33.19	116.95
9	238.43	432.39	382.94	293.84	231.76	231.36	234.51	114.78	9.00	56.08	18.72	22.07
10	126.09	187.68	275.39	417.87	316.64	372.98	292.11	262.87	149.64	10.00	77.30	23.30
11	5.99	234.95	321.43	429.85	444.57	373.13	268.29	293.44	176.75	120.10	11.00	52.43
12	25.05	33.82	198.31	325.30	373.16	459.21	331.20	283.97	283.28	145.29	83.32	12.00
13	51.50	77.88	64.35	299.54	231.24	355.99	340.59	272.13	214.20	281.90	226.17	142.06
14	13.00	68.51	94.88	55.46	131.25	140.80	218.03	240.70	306.36	289.19	248.39	130.67
15	187.12	14.00	84.53	61.71	34.06	163.36	257.28	316.00	315.56	269.93	198.76	287.64

TABLA # 4

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE DOS
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA	COORDENADA	PUNTO	COORDENADA	COORDENADA
	X	Y		X	Y
1	0.00	0.00	13	230.00	130.00
2	10.00	10.00	14	289.00	110.00
3	22.00	20.00	15	330.00	100.00
4	44.00	30.00	16	340.00	90.00
5	70.00	40.00	17	344.00	80.00
6	90.00	50.00	18	350.00	70.00
7	104.00	60.00	19	354.00	60.00
8	120.00	70.00	20	358.00	50.00
9	130.00	80.00	21	368.00	40.00
10	154.00	90.00	22	370.00	30.00
11	170.00	100.00	23	390.00	20.00
12	180.00	110.00	24	392.00	10.00
			25	400.00	0.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE TRES
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA	COORDENADA	PUNTO	COORDENADA	COORDENADA
	X	Y		X	Y
1	0.00	0.00	13	330.00	120.00
2	10.00	10.00	14	470.00	110.00
3	20.00	20.00	15	490.00	100.00
4	50.00	30.00	16	500.00	90.00
5	70.00	40.00	17	540.00	80.00
6	80.00	50.00	18	580.00	70.00
7	90.00	60.00	19	680.00	60.00
8	100.00	70.00	20	780.00	50.00
9	120.00	80.00	21	860.00	40.00
10	130.00	90.00	22	900.00	30.00
11	160.00	100.00	23	950.00	20.00
12	180.00	110.00	24	980.00	10.00
			25	1110.00	0.00

TABLA # 5

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CUATRO
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA	COORDENADA	PUNTO	COORDENADA	COORDENADA
	X	Y		X	Y
1	0.00	0.00	13	646.00	130.00
2	27.00	10.00	14	916.00	120.00
3	46.00	20.00	15	1015.00	110.00
4	77.00	30.00	16	1085.00	100.00
5	115.00	40.00	17	1131.00	90.00
6	200.00	60.00	18	1177.00	80.00
7	231.00	70.00	19	1238.00	70.00
8	246.00	80.00	20	1292.00	60.00
9	277.00	90.00	21	1400.00	40.00
10	300.00	100.00	22	1462.00	30.00
11	346.00	110.00	23	1500.00	20.00
12	385.00	120.00	24	1569.00	10.00
			25	1654.00	0.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CINCO
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA	COORDENADA	PUNTO	COORDENADA	COORDENADA
	X	Y		X	Y
1	0.00	0.00	12	150.00	110.00
2	8.00	10.00	13	196.00	100.00
3	16.00	20.00	14	208.00	90.00
4	42.00	30.00	15	218.00	80.00
5	64.00	40.00	16	232.00	70.00
6	76.00	50.00	17	254.00	60.00
7	86.00	60.00	18	268.00	50.00
8	92.00	70.00	19	276.00	40.00
9	98.00	80.00	20	296.00	30.00
10	102.00	90.00	21	318.00	20.00
11	108.00	100.00	22	324.00	10.00
			23	336.00	0.00

TABLA # 6

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE SIETE
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	0.00	0.00	13	410.00	140.00
2	10.00	10.00	14	465.00	130.00
3	75.00	20.00	15	475.00	120.00
4	120.00	30.00	16	495.00	110.00
5	175.00	40.00	17	505.00	100.00
6	230.00	60.00	18	510.00	90.00
7	260.00	70.00	19	585.00	70.00
8	295.00	90.00	20	610.00	60.00
9	310.00	100.00	21	655.00	40.00
10	325.00	110.00	22	685.00	30.00
11	340.00	120.00	23	710.00	20.00
12	355.00	130.00	24	730.00	10.00
			25	780.00	0.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE NUEVE
 COORDENADAS DEL PERFIL POR EL EJE DE PRESA (MTS.)

PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y	PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	0.00	0.00	6	1240.00	50.00
2	70.00	10.00	7	1900.00	40.00
3	200.00	20.00	8	2000.00	30.00
4	580.00	30.00	9	2040.00	20.00
5	640.00	40.00	10	2070.00	10.00
			11	2100.00	0.00

TABLA # 7

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE DOS
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	750.00	0.00	0.00	7	820.00	70.00	30.50
1	760.00	10.00	1.00	8	830.00	80.00	42.00
2	770.00	20.00	3.00	9	840.00	90.00	52.00
3	780.00	30.00	5.50	10	850.00	100.00	70.00
4	790.00	40.00	10.00	11	860.00	110.00	82.50
5	800.00	50.00	16.00	12	870.00	120.00	102.50
6	810.00	60.00	23.00	13	880.00	130.00	130.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE TRES
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	270.00	0.00	0.00	7	340.00	70.00	500.00
1	280.00	10.00	10.00	8	350.00	80.00	640.00
2	290.00	20.00	30.00	9	360.00	90.00	850.00
3	300.00	30.00	50.00	10	370.00	100.00	1080.00
4	310.00	40.00	100.00	11	380.00	110.00	1400.00
5	320.00	50.00	180.00	12	390.00	120.00	1750.00
6	330.00	60.00	300.00	13	400.00	130.00	2100.00
				14	410.00	140.00	2540.00

TABLA # 8

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CUATRO
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	280.00	0.00	0.00	4	360.00	80.00	400.00
1	300.00	20.00	27.00	5	380.00	100.00	600.00
2	320.00	40.00	100.00	6	400.00	120.00	900.00
3	340.00	60.00	233.00	7	420.00	140.00	1200.00
				8	440.00	160.00	1613.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CINCO
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	350.00	0.00	0.00	6	410.00	60.00	50.00
1	360.00	10.00	2.50	7	420.00	70.00	75.00
2	370.00	20.00	5.00	8	430.00	80.00	95.00
3	380.00	30.00	10.00	9	440.00	90.00	150.00
4	390.00	40.00	16.00	10	450.00	100.00	200.00
5	400.00	50.00	30.00	11	460.00	110.00	265.00

TABLA # 9

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE SIETE
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	450.00	0.00	0.00	7	520.00	70.00	100.00
1	460.00	10.00	4.00	8	530.00	80.00	128.00
2	470.00	20.00	10.00	9	540.00	90.00	160.00
3	480.00	30.00	20.00	10	550.00	100.00	204.00
4	490.00	40.00	30.00	11	560.00	110.00	258.00
5	500.00	50.00	50.00	12	570.00	120.00	330.00
6	510.00	60.00	74.00	13	580.00	130.00	400.00
				14	590.00	140.00	484.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE NUEVE
CURVA COTA-CAPACIDAD

PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)	PUNTO	COTA (m.s.n.m.)	ALTURA (m)	CAPACIDAD (MM3)
0	190.00	0.00	0.00	3	220.00	30.00	210.00
1	200.00	10.00	15.00	4	230.00	40.00	425.00
2	210.00	20.00	75.00	5	240.00	50.00	750.00

TABLA # 10

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE DOS

Altura máxima (Mts.) = 110
 Volumen de sedimentos (Hm³) = 7.78
 Cota del pozo disipador (Mts) = 750
 Tiempo base (Hrs) = 17
 Caudal pico (M³/seg) = 1878
 Longitud de tubería de trasvase (Mts) = 0
 Longitud de tunel de trasvase (Mts) = 0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
750.00	0.00	0.00
600.00	600.00	5,200.00
630.00	1,300.00	3,400.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE TRES

Altura máxima (Mts.) = 120
 Volumen de sedimentos (Hm³) = 21.26
 Cota del pozo disipador (Mts) = 270
 Tiempo base (Hrs) = 17
 Caudal pico (M³/seg) = 4081.2
 Longitud de tubería de trasvase (Mts) = 0
 Longitud de tunel de trasvase (Mts) = 0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
270.00	0.00	0.00

TABLA # 11

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CUATRO

Altura máxima (Mts.)	=	130
Volumen de sedimentos (Hm3)	=	1.99
Cota del pozo disipador (Mts)	=	270
Tiempo base (Hrs)	=	17
Caudal pico (M3/seg)	=	1090.077
Longitud de tubería de trasvase (Mts)	=	0
Longitud de tunel de trasvase (Mts)	=	0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
270.00	0.00	0.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE CINCO

Altura máxima (Mts.)	=	110
Volumen de sedimentos (Hm3)	=	12
Cota del pozo disipador (Mts)	=	350
Tiempo base (Hrs)	=	17
Caudal pico (M3/seg)	=	2089.57
Longitud de tubería de trasvase (Mts)	=	0
Longitud de tunel de trasvase (Mts)	=	0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
350.00	0.00	0.00

TABLA # 12

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE SIETE

Altura máxima (Mts.) = 140
 Volumen de sedimentos (Hm³) = 8.22
 Cota del pozo disipador (Mts) = 440
 Tiempo base (Hrs) = 17
 Caudal pico (M³/seg) = 2002
 Longitud de tubería de trasvase (Mts) = 0
 Longitud de tunel de trasvase (Mts) = 0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
440.00	0.00	0.00
430.00	170.00	1,400.00
420.00	750.00	1,700.00

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO DE GUANARE NUEVE

Altura máxima (Mts.) = 50
 Volumen de sedimentos (Hm³) = 3.37
 Cota del pozo disipador (Mts) = 190
 Tiempo base (Hrs) = 17
 Caudal pico (M³/seg) = 2080.91
 Longitud de tubería de trasvase (Mts) = 0
 Longitud de tunel de trasvase (Mts) = 0

Alternativas de cota de central hidroeléctrica

Cota (M.S.N.M.)	Longitud tubería forzada (MTS)	Longitud túnel (MTS)
190.00	0.00	0.00

