

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO INTEGRAL  
DE AGUAS Y TIERRAS

APLICACION DE UN MODELO MATEMATICO  
DE OPTIMIZACION DEL USO DEL RECURSO  
AGUA EN LA SUBREGION BARQUISIMETO  
Y ZONAS DE INFLUENCIA

POR

GUIOMAR GALEA G.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER SCIENTIAE EN  
DESARROLLO DE RECURSOS HIDRAULICOS

MERIDA - VENEZUELA  
1977



TESIS  
99  
77

APLICACION DE UN MODELO MATEMATICO DE  
OPTIMIZACION DEL USO DEL RECURSO AGUA EN  
LA SUB-REGION BARQUISIMETO Y ZONAS DE IN-  
FLUENCIA.

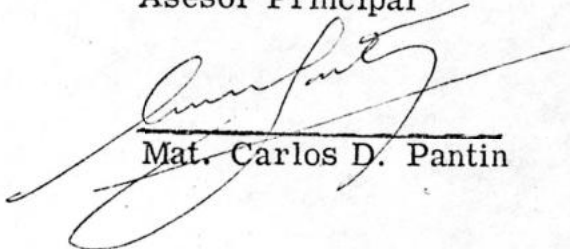
Por

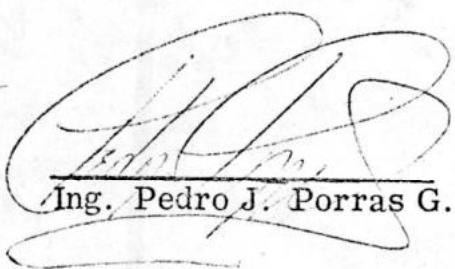
Guiomar Galea G.

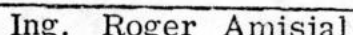
Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en  
Desarrollo de Recursos Hidráulicos

Aprobado:

Asesor Principal

  
Mat. Carlos D. Pantin

  
Ing. Pedro J. Porras G.

  
Ing. Roger Amisial

CENTRO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Mérida - Venezuela

1977

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a las siguientes personas: Matemático Carlos D. Pantin L., Ing° Pedro Porras G., Ing° Roger Amisial, miembros del Comité de Tesis, quienes me prestaron su valiosa colaboración y asesoría en el desarrollo del trabajo.

Al personal de la Dirección de Planes de Desarrollo y del Centro de Computación, por la ayuda prestada para la elaboración y publicación de este trabajo; todos pertenecientes al Instituto Nacional de Obras Sanitarias.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma me prestaron su colaboración para concluir el post grado.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

## R E S U M E N

En el presente trabajo se aplica un modelo matemático de abastecimiento de agua, para las ciudades de Barquisimeto, Quíbor, El Tocuyo, Acarigua y Araure; las cuales pertenecen a la Región Centro Occidental.

Para el desarrollo del trabajo, se hizo, primeramente, un análisis del sistema actual, se estudiaron las fuentes disponibles y se proyectaron las demandas urbanas, industriales y de riego, de acuerdo al crecimiento de la población y a los requerimientos.

Una vez obtenida esta información, se aplicó el modelo para lo cual se dividió el estudio en dos partes. En la primera se plantea un desarrollo teórico de los recursos existentes en la región. Las cuencas hidrográficas consideradas disponen de 6 fuentes: los ríos: Tocuyo, Yacambú, Acarigua y sus afluentes, las quebradas Nuare-Charay y un sistema de pozos. Se consideran cuatro embalses y tres zonas de riego a desarrollar. En esta parte el modelo determina las alternativas que, satisfaciendo las demandas, resultan más económicas.

La segunda parte es la aplicación del modelo al sistema, tal como funciona actualmente o sea se consideran las instalaciones existentes y se persigue sugerir una forma de operación más efec-

tiva así como también un itinerario de construcción de las obras que hagan falta a través del horizonte de planificación.

De los resultados obtenidos se puede resumir lo siguiente:

Para estudiar la primera parte se realizaron tres esquemas, el más económico a valor presente es el número uno cuyo costo total de inversiones y operaciones es de Bs. 624. 429. 550; pero como se mencionó anteriormente esta situación es teórica y el objetivo perseguido es conocer cuál hubiera sido el mejor plan de inversiones en ese momento.