GRAFICO N° 1
SITIO GUANARE DOS
SECCION EJE PRESA

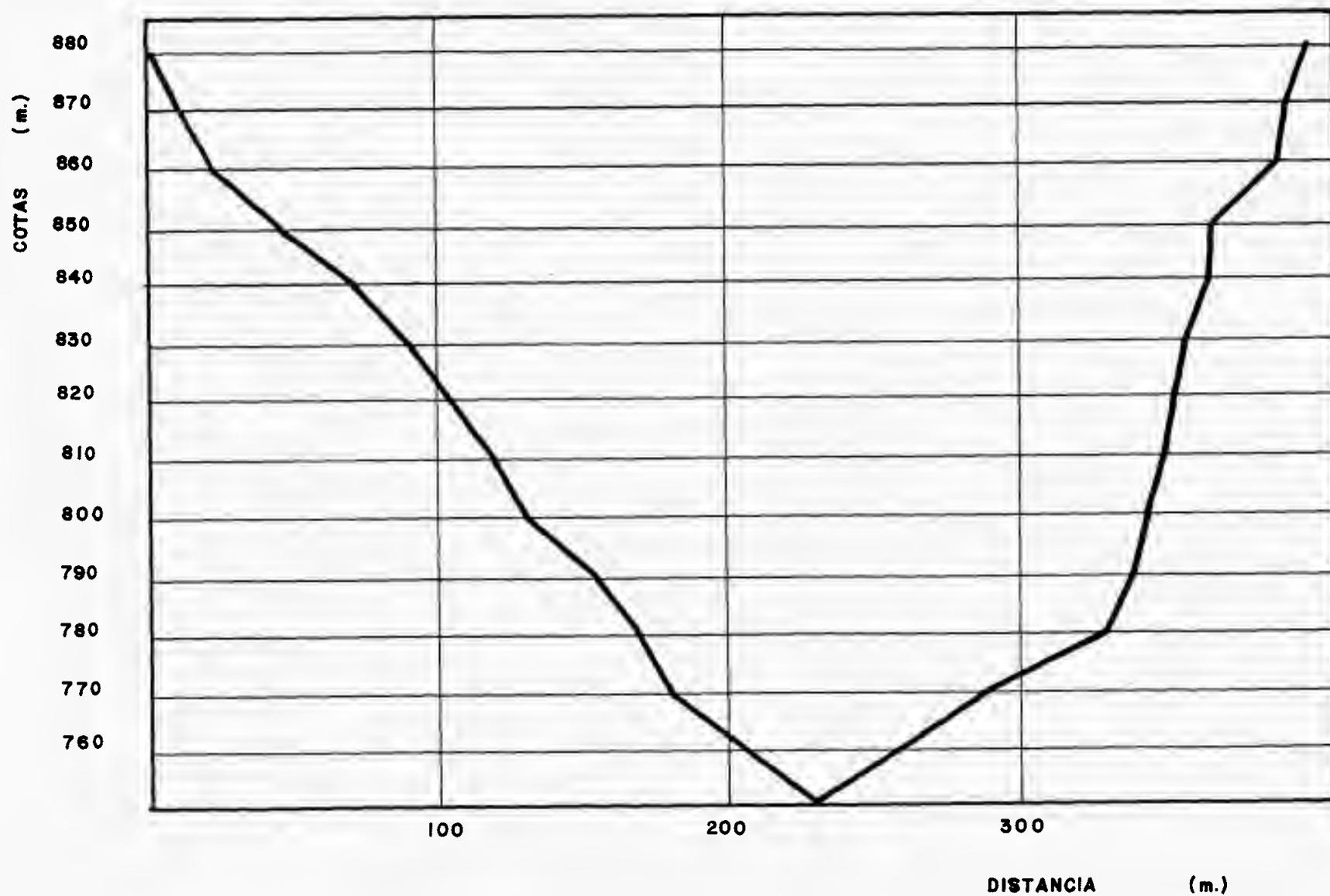


GRAFICO N° 2
SITIO GUANARE TRES
SECCION EJE PRESA



GRAFICO N° 3
SITIO GUANARE CUATRO
SECCION EJE PRESA

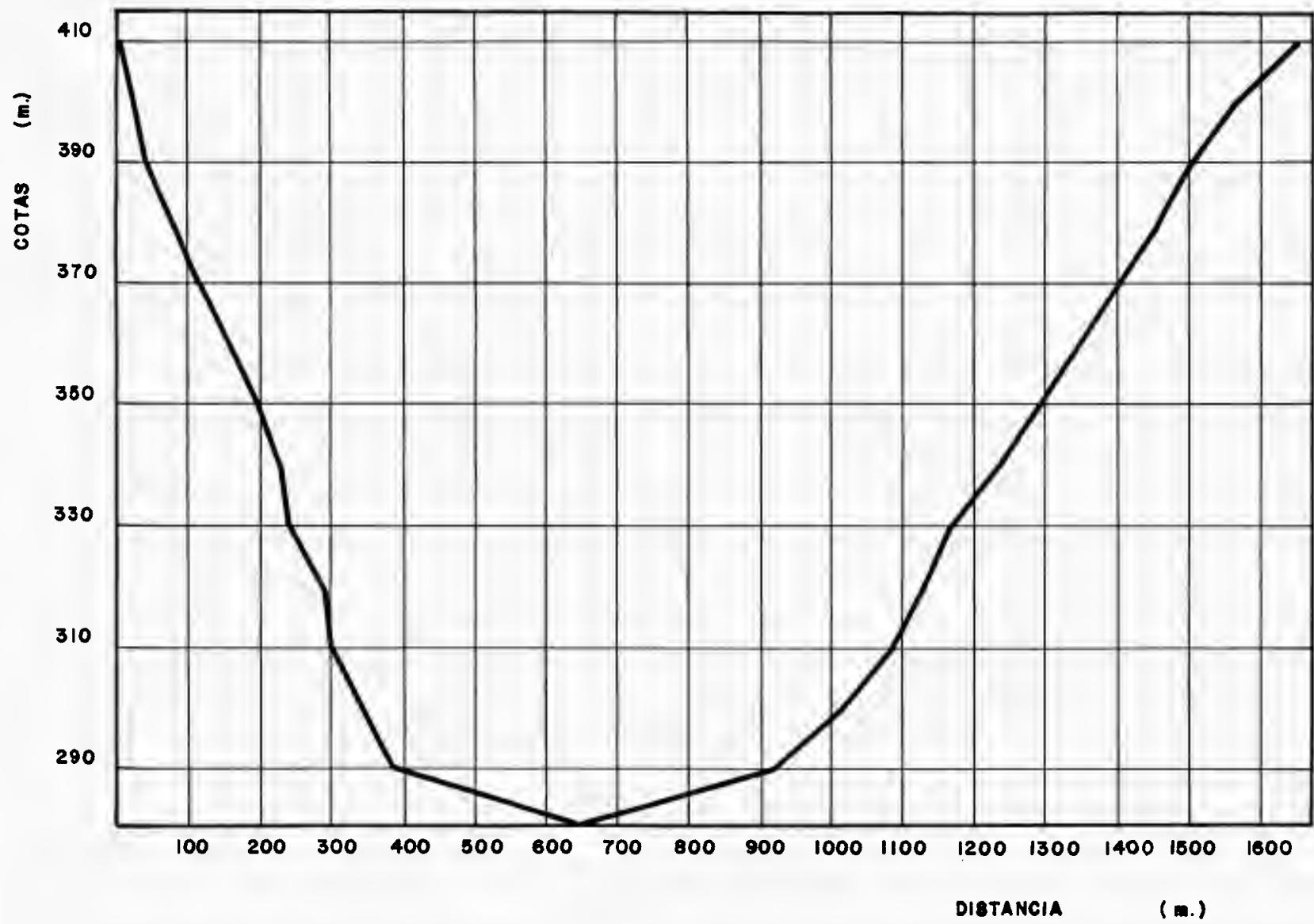


GRAFICO N° 4
SITIO GUANARE CINCO
SECCION EJE PRESA



GRAFICO N° 5
SITIO GUANARE SIETE
SECCION EJE PRESA

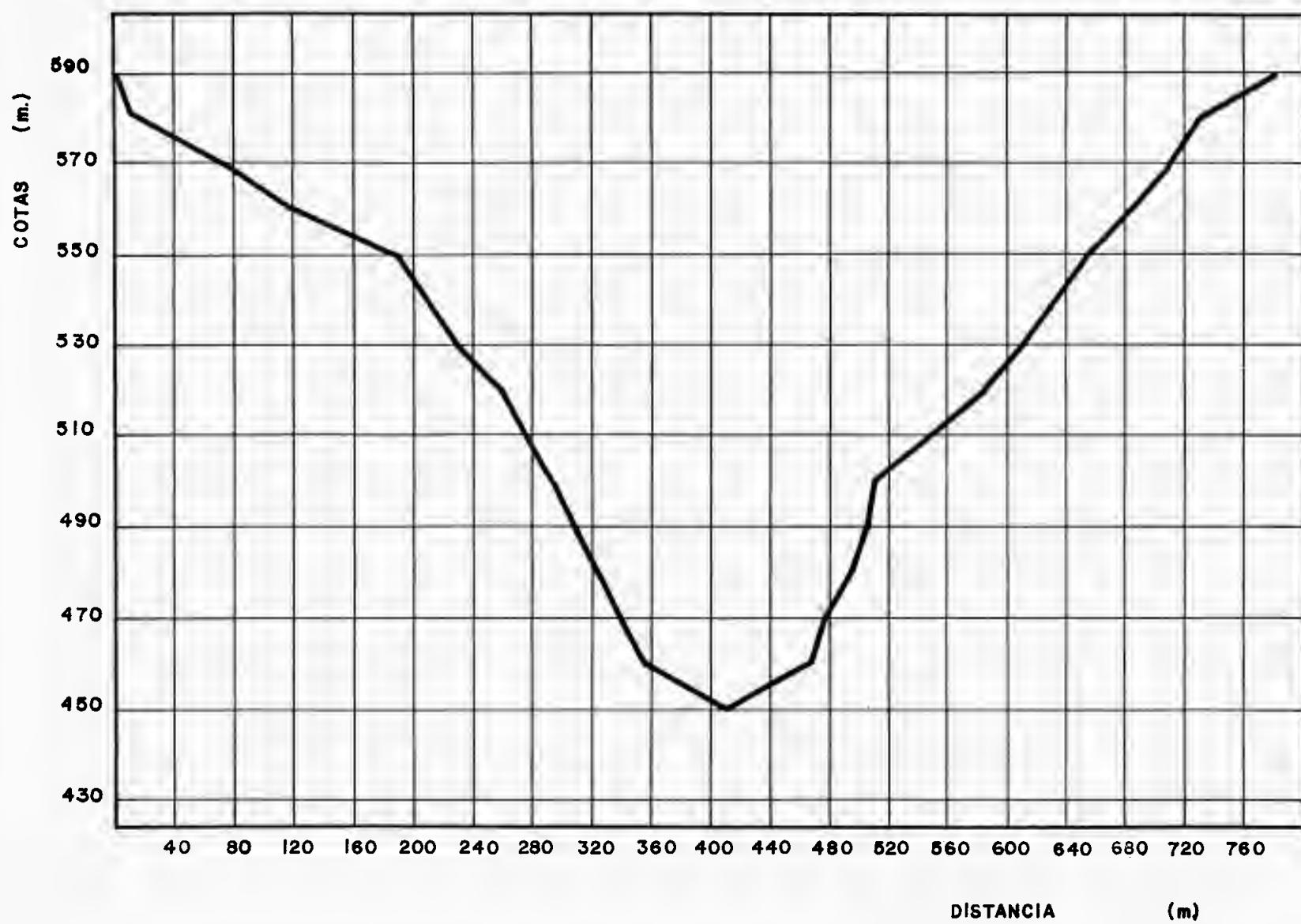
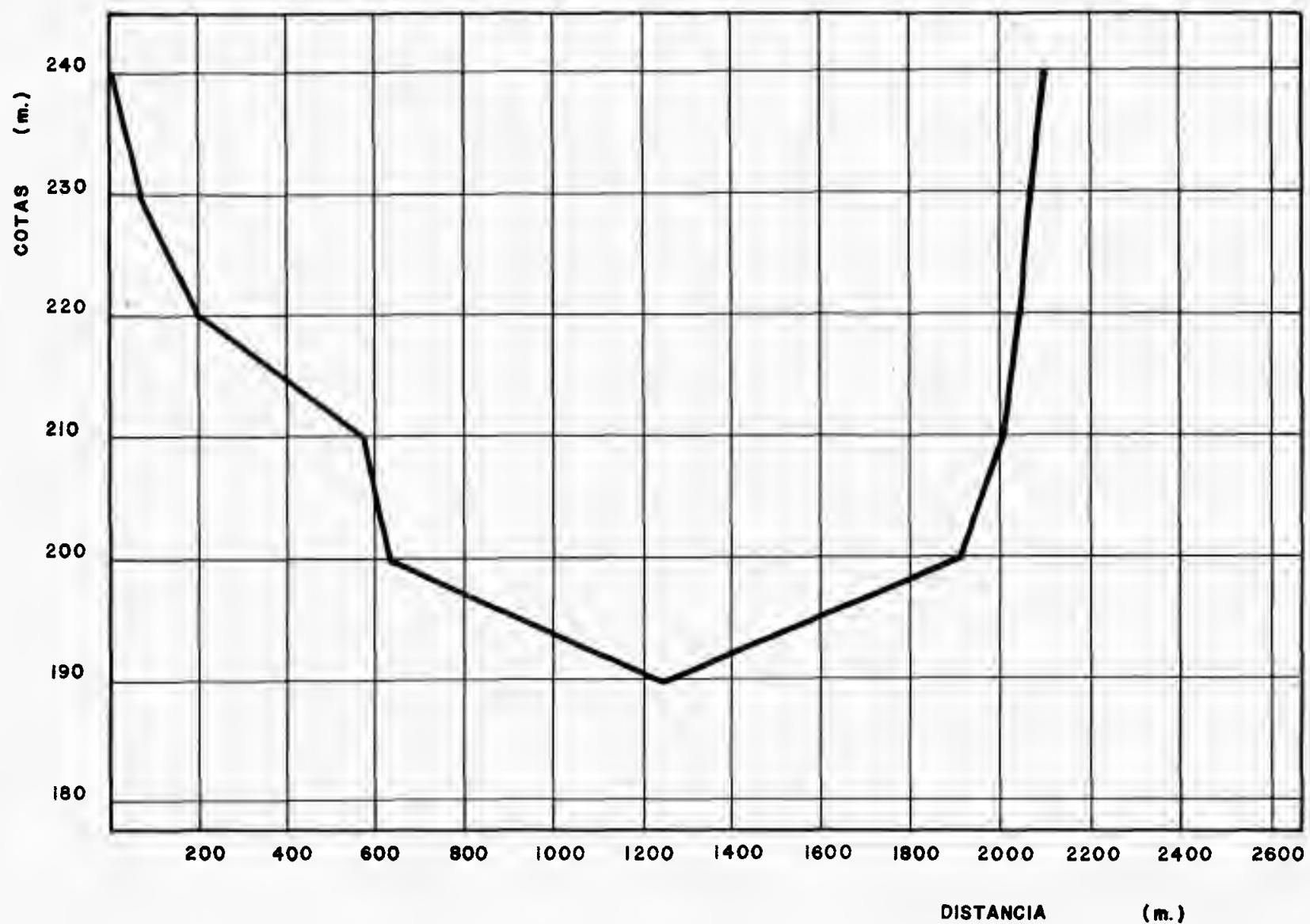


GRAFICO N° 6
SITIO GUANARE NUEVE
SECCION EJE PRESA



ANEXO B:
TABLAS DE RESULTADOS

Caso #1

Número de intervalos de estudio en la F. D.=2

Número de caudales regulados a estudiar=4

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 14,108.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						14,108.35	336.38

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.332	0.377	0.443	0.542	0.649
20	0.220	0.265	0.320	0.435	0.559
30	0.188	0.235	0.289	0.415	0.547
40	0.175	0.225	0.278	0.410	0.545
50	0.169	0.221	0.275	0.409	0.544

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 26,020.70 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						26,020.70	691.99

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.370	0.420	0.494	0.605	0.724
20	0.246	0.296	0.357	0.485	0.623
30	0.210	0.263	0.322	0.462	0.610
40	0.195	0.251	0.310	0.457	0.608
50	0.189	0.246	0.306	0.456	0.607

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
428.32	420.00	3,271.22	160.30
444.32	420.00	7,844.54	257.34
423.21	420.00	3,107.81	146.19
444.38	420.00	8,101.34	256.71
457.63	420.00	13,661.24	338.63

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
399.97	350.00	21,623.04	1,733.58
401.31	350.00	22,214.97	1,775.12

Caso #2

Número de intervalos de estudio en la P. D.=4

Número de caudales regulados a estudiar=2

PROYECTO: GUANAKE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,912.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs\$10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	-	-	-	-	-	-	-
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						11,912.35	355.61

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.416	0.472	0.555	0.679	0.813
20	0.276	0.332	0.400	0.544	0.700
30	0.235	0.295	0.361	0.519	0.694
40	0.219	0.282	0.348	0.513	0.682
50	0.212	0.276	0.344	0.512	0.682

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 20,466.40 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	56.18	52.47	38.00	7	270.00	8,554.05	258.88
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	9	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						20,466.40	614.49

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.418	0.475	0.558	0.683	0.818
20	0.277	0.334	0.403	0.548	0.704
30	0.237	0.297	0.364	0.522	0.688
40	0.220	0.283	0.350	0.516	0.686
50	0.213	0.278	0.346	0.515	0.686

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 39,543.64 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	56.18	52.47	38.00	5	270.00	8,554.05	258.88
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
Siete	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	165.07	41.90	7.00	5	190.00	19,077.24	696.97
TOTAL						39,543.64	1311.47

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.462	0.524	0.616	0.754	0.903
20	0.306	0.369	0.445	0.605	0.777
30	0.262	0.328	0.402	0.577	0.760
40	0.243	0.313	0.387	0.570	0.758
50	0.235	0.307	0.382	0.568	0.757

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 51,330.27 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	112.45	102.84	30.00	5	270.00	26,006.08	840.33
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						51,330.27	1644.62

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS./KWH)

TASA INTERES (%) AÑOS	5	8	10	15	20
10	0.446	0.507	0.595	0.729	0.872
20	0.296	0.356	0.430	0.584	0.751
30	0.253	0.316	0.388	0.557	0.735
40	0.235	0.302	0.374	0.551	0.732
50	0.227	0.297	0.369	0.549	0.732

PROYECTO: GUANARE

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