En la segunda parte se analizan cuatro esquemas, el más económico a valor presente es el número cuatro cuyo costo es de Bs. 315. 429. 550; el objetivo es sugerir una forma más conveniente de operación del sistema actual, así como también de incorporación de nuevas obras.

El itinerario de inversiones es el siguiente; para el primer período, o sea, 1976-1980, debe estar en funcionamiento la presa Yacambú, el túnel de trasvase, el sistema de riego de Quíbor, la aducción del embalse regulador hasta la planta de tratamiento, cuya capacidad debe ser  $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el campo de pozos de Quíbor, la presa Dos Bocas, el sistema de riego Acarigua-Araure, la aducción Dos Bocas Camburito con capacidad de  $0.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , la aduc-

ción Camburito-Acarigua con capacidad de  $1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , además de las instalaciones actuales. Para el segundo período o sea, 1980-1985, debe estar en funcionamiento la aducción Dos Bocas-Camburito con capacidad de  $0.7 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y para el tercer período 1990-1995, debe estar funcionando la aducción de la Planta de Tratamiento a Quíbor y el tramo Quíbor Barquisimeto con capacidad de  $3.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Si se realiza el proyecto de ampliar la zona industrial, el itinerario sería similar al mencionado anteriormente, sólo habría que adelantar en un período la puesta en marcha de el tramo de la aducción que va desde la planta de tratamiento a Quíbor y de ahí a Barquisimeto con capacidad de  $3.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$

## INDICE

RESUMEN	i
INTRODUCCION	xiv
i. - REPASO DE LA LITERATURA	xvi
ii. - OBJETIVOS DEL ESTUDIO	xvii
iii. - RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO	xix
PRIMERA PARTE	xix
SEGUNDA PARTE	xxii
iv. - IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	xxii
CAPITULO I	
GENERALIDADES	1
1. DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL	1
1.1 Fuentes	2
1.1.1 Superficiales	2
1.1.2 Subterráneas	3
1.1.3 Operación actual del sistema	3
1.2 Acarigua-Araure	4
1.2.1 Situación actual	6
1.2.2 Fuentes	6
1.2.3 Operación actual del sistema	7

## CAPITULO II

2.	ASPECTOS DEMOGRAFICOS	9
2.1	Estimación de la población del sistema	9
2.1.1	Metodología	10
2.2.2	Demandas de riego	14
2.2.3	Demandas Industriales	17
2.3	Disponibilidades	18
2.3.1	Fuentes superficiales	19
a.	Río Tocuyo	19
b.	Río Yacambú	19
c.	Qdas. Nuare-Charay	19
d.	Río Acarigua	20
2.3.2	Fuentes subterráneas	20
a.	Región de Quíbor	20
b.	Región de Barquisimeto	21
2.3.3	Balance Demandas-Disponibilidades	23

## CAPITULO III

3.	MODELO MATEMATICO	26
3.1	Técnicas de Optimización	27

3.1.1	Programación Dinámica	26
3.1.2	Programación Lineal	27
3.2	Descripción del Modelo	29
3.2.1	Restricciones Generales	29
3.2.2	Restricciones Particulares	33
3.3	Criterios para la aplicación del modelo	38
3.4	Criterios para la solución del modelo	40

#### CAPITULO IV

4.	ALTERNATIVAS Y COSTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO	42
4.1	Estimación de costos	46
4.2	Costos de las diferentes alternativas	48

#### CAPITULO V

5.	ESQUEMAS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS	54
	ESQUEMA N° 1	54
	ESQUEMA N° 2	56
	ESQUEMA N° 3	59
5.1	Conclusiones de la Primera Parte	61
5.2	Segunda Parte	63
	ESQUEMA N° 4	63

ESQUEMA N° 5	66
ESQUEMA N° 6	69
ESQUEMA N° 7	71
CONCLUSIONES FINALES	74
BIBLIOGRAFIA	

## INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Estimación de población	76
Anexo N° 2: Estimación de dotaciones	83
Anexo N° 3: Industrias y Demandas Industriales	84
Anexo N° 4: Movimiento de embalses	96
Anexo N° 5: Resultados del Programa CAT/INOS, para el cálculo de tuberías y sus costos	111
Anexo N° 6: Factores de actualización de costos (Fik y Rik)	129
Anexo N° 7: Esquema N° 1 y resultados del programa	139
Anexo N° 8: Esquema N° 2 y resultados del programa	151
Anexo N° 9: Esquema N° 3 y resultados del programa	162
Anexo N° 10: Esquema N° 4 y resultados del programa	173
Anexo N° 11: Esquema N° 5 y resultados del programa	184