444.32	440.00	7,844.54	261.59
444.32	420.00	7,844.54	261.59
446.36	420.00	8,438.14	266.35

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
401.31	350.00	22,214.97	1,775.12

Caso #:

Número de intervalos regulares a estudio = 4
Número de intervalos de estudio en la P., D. = 4

Número de caudales regulados a estudio = 4

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 14,108.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						14,108.35	336.38

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.332	0.377	0.443	0.542	0.649
20	0.220	0.265	0.320	0.435	0.559
30	0.188	0.235	0.289	0.415	0.547
40	0.175	0.225	0.278	0.410	0.545
50	0.169	0.221	0.275	0.409	0.544

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 26,020.70 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						26,020.70	691.99

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.370	0.420	0.494	0.605	0.724
20	0.246	0.296	0.357	0.485	0.623
30	0.210	0.263	0.322	0.462	0.610
40	0.195	0.251	0.310	0.457	0.608
50	0.189	0.246	0.306	0.456	0.607

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 38,887.48 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM ³ /MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10 ⁶)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	152.37	29.75	20.00	7	190.00	12,866.79	403.96
TOTAL						38,887.48	1095.96

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.393	0.446	0.524	0.641	0.767
20	0.260	0.313	0.378	0.514	0.661
30	0.222	0.279	0.341	0.490	0.646
40	0.207	0.266	0.329	0.484	0.644
50	0.200	0.261	0.324	0.483	0.644

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 82,483.45 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	112.45	102.84	30.00	5	270.00	26,006.08	848.33
CUATRO	57.37	50.99	34.00	7	270.00	10,123.87	452.81
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	197.93	41.64	17.00	3	190.00	21,029.30	646.85
TOTAL						82,483.45	2744.28

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.464	0.526	0.618	0.757	0.906
20	0.307	0.370	0.446	0.607	0.780
30	0.262	0.329	0.403	0.578	0.763
40	0.244	0.314	0.388	0.572	0.760
50	0.236	0.308	0.383	0.570	0.760

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximos (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
444.32	440.00	7,844.54	257.34
428.32	420.00	3,271.22	160.30
444.32	420.00	7,844.54	257.34
423.21	420.00	3,107.81	146.19
444.38	420.00	8,101.34	256.71
457.63	420.00	13,661.24	338.63
432.29	420.00	3,564.13	175.98
446.36	420.00	8,438.14	265.70

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
401.31	350.00	22,214.97	1,775.12

Caso #4

Número de intervalos de estudio en la P. D.=4

Número de caudales regulados a estudiar=8

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,912.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	-	-	-	-	-	-	-
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						11,912.35	355.61

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.416	0.472	0.555	0.679	0.813
20	0.276	0.332	0.400	0.544	0.700
30	0.235	0.295	0.361	0.519	0.684
40	0.219	0.282	0.348	0.513	0.692
50	0.212	0.276	0.344	0.512	0.682

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 18,933.86 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						18,933.86	438.67

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	4	8	10	15	20
10	0.323	0.366	0.430	0.527	0.631
20	0.214	0.258	0.311	0.423	0.543
30	0.183	0.229	0.281	0.403	0.531
40	0.170	0.219	0.270	0.398	0.529
50	0.164	0.214	0.267	0.397	0.529

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 38,874.38 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SEIS	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	127.01	20.92	32.00	7	190.00	8,028.17	196.81
TOTAL						38,874.38	991.09

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.355	0.403	0.474	0.580	0.694
20	0.235	0.283	0.342	0.465	0.598
30	0.201	0.252	0.309	0.443	0.585
40	0.187	0.240	0.298	0.438	0.582
50	0.181	0.236	0.294	0.437	0.582

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 50,999.77 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DDS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	42.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	184.17	42.12	7.00	5	190.00	20,153.56	703.22
TOTAL						50,999.77	1497.50

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	8	9	10	15	20
10	0.409	0.464	0.546	0.668	0.800
20	0.271	0.326	0.394	0.536	0.688
30	0.232	0.290	0.356	0.511	0.673
40	0.216	0.277	0.343	0.505	0.671
50	0.208	0.272	0.338	0.503	0.670

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS

POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (kW)	COSTO (Bs*10^6)
444.32	440.00	7,844.54	257.19
451.78	440.00	10,459.58	294.31
424.92	420.00	3,127.37	148.48
433.85	420.00	5,279.83	186.11
444.35	420.00	7,969.66	256.98
451.83	420.00	10,646.56	293.93
457.59	420.00	13,400.17	338.62
423.21	420.00	3,107.81	146.19
433.92	420.00	5,354.72	185.99
444.38	420.00	8,101.34	256.57
451.87	420.00	10,829.17	293.81
457.63	420.00	13,661.24	338.37
422.07	420.00	1,538.75	137.70
432.29	420.00	3,564.13	176.26
440.91	420.00	5,957.69	237.45
446.36	420.00	8,438.14	265.75

PROYECTO: GUANARE

453.07 420.00 11,319.59 305.64

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10 ⁶)
355.84	350.00	14,158.93	736.19
401.31	350.00	22,214.97	1,775.02

Caso #5

Número de intervalos de estudio en la P. D.=6

Número de caudales regulados a estudiar=4

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 8,554.05 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	56.18	52.47	38.00	9	270.00	8,554.05	258.88
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						8,554.05	258.88

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	4	6	10	15	20
10	0.422	0.479	0.562	0.688	0.824
20	0.280	0.336	0.406	0.552	0.709
30	0.239	0.299	0.366	0.526	0.694
40	0.222	0.285	0.353	0.520	0.691
50	0.215	0.280	0.348	0.519	0.691

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 14,108.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs\$10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						14,108.35	336.38

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.332	0.377	0.443	0.542	0.649
20	0.220	0.265	0.320	0.435	0.559
30	0.188	0.235	0.289	0.415	0.547
40	0.175	0.225	0.278	0.410	0.545
50	0.169	0.221	0.275	0.409	0.544

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 32,231.21 KW

SITIO	CAUDAL TURBINAOD (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	84.27	61.10	40.00	7	270.00	14,108.35	336.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	101.58	20.08	32.00	9	190.00	6,210.51	177.23
TOTAL						32,231.21	869.22

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.376	0.426	0.501	0.613	0.734
20	0.249	0.300	0.362	0.492	0.632
30	0.213	0.266	0.327	0.469	0.618
40	0.198	0.254	0.315	0.464	0.616
50	0.191	0.250	0.311	0.462	0.616

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 44,774.56 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	84.33	57.04	31.00	8	270.00	13,237.71	300.97
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
Siete	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	101.62	20.07	32.00	9	190.00	6,212.67	177.23
TOTAL						44,774.56	1274.49

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.397	0.450	0.529	0.647	0.775
20	0.263	0.316	0.382	0.519	0.667
30	0.224	0.281	0.345	0.495	0.653
40	0.209	0.268	0.332	0.489	0.650
50	0.202	0.263	0.328	0.488	0.650

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 57,354.40 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	84.33	57.04	31.00	8	270.00	13,237.71	300.97
CUATRO	57.37	50.99	34.00	9	270.00	10,123.87	452.81
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	152.49	20.16	28.00	6	190.00	8,668.63	174.32
TOTAL						57,354.40	1724.39

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.419	0.475	0.559	0.684	0.819
20	0.278	0.334	0.403	0.548	0.705
30	0.237	0.297	0.364	0.523	0.689
40	0.221	0.284	0.351	0.517	0.687
50	0.213	0.278	0.346	0.515	0.687

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 68,879.25 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	84.33	57.04	31.00	8	270.00	13,237.71	300.97
CUATRO	57.37	50.99	34.00	7	270.00	10,123.87	452.81
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	177.90	41.77	19.00	3	190.00	20,193.48	643.76
TOTAL						68,879.25	2193.83

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.444	0.504	0.592	0.724	0.867
20	0.294	0.354	0.427	0.581	0.747
30	0.251	0.315	0.386	0.554	0.730
40	0.234	0.300	0.372	0.547	0.728
50	0.226	0.295	0.367	0.546	0.727

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximos (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (kW)	COSTO (Bs*10^6)
423.09	420.00	3,007.16	153.63
443.81	420.00	7,740.27	270.75
457.20	420.00	11,988.27	341.55
428.32	420.00	3,271.22	160.30
444.32	420.00	7,844.54	257.34
457.97	420.00	13,461.90	% 899999.98E+19
457.50	420.00	13,660.65	% 899999.98E+19
444.38	430.00	8,101.34	256.71
457.63	430.00	13,661.24	338.63
457.16	430.00	14,318.17	% 899999.98E+19
423.21	420.00	3,107.81	146.19
444.38	420.00	8,101.34	256.71
457.63	420.00	13,661.24	338.63
457.16	420.00	14,318.17	% 899999.98E+19
432.29	420.00	3,584.13	175.98
446.36	420.00	8,438.14	265.70

PROYECTO. GUANARE

457.83	420.00	14,009.30	Rs 899999.98E+19
457.92	420.00	14,028.66	Rs 899999.98E+19

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs\$10^6)
400.87	350.00	21,160.47	1,765.45
399.97	350.00	21,623.04	1,733.58
401.31	350.00	22,214.97	1,775.12

Caso #6

Número de intervalos de estudio en la P. D.=6

Número de caudales regulados a estudiar=8

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,355.26 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	70.23	57.15	33.00	8	270.00	11,355.26	297.56
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						11,355.26	297.56

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.365	0.414	0.487	0.596	0.714
20	0.242	0.291	0.351	0.478	0.614
30	0.207	0.259	0.317	0.456	0.601
40	0.192	0.247	0.306	0.450	0.599
50	0.186	0.243	0.302	0.449	0.598

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 18,933.86 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO ' "	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
Siete	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						18,933.86	438.67

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.323	0.366	0.430	0.527	0.631
20	0.214	0.258	0.311	0.423	0.543
30	0.183	0.229	0.281	0.403	0.531
40	0.170	0.219	0.270	0.398	0.529
50	0.164	0.214	0.267	0.397	0.529

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 25,491.74 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	126.96	17.52	56.00	10	190.00	6,557.88	185.62
TOTAL						25,491.74	624.29

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.341	0.387	0.455	0.557	0.667
20	0.226	0.272	0.328	0.447	0.574
30	0.193	0.242	0.297	0.426	0.561
40	0.180	0.231	0.286	0.421	0.560
50	0.174	0.227	0.282	0.420	0.559

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 38,874.38 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	-	-	-	-	-	-	-
TRES	98.32	70.60	36.00	9	270.00	18,933.86	438.67
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	127.01	20.92	32.00	9	190.00	8,028.17	196.81
TOTAL						38,874.38	991.09

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	4	8	10	15	20
10	0.355	0.403	0.474	0.580	0.694
20	0.235	0.283	0.342	0.465	0.598
30	0.201	0.252	0.309	0.443	0.585
40	0.187	0.240	0.298	0.438	0.582
50	0.181	0.236	0.294	0.437	0.582

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 51,595.92 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	98.39	67.64	28.00	9	270.00	18,243.63	403.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	127.03	20.91	32.00	9	190.00	8,028.10	196.78
TOTAL						51,595.92	1396.45

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.377	0.428	0.503	0.616	0.737
20	0.250	0.301	0.363	0.494	0.634
30	0.213	0.267	0.328	0.471	0.621
40	0.199	0.255	0.316	0.465	0.618
50	0.192	0.251	0.312	0.464	0.618

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 63,676.70 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	98.39	67.64	28.00	9	270.00	18,243.63	403.38
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	184.19	42.06	7.00	5	190.00	20,108.88	701.63
TOTAL						63,676.70	1901.30

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.416	0.472	0.555	0.679	0.813
20	0.276	0.332	0.400	0.545	0.700
30	0.235	0.295	0.362	0.519	0.685
40	0.219	0.282	0.349	0.513	0.682
50	0.212	0.276	0.344	0.512	0.682

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
444.24	440.00	7,872.94	271.72
451.79	440.00	10,483.66	311.29
457.27	440.00	12,087.45	340.35
420.97	420.00	1,503.90	134.47
428.32	420.00	3,271.22	160.30
437.85	420.00	5,491.92	226.27
444.32	420.00	7,844.54	257.19
451.78	420.00	10,459.58	294.31
424.92	420.00	3,127.37	148.48
433.85	420.00	5,279.83	186.11
444.35	420.00	7,969.66	256.98
451.83	420.00	10,646.56	293.93
457.59	420.00	13,400.17	338.62
423.21	420.00	3,107.81	146.19
433.92	420.00	5,354.72	185.99
444.38	420.00	8,101.34	256.57

PROYECTO: GUANARE

451.87	420.00	10,829.17	293.81
457.63	420.00	13,661.24	338.37
427.67	420.00	1,649.57	153.12
438.03	420.00	3,839.40	221.70
443.30	420.00	6,137.44	247.83
450.08	420.00	8,776.79	282.87
457.04	420.00	11,725.63	324.47
422.07	420.00	1,538.75	137.70
432.29	420.00	3,564.13	176.26
440.91	420.00	5,957.69	237.45
446.36	420.00	8,438.14	265.75
453.07	420.00	11,319.59	305.64

PARA EL SITIO CUATRO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (kW)	COSTO (Bs*10^6)
355.84	350.00	14,158.93	736.19
401.31	350.00	22,214.97	1,775.02

Caso #7

Número de intervalos de estudio en la P.D. = 6

Número de caudales regulados a estudiar = 8

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 3,531.66 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	6.33	62.51	39.00	8	630.00	3,531.66	162.61
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						3,531.66	162.61

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.641	0.728	0.855	1.047	1.254
20	0.425	0.512	0.617	0.840	1.079
30	0.363	0.455	0.559	0.801	1.056
40	0.338	0.434	0.537	0.791	1.052
50	0.326	0.426	0.530	0.789	1.051

PROYECTO. GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,869.72 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	12.66	88.20	36.00	8	630.00	7,869.72	308.66
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						7,869.72	308.66

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.546	0.620	0.729	0.892	1.068
20	0.362	0.436	0.526	0.715	0.919
30	0.309	0.387	0.475	0.682	0.899
40	0.288	0.370	0.458	0.674	0.896
50	0.278	0.363	0.452	0.672	0.896

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,726.63 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	5	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						11,726.63	384.34

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.457	0.518	0.609	0.745	0.892
20	0.303	0.364	0.439	0.598	0.768
30	0.258	0.324	0.397	0.570	0.751
40	0.241	0.309	0.383	0.563	0.749
50	0.232	0.303	0.377	0.562	0.748

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 16,863.51 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	6.33	62.51	39.00	8	630.00	3,531.66	162.61
NUEVE	126.92	38.27	7.00	7	190.00	13,331.85	644.67
TOTAL						16,863.51	807.28

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	10	10	15	20
10	0.667	0.757	0.889	1.089	1.303
20	0.442	0.532	0.642	0.873	1.122
30	0.377	0.473	0.580	0.832	1.098
40	0.351	0.452	0.559	0.823	1.094
50	0.339	0.443	0.551	0.820	1.093

PROYECTO. GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 20,794.78 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	6	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	101.58	31.19	21.00	9	190.00	9,068.15	524.13
TOTAL						20,794.78	908.47

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.609	0.691	0.812	0.994	1.190
20	0.404	0.486	0.586	0.797	1.024
30	0.344	0.431	0.529	0.760	1.002
40	0.321	0.412	0.510	0.751	0.998
50	0.310	0.404	0.503	0.749	0.998

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 28,331.44 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	6	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	152.37	40.99	39.00	6	190.00	16,604.81	701.42
TOTAL						28,331.44	1085.76

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.534	0.606	0.712	0.872	1.043
20	0.354	0.426	0.514	0.699	0.898
30	0.302	0.379	0.464	0.666	0.879
40	0.281	0.361	0.447	0.659	0.876
50	0.272	0.355	0.441	0.657	0.875

Caso#8

Número de intervalos de estudio en la F.D. = 6

Número de caudales regulados a estudiar = 8

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 5,599.28 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	21.36	61.93	41.00	7	420.00	5,599.28	203.64
TOTAL						5,599.28	203.64

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.507	0.575	0.676	0.827	0.990
20	0.336	0.404	0.488	0.663	0.853
30	0.287	0.359	0.440	0.632	0.834
40	0.267	0.343	0.425	0.625	0.831
50	0.258	0.337	0.419	0.623	0.830

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,559.53 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	28.76	12.65	38.00	8	270.00	1,960.25	87.28
SIETE	21.36	61.93	41.00	7	420.00	5,599.28	203.64
TOTAL						7,559.53	290.93

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.536	0.608	0.715	0.875	1.048
20	0.355	0.428	0.516	0.702	0.902
30	0.303	0.380	0.466	0.669	0.882
40	0.282	0.363	0.449	0.661	0.879
50	0.273	0.356	0.443	0.660	0.879

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 12,600.97 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	38.42	15.13	36.00	8	270.00	2,884.65	97.33
SIETE	29.90	91.82	42.00	6	420.00	9,716.32	391.88
TOTAL						12,600.97	489.21

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.541	0.614	0.721	0.883	1.057
20	0.359	0.432	0.521	0.708	0.910
30	0.306	0.383	0.470	0.675	0.890
40	0.285	0.366	0.453	0.667	0.887
50	0.275	0.359	0.447	0.665	0.886

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 17,551.93 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	57.63	39.68	34.00	7	270.00	7,835.61	324.84
SIETE	29.90	91.82	42.00	6	420.00	9,716.32	391.88
TOTAL						17,551.93	716.72

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.569	0.646	0.759	0.929	1.112
20	0.377	0.454	0.548	0.745	0.957
30	0.322	0.403	0.494	0.710	0.936
40	0.300	0.385	0.477	0.702	0.933
50	0.290	0.378	0.470	0.700	0.932

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 23,110.30 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	67.30	44.26	33.00	7	270.00	9,758.19	374.24
SIETE	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
TOTAL						23,110.30	1042.81

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.629	0.713	0.838	1.026	1.229
20	0.417	0.502	0.605	0.823	1.058
30	0.356	0.446	0.546	0.785	1.035
40	0.331	0.426	0.527	0.776	1.031
50	0.320	0.418	0.520	0.773	1.030

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 29,282.06 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	76.91	91.19	25.00	6	270.00	15,929.95	1165.43
SIETE	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
TOTAL						29,282.06	1834.00

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.873	0.990	1.164	1.425	1.705
20	0.578	0.696	0.840	1.142	1.468
30	0.494	0.619	0.758	1.089	1.436
40	0.460	0.591	0.731	1.076	1.431
50	0.444	0.580	0.721	1.073	1.430

Caso#9

Número de intervalos de estudio en la F.D. = 6

Número de caudales regulados a estudiar = 8

Utiliza "PROGRAMA"

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 3,531.66 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	6.33	62.51	39.00	8	630.00	3,531.66	162.61
NUEVE							
TOTAL						3,531.66	162.61

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.641	0.728	0.855	1.047	1.254
20	0.425	0.512	0.617	0.840	1.079
30	0.363	0.455	0.558	0.801	1.056
40	0.338	0.434	0.537	0.791	1.052
50	0.326	0.426	0.530	0.789	1.051

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,869.72 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	12.66	99.20	36.00	8	630.00	7,869.72	308.66
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						7,869.72	308.66

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.546	0.620	0.729	0.892	1.068
20	0.362	0.436	0.526	0.715	0.919
30	0.309	0.387	0.475	0.682	0.899
40	0.288	0.370	0.458	0.674	0.896
50	0.278	0.363	0.452	0.672	0.896

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,726.63 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.99	61.00	6	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						11,726.63	384.34

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.457	0.518	0.609	0.745	0.892
20	0.303	0.364	0.439	0.598	0.768
30	0.258	0.324	0.397	0.570	0.751
40	0.241	0.309	0.383	0.563	0.749
50	0.232	0.303	0.377	0.562	0.748

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 12,845.89 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	6	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	25.38	14.52	46.00	10	190.00	1,119.27	174.73
TOTAL						12,845.89	559.07

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.606	0.688	0.809	0.990	1.185
20	0.402	0.484	0.584	0.794	1.020
30	0.343	0.430	0.527	0.757	0.998
40	0.319	0.411	0.508	0.748	0.994
50	0.309	0.403	0.501	0.746	0.994

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 19,987.89 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	15.83	96.04	38.00	8	630.00	10,080.93	356.80
NUEVE	101.54	34.18	42.00	7	190.00	9,906.96	551.42
TOTAL						19,987.89	908.21

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	#	6	8	10	15	20
10		0.633	0.718	0.844	1.034	1.237
20		0.420	0.505	0.609	0.829	1.065
30		0.358	0.449	0.550	0.790	1.042
40		0.333	0.429	0.530	0.781	1.038
50		0.322	0.421	0.523	0.779	1.038

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 25,327.75 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIAPDO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	6	630.00	11,726.63	384.34
NUEVE	126.92	38.90	41.00	6	190.00	13,601.13	642.71
TOTAL						25,327.75	1027.05

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	5	8	10	15	20
10	0.565	0.641	0.753	0.922	1.104
20	0.375	0.451	0.544	0.740	0.951
30	0.320	0.401	0.491	0.705	0.930
40	0.298	0.382	0.473	0.697	0.926
50	0.288	0.375	0.467	0.695	0.926

Caso#10

Número de intervalos de estudio en la F.D. = 6

Número de caudales regulados a estudiar = 8

Utiliza "PROGRAMA"

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 5,599.28 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	21.36	61.93	41.00	7	420.00	5,599.28	203.64
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						5,599.28	203.64

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.507	0.575	0.676	0.827	0.990
20	0.336	0.404	0.488	0.663	0.853
30	0.287	0.359	0.440	0.632	0.834
40	0.267	0.343	0.425	0.625	0.831
50	0.258	0.337	0.419	0.623	0.830

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,369.01 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	25.63	73.18	40.00	7	420.00	7,369.01	284.96
CUATRO	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL						7,369.01	284.96

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.539	0.611	0.718	0.880	1.053
20	0.357	0.430	0.519	0.705	0.907
30	0.305	0.382	0.468	0.672	0.887
40	0.284	0.365	0.451	0.665	0.883
50	0.274	0.358	0.445	0.663	0.883

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 16,954.23 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
Siete	25.63	73.18	40.00	7	420.00	7,369.01	284.96
CUATRO	57.31	53.36	37.00	10	270.00	9,585.22	545.34
TOTAL						16,954.23	830.31

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.682	0.774	0.910	1.114	1.333
20	0.452	0.544	0.657	0.893	1.148
30	0.386	0.484	0.593	0.851	1.123
40	0.359	0.462	0.572	0.842	1.119
50	0.347	0.453	0.564	0.839	1.118

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 19,301.54 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	29.90	91.82	42.00	6	420.00	9,716.32	391.88
CUATRO	57.31	53.36	37.00	10	270.00	9,585.22	545.34
TOTAL						19,301.54	937.23

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.676	0.768	0.902	1.104	1.322
20	0.448	0.540	0.651	0.886	1.138
30	0.383	0.480	0.588	0.844	1.113
40	0.356	0.458	0.567	0.835	1.109
50	0.344	0.449	0.559	0.832	1.109

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 22,937.33 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
CUATRO	57.31	53.36	37.00	10	270.00	9,585.22	545.34
TOTAL						22,937.33	1213.92

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.737	0.837	0.983	1.204	1.441
20	0.489	0.588	0.710	0.965	1.241
30	0.417	0.523	0.641	0.920	1.213
40	0.388	0.499	0.618	0.910	1.209
50	0.375	0.490	0.609	0.907	1.208

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 30,718.59 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	29.90	91.82	42.00	6	420.00	9,716.32	391.88
CUATRO	76.41	114.86	39.00	7	270.00	21,002.27	1823.40
TOTAL						30,718.59	2215.28

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	1.005	1.140	1.340	1.640	1.964
20	0.666	0.802	0.967	1.315	1.691
30	0.569	0.712	0.873	1.254	1.653
40	0.529	0.680	0.842	1.239	1.648
50	0.511	0.668	0.830	1.236	1.647

Caso#11

Estudia los sitios individuales.

Número de intervalos de estudio en la F.D. = 4

Número de caudales regulados a estudiar = 8

Utiliza "PROGRAMA"

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 1,934.47 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	3.17	48.66	40.00	8	600.00	1,934.47	139.13
TOTAL						1,934.47	139.13

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	1.002	1.137	1.336	1.636	1.958
20	0.664	0.799	0.964	1.312	1.686
30	0.567	0.710	0.871	1.250	1.649
40	0.528	0.678	0.840	1.236	1.643
50	0.510	0.666	0.828	1.233	1.642

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 6,524.26 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	9.50	76.12	39.00	8	600.00	6,524.26	289.33
TOTAL						6,524.26	289.33

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.618	0.701	0.824	1.009	1.207
20	0.410	0.493	0.595	0.809	1.040
30	0.350	0.438	0.537	0.771	1.017
40	0.325	0.418	0.518	0.762	1.013
50	0.314	0.411	0.511	0.760	1.013

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 9,042.05 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	12.66	89.20	36.00	8	600.00	9,042.05	354.92
TOTAL						9,042.05	354.92

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AROS	6	8	10	15	20
10	0.547	0.621	0.729	0.893	1.069
20	0.363	0.436	0.526	0.716	0.920
30	0.310	0.388	0.475	0.682	0.900
40	0.288	0.370	0.458	0.675	0.897
50	0.278	0.363	0.452	0.673	0.896

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 13,411.84 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	61.00	8	600.00	13,411.84	441.07
TOTAL						13,411.84	441.07

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.458	0.520	0.611	0.748	0.895
20	0.304	0.366	0.441	0.600	0.771
30	0.259	0.325	0.398	0.572	0.754
40	0.241	0.310	0.384	0.565	0.751
50	0.233	0.304	0.379	0.564	0.751

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 5,818.40 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
TRES	42.14	46.69	38.00	10	270.00	5,818.40	258.54
TOTAL						5,818.40	258.54

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.619	0.703	0.826	1.011	1.210
20	0.410	0.494	0.596	0.810	1.042
30	0.350	0.439	0.538	0.773	1.019
40	0.326	0.419	0.519	0.764	1.015
50	0.315	0.411	0.512	0.762	1.015

PROYECTO. GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 11,355.26 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
TRES	70.23	57.15	37.00	8	270.00	11,355.26	322.82
TOTAL						11,355.26	322.82

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.396	0.450	0.528	0.647	0.774
20	0.263	0.316	0.381	0.518	0.666
30	0.224	0.281	0.344	0.494	0.652
40	0.209	0.268	0.332	0.489	0.650
50	0.202	0.263	0.327	0.487	0.649

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 18,933.86 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
TRES	98.32	70.60	38.00	7	270.00	18,933.86	480.72
TOTAL						18,933.86	480.72

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.354	0.401	0.472	0.578	0.691
20	0.235	0.282	0.340	0.463	0.595
30	0.200	0.251	0.307	0.441	0.582
40	0.186	0.239	0.296	0.436	0.580
50	0.180	0.235	0.292	0.435	0.580

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 26,302.97 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
TRES	112.36	103.76	18.00	6	270.00	26,302.97	874.46
TOTAL						26,302.97	874.46

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.463	0.526	0.618	0.756	0.905
20	0.307	0.370	0.446	0.606	0.779
30	0.262	0.328	0.403	0.578	0.762
40	0.244	0.314	0.388	0.571	0.760
50	0.236	0.308	0.383	0.570	0.759

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 3,560.76 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	28.65	32.52	47.00	10	270.00	3,560.76	287.36
TOTAL						3,560.76	287.36

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	1.124	1.276	1.499	1.836	2.197
20	0.745	0.897	1.082	1.472	1.892
30	0.636	0.797	0.977	1.403	1.850
40	0.592	0.761	0.942	1.387	1.844
50	0.572	0.747	0.929	1.383	1.843

PROYECTO. GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 9,585.22 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	57.31	53.36	37.00	10	270.00	9,585.22	545.34
TOTAL						9,585.22	545.34

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	5	8	10	15	20
10	0.793	0.900	1.057	1.294	1.549
20	0.525	0.632	0.763	1.038	1.334
30	0.449	0.562	0.689	0.989	1.304
40	0.418	0.537	0.664	0.978	1.300
50	0.403	0.527	0.655	0.975	1.299

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 14,012.30 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	66.86	71.51	42.00	7	270.00	14,012.30	863.97
TOTAL						14,012.30	863.97

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.859	0.975	1.145	1.402	1.679
20	0.569	0.685	0.827	1.124	1.445
30	0.486	0.609	0.747	1.072	1.414
40	0.453	0.582	0.720	1.060	1.409
50	0.437	0.571	0.710	1.057	1.408

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 21,002.27 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CUATRO	76.41	114.86	39.00	7	270.00	21,002.27	1823.40
TOTAL						21,002.27	1823.40

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	1.209	1.373	1.613	1.975	2.364
20	0.802	0.965	1.164	1.583	2.035
30	0.685	0.857	1.051	1.509	1.991
40	0.637	0.819	1.013	1.492	1.984
50	0.616	0.804	1.000	1.488	1.982

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 2,923.40 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CINCO	15.81	62.77	58.00	10	350.00	2,923.40	169.62
TOTAL						2,923.40	169.62

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.909	0.917	1.078	1.320	1.580
20	0.536	0.645	0.778	1.058	1.360
30	0.458	0.573	0.703	1.009	1.330
40	0.426	0.547	0.677	0.997	1.326
50	0.411	0.537	0.668	0.994	1.325

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 5,151.14 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CINCO	23.72	76.11	44.00	10	350.00	5,151.14	248.41
TOTAL						5,151.14	248.41

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.672	0.762	0.896	1.097	1.313
20	0.445	0.536	0.647	0.879	1.130
30	0.380	0.476	0.584	0.838	1.106
40	0.354	0.455	0.563	0.829	1.102
50	0.342	0.446	0.555	0.827	1.101

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,682.11 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CINCO	31.63	85.78	41.00	10	350.00	7,682.11	291.89
TOTAL						7,682.11	291.89

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.529	0.601	0.706	0.864	1.035
20	0.351	0.422	0.509	0.693	0.891
30	0.300	0.375	0.460	0.661	0.871
40	0.279	0.358	0.444	0.653	0.868
50	0.269	0.352	0.437	0.651	0.868

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA 11,912.35 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
CINCO	43.49	99.13	58.00	8	350.00	11,912.35	355.61
TOTAL						11,912.35	355.61

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AROS	4	6	8	10	15	20
10	0.416	0.472	0.555	0.679	0.813	
20	0.276	0.332	0.400	0.544	0.700	
30	0.235	0.295	0.361	0.519	0.684	
40	0.219	0.282	0.348	0.513	0.682	
50	0.212	0.276	0.344	0.512	0.682	

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 3,188.06 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	17.09	54.75	42.00	7	440.00	3,188.06	145.39
TOTAL						3,188.06	145.39

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.635	0.721	0.847	1.037	1.242
20	0.421	0.507	0.611	0.832	1.069
30	0.360	0.450	0.552	0.793	1.046
40	0.335	0.430	0.532	0.784	1.042
50	0.323	0.422	0.525	0.782	1.041

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 5,599.28 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM ³ /MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10 ⁶)
SIETE	21.36	61.93	41.00	7	420.00	5,599.28	203.64
TOTAL						5,599.28	203.64

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	4	8	10	15	20
10	0.507	0.575	0.676	0.827	0.990
20	0.336	0.404	0.488	0.663	0.853
30	0.287	0.359	0.440	0.632	0.834
40	0.267	0.343	0.425	0.625	0.831
50	0.258	0.337	0.419	0.623	0.830

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 7,369.01 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
SIETE	25.63	73.18	40.00	7	420.00	7,369.01	284.96
TOTAL						7,369.01	284.96

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.539	0.611	0.718	0.880	1.053
20	0.357	0.430	0.519	0.705	0.907
30	0.305	0.382	0.468	0.672	0.887
40	0.284	0.365	0.451	0.665	0.883
50	0.274	0.358	0.445	0.663	0.883

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 13,352.11 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM ³ /MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs. ^{-10^6})
SIETE	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
TOTAL						13,352.11	668.57

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.698	0.792	0.930	1.139	1.363
20	0.462	0.557	0.671	0.913	1.174
30	0.395	0.495	0.606	0.871	1.148
40	0.368	0.472	0.585	0.861	1.144
50	0.355	0.464	0.577	0.858	1.143

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 1,119.27 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
NUEVE	25.38	14.52	46.00	10	190.00	1,119.27	174.73
TOTAL						1,119.27	174.73

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	2.175	2.468	2.900	3.551	4.251
20	1.442	1.735	2.093	2.847	3.660
30	1.231	1.542	1.890	2.714	3.579
40	1.146	1.473	1.822	2.683	3.567
50	1.107	1.445	1.797	2.676	3.565

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 6,470.27 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
NUEVE	76.15	29.14	35.00	8	190.00	6,470.27	456.77
TOTAL						6,470.27	456.77

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.983	1.116	1.312	1.606	1.922
20	0.652	0.785	0.947	1.288	1.655
30	0.557	0.697	0.855	1.227	1.619
40	0.518	0.666	0.824	1.213	1.613
50	0.501	0.653	0.813	1.210	1.612

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 9,906.96 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA*	ANCHO ALIVIADERO	CARGA SOBRE ALIVIADERO	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
NUEVE	101.54	34.18	42.00	7	190.00	9,906.96	551.42
TOTAL						9,906.96	551.42

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.775	0.880	1.034	1.266	1.516
20	0.514	0.619	0.746	1.015	1.305
30	0.439	0.550	0.674	0.968	1.276
40	0.409	0.525	0.650	0.957	1.272
50	0.395	0.515	0.641	0.954	1.271

PROYECTO: GUANARE

SOLUCION OPTIMA PARA POTENCIA = 13,601.13 KW

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
NUEVE	126.92	38.90	41.00	6	190.00	13,601.13	642.71
TOTAL						13,601.13	642.71

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) ANOS	6	8	10	15	20
10	0.658	0.747	0.878	1.075	1.287
20	0.436	0.525	0.634	0.862	1.108
30	0.373	0.467	0.572	0.822	1.083
40	0.347	0.446	0.552	0.812	1.080
50	0.335	0.437	0.544	0.810	1.079

Caso #12

Cálculo de la potencia máxima.

Número de intervalos de estudio en la P. D.=1

Número de caudales regulados a estudiar=1

Número de caudales regulados a estudiar sitio Cinco=8

PROYECTO: GUANARE

MAXIMA POTENCIA POSIBLE DE GENERAR EN EL APROVECHAMIENTO CONJUNTO DEBIDO A LA MAXIMA ALTURA PERMISIBLE Y/O AL CAUDAL MEDIO

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	112.45	102.84	2.00	5	270.00	26,006.08	813.31
CUATRO	76.91	91.19	41.00	8	270.00	15,929.94	1136.32
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	34.17	125.37	40.00	5	420.00	13,352.11	668.57
NUEVE	205.38	45.00	50.00	1	190.00	22,865.56	727.83
TOTAL						91,565.54	3786.71

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.576	0.654	0.768	0.941	1.126
20	0.382	0.460	0.555	0.754	0.969
30	0.326	0.408	0.501	0.719	0.948
40	0.304	0.390	0.483	0.711	0.945
50	0.293	0.383	0.476	0.709	0.944

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
423.07	420.00	1,538.75	148.98
432.29	420.00	3,564.13	188.38
440.91	420.00	5,957.69	248.85
446.36	420.00	8,438.14	279.31
453.07	420.00	11,319.59	320.34
457.05	420.00	12,799.88	340.45

Caso #13

Cálculo de la potencia máxima.

Número de intervalos de estudio en la F. D.=1

Número de caudales regulados a estudiar=1

Número de caudales regulados a estudiar sitio Cinco=8

No estudia la central hidroeléctrica del sitio Siete situada
en la cota 420 m.s.n.m.

PROYECTO: GUANARE

MAXIMA POTENCIA POSIBLE DE GENERAR EN EL APROVECHAMIENTO
CONJUNTO DEBIDO A LA MAXIMA ALTURA PERMISIBLE Y/O AL CAUDAL MEDIO

SITIO	CAUDAL TURBINADO (MM3/MES)	ALTURA PRESA* (M)	ANCHO ALIVIADERO (M)	CARGA SOBRE ALIVIADERO (M)	COTA CENTRAL (M.S.N.M.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
DOS	18.20	101.89	60.00	6	600.00	13,411.84	440.68
TRES	112.45	102.84	2.00	5	270.00	26,006.08	813.31
CUATRO	76.41	114.86	30.00	8	270.00	21,002.27	1709.64
CINCO	-	-	-	-	-	-	-
SIETE	-	-	-	-	-	-	-
NUEVE	204.93	45.00	15.00	3	190.00	22,695.62	727.69
TOTAL						83,115.81	3691.32

* Nivel de aguas normales.

COSTO UNITARIO (BS/KW-H)

TASA INTERES (%) AÑOS	6	8	10	15	20
10	0.619	0.702	0.825	1.010	1.209
20	0.410	0.494	0.596	0.810	1.041
30	0.350	0.439	0.538	0.772	1.018
40	0.326	0.419	0.518	0.763	1.015
50	0.315	0.411	0.511	0.761	1.014

REPORTE DE ALTERNATIVAS RESTRINGIDAS
POR INUNDAR A LA CENTRAL AGUAS ARRIBA

Las potencias no pueden generarse debido a que la cota del nivel de aguas máximo (N.A.M.) en el sitio en estudio, es mayor que la cota de la central en el sitio aguas arriba.

PARA EL SITIO CINCO

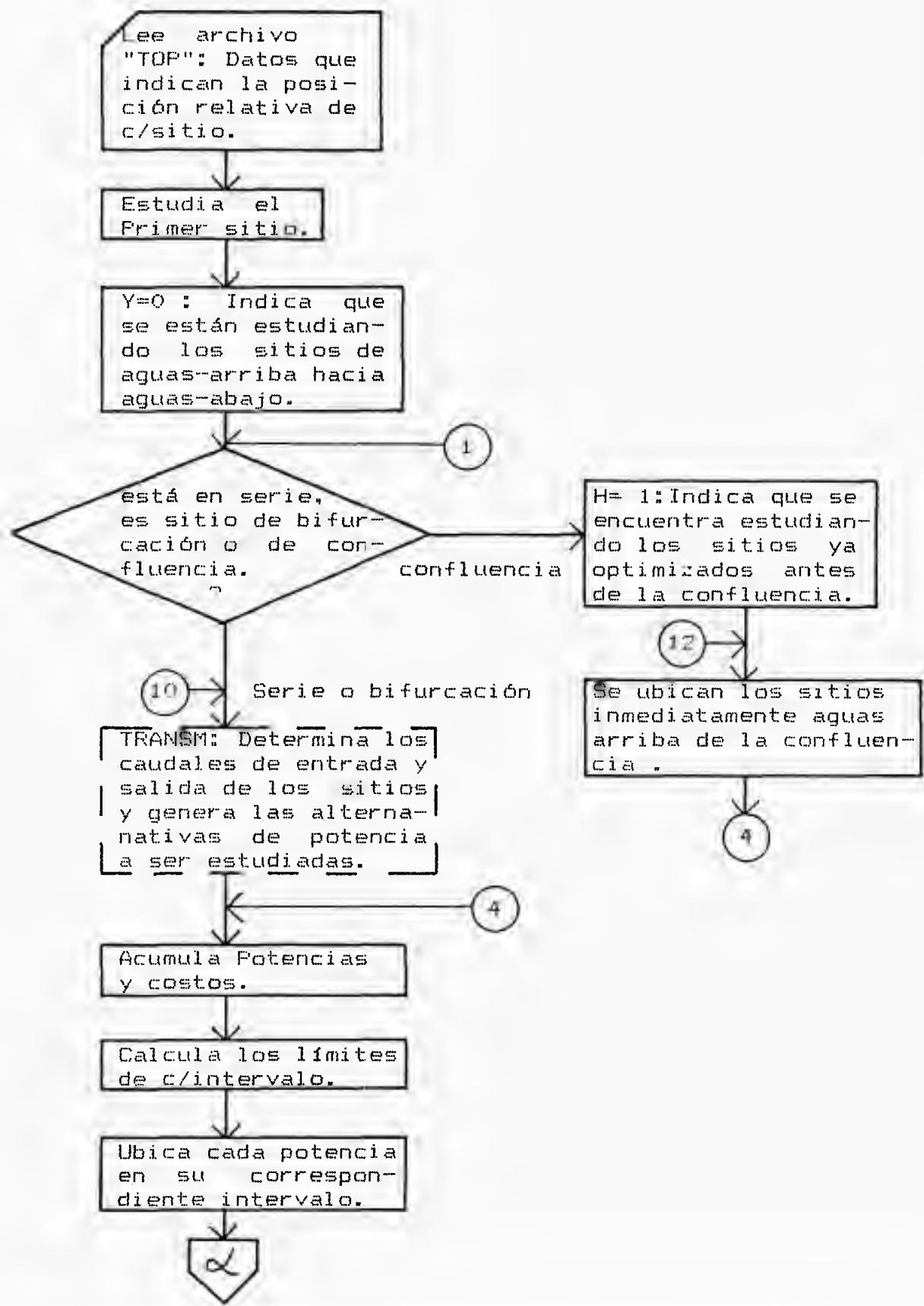
COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
432.29	430.00	3,564.13	178.12
440.91	430.00	5,957.69	236.77
446.36	430.00	8,438.14	266.16
453.07	430.00	11,319.59	305.75

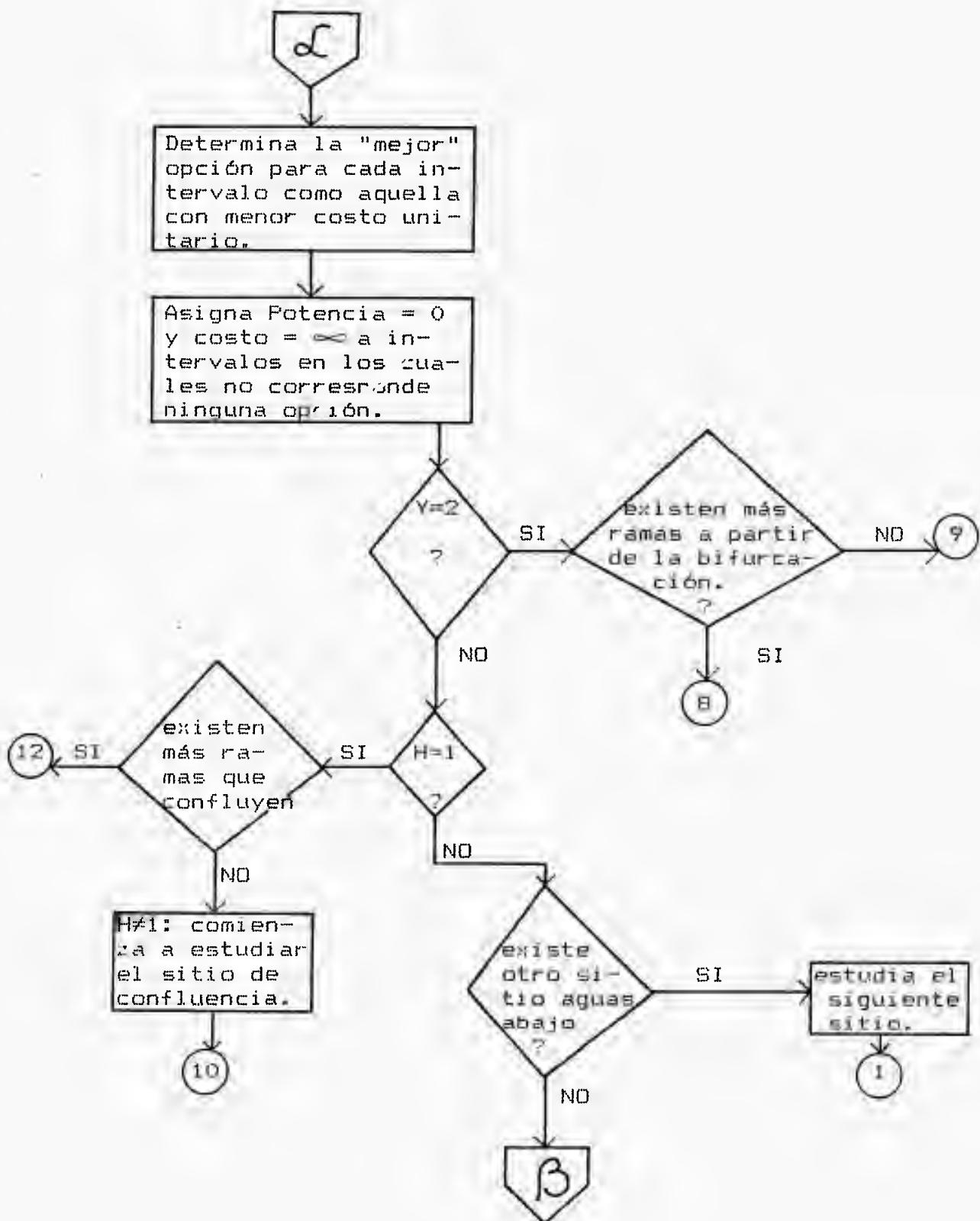
PARA EL SITIO CUATRO

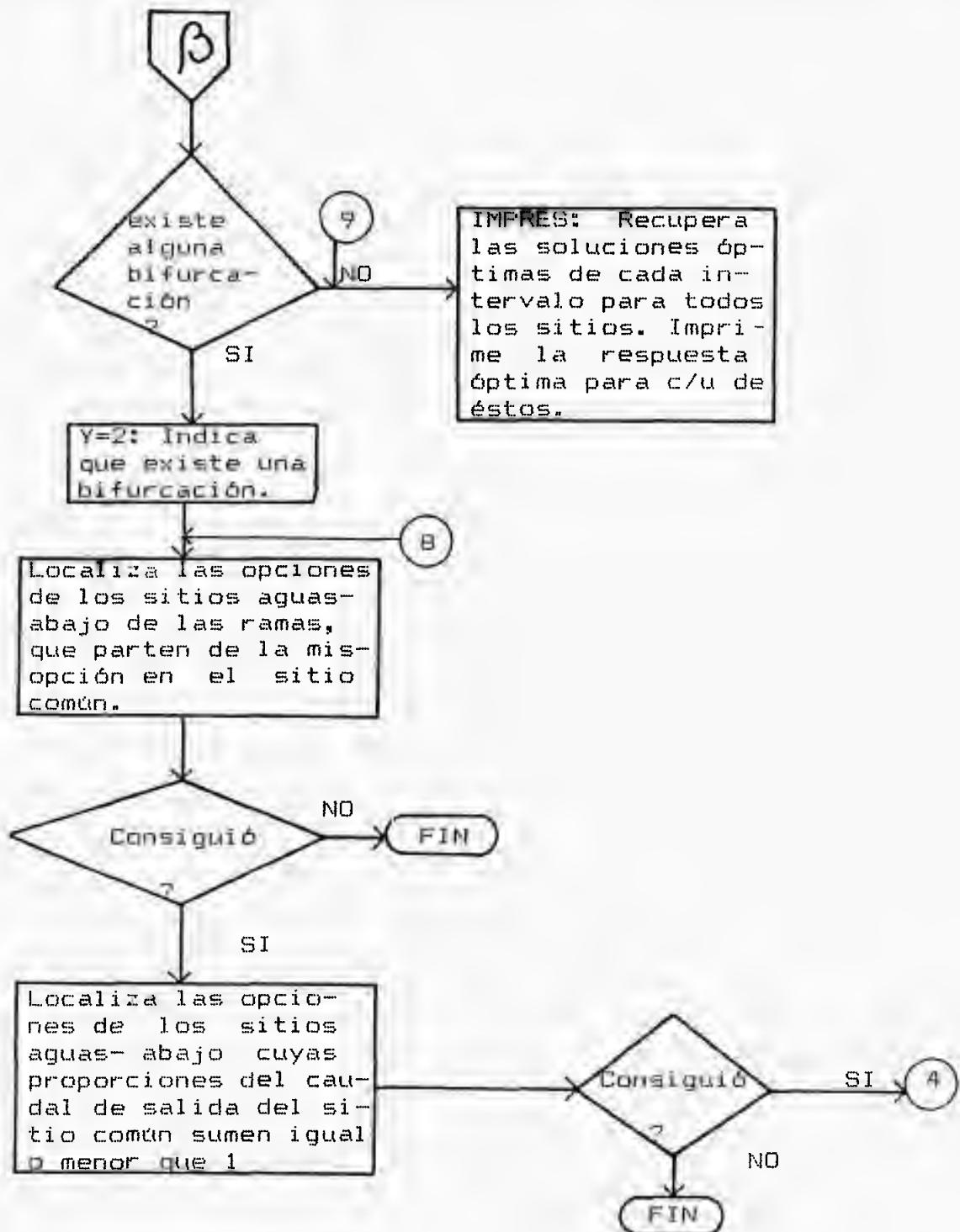
COTA N.A.M. EN SITIO (m.s.n.m.)	COTA CENTRAL AGUAS-ARRIBA (m.s.n.m.)	POTENCIA (KW)	COSTO (Bs*10^6)
377.19	350.00	15,962.66	1,108.90

ANEXO C:
DIAGRAMAS DE BLOQUES

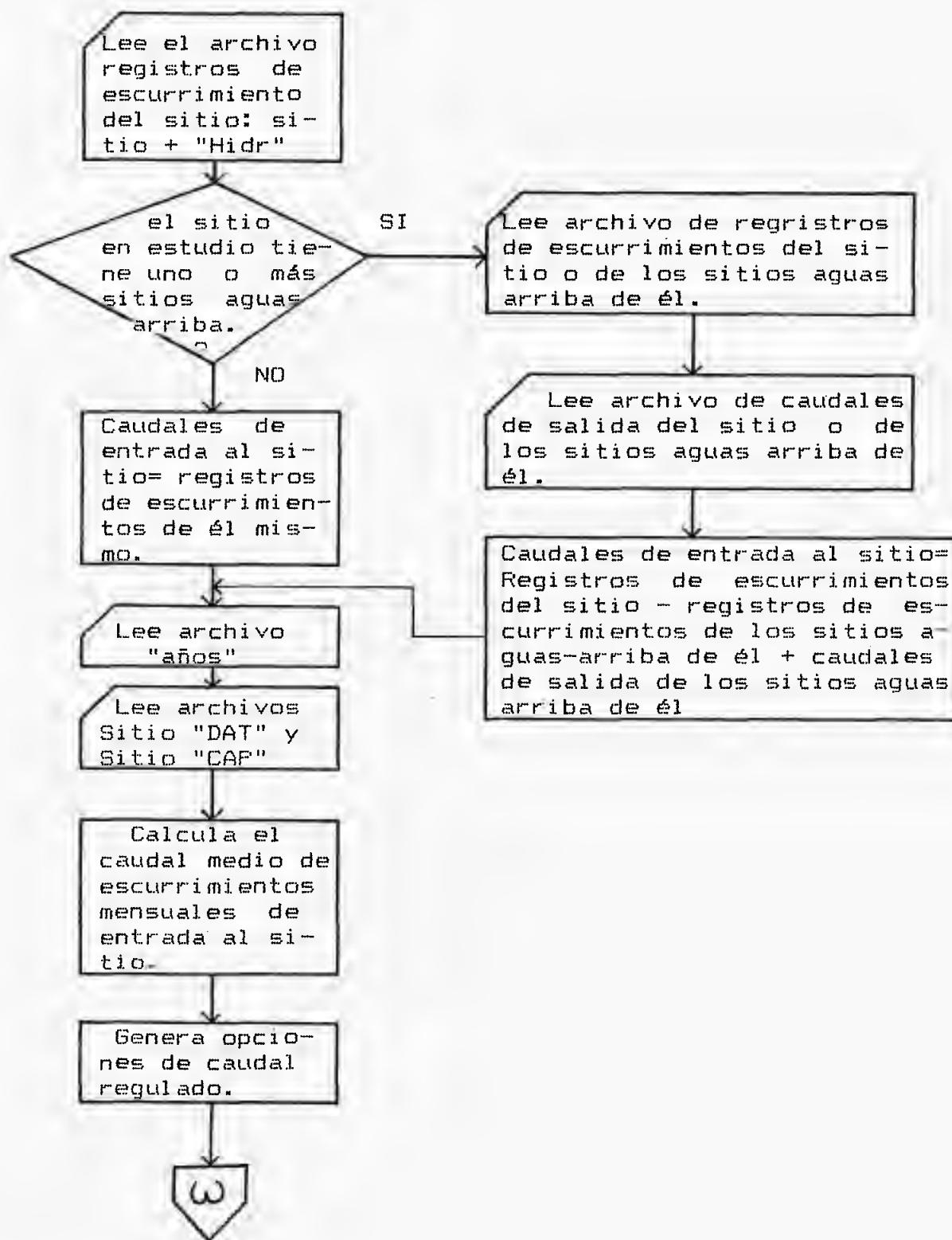
PROG7: Se encarga de acumular y optimizar las distintas alternativas de potencia y costo, para cada uno de los sitios de aprovechamiento.

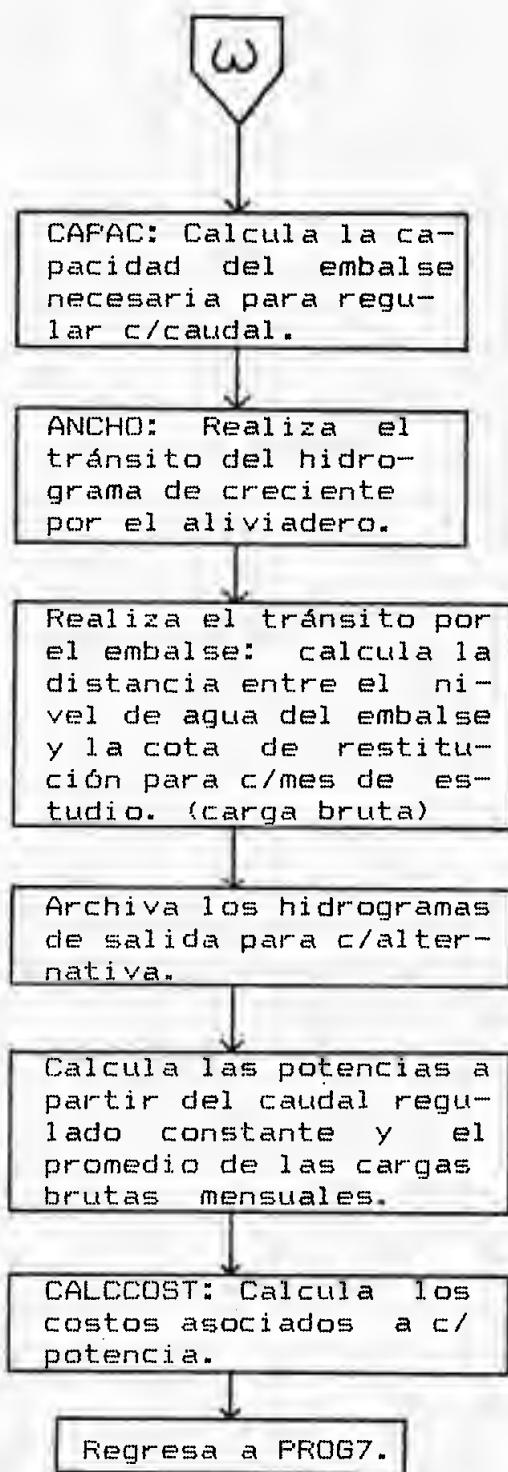




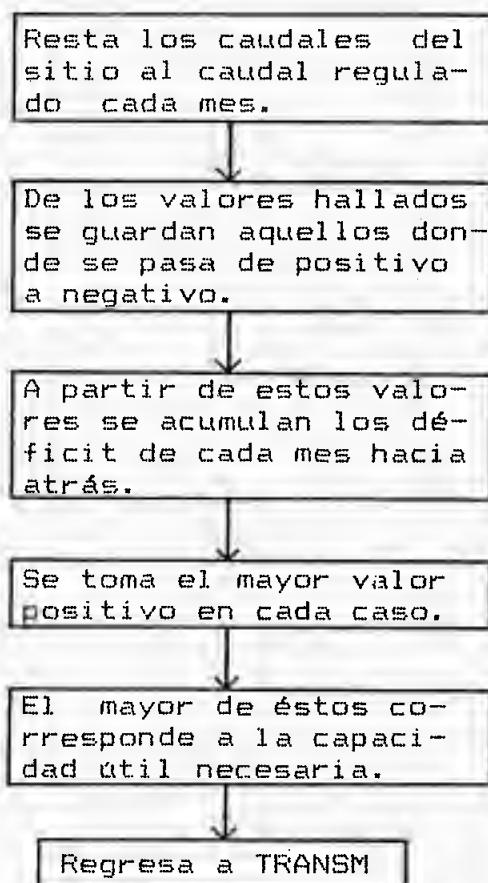


TRANSM: Estudia los aspectos hidrológicos del problema (caudales de entrada y salida a cada sitio), tránsito por el embalse y calcula las distintas potencias a ser estudiadas





CAPAC: Calcula la capacidad del embalse necesaria para regular cierto caudal, a partir de los escurrimientos mensuales que llegan al sitio.



CALCCOST: Ordena la ejecución de c/u de los programas que calculan los costos. Calcula el costo total asociado a cada alternativa de potencia.