Anexo N° 12: Listado de resultados del es- quema N° 6	196
Anexo N° 13: Esquema N° 7 y resultados del programa	203

## LISTA DE TABLAS

- Tabla N° 1 Proyección de las demandas en  $m^3/\text{seg}$ .
- Tabla N° 2 Demandas de riego en  $m^3/\text{seg}$ .
- Tabla N° 3 Balance Demandas-Disponibilidades en millones de metros cúbicos.
- Tabla N° 4 Población estimada, en miles de habitantes, de algunas ciudades del Edo. Lara
- Tabla N° 5 Población estimada en porcentaje, de algunas ciudades del Edo. Lara
- Tabla N° 6 Población estimada, en miles de habitantes, de algunas ciudades del Edo. Portuguesa.
- Tabla N° 7 Población estimada en porcentaje, de algunas ciudades del Edo. Portuguesa
- Tabla N° 8 Datos de consumo

## LISTA DE GRAFICOS

- Gráfico N° 1      Operación actual del acueducto de Barqui  
simeto
- Gráfico N° 2      Mapa del Estado Lara
- Gráfico N° 3      Diagrama de alternativas
- Gráfico N° 4      Curvas para estimación de la población
- Gráfico N° 5      Variación del consumo unitario

## LISTA DE SIMBOLOS

Símbolo	Definición
$I_{ik}$	Variable binaria. Representa un indicador de construcción de la alternativa $i$ en el período $k$ .
$F_{ik}$	Factor que representa los costos fijos, actualizados para el proyecto $i$ en el período $k$ .
$P_{ik}$	Porcentaje de aprovechamiento del proyecto $i$ en el período $k$ . Variable real.
$C_i$	Capacidad máxima de la aducción del proyecto $i$ .
$Q_{ik}$	Caudal que debe suministrarse al final del período considerado.
$R_{ik}$	Factor que representa los costos de energía actualizados para aquellos proyectos que requieren bombeo.
$D_{r k}$	Demandas de riego.
$D_{u k}$	Demandas urbanas.
$Y_{ik}$	Variable binaria que indica el momento $k$ en que debe ponerse en marcha el proyecto $i$ .
$i$	número de la alternativa.
$N$	Número total de alternativas

Símbolo	Definición
K	Período de control
T	Número de intervalos en que ha sido dividido el período de estudio.
$a_1$	Porcentaje máximo del caudal que aporta la 1ra. - Etapa del trasvase.
$a_2$	Caudal que aporta la aducción de la segunda Etapa del trasvase.

## INTRODUCCION

El recurso agua constituye un agente determinante en el desarrollo económico y social de los pueblos, pero su disponibilidad varía con el tiempo, de aquí que para lograr un uso efectivo de ella se requieran planes previamente elaborados con técnicas de planificación apropiadas.

La planificación de los recursos hidráulicos incluye la definición de esquemas de desarrollo cuyo objetivo final es la selección de las alternativas, que aparte de minimizar los costos, cumplen con objetivos económicos, sociales y políticos previstos, - así como la conservación de recursos naturales.

La planificación no es un proceso aislado sino que está íntimamente ligado a un proceso político económico, por medio del cual los organismos gubernamentales desarrollan los programas que van a satisfacer las aspiraciones de la sociedad. Ella ofrece niveles de decisión acordes con los intereses de la comunidad.

En Venezuela, la planificación de los recursos hidráulicos, se ha hecho indispensable debido a que el desarrollo económico experimentado en los últimos tiempos ha originado un explosivo crecimiento poblacional, lo cual trae como consecuencia un aumento en las demandas de agua. Además, el uso indiscriminado del

que han sido objeto muchas fuentes superficiales y subterráneas, hacen que el problema de suministro de agua para uso urbano se haya vuelto crítico en varias regiones del país, específicamente en la ciudad de Barquisimeto, en donde la sobre explotación que se ha llevado a cabo en algunos acuíferos ha contribuido a agravar la situación.

Se espera que el esquema de aprovechamiento planteado en este estudio, cumpla con la meta fijada, que es un uso más efectivo del recurso agua.

## i. REPASO DE LA LITERATURA:

El uso de modelos matemáticos en sistemas de embalses se inicia con el trabajo de Rippl (1883). Más tarde Hazen (1914) introdujo el concepto de probabilidad en el método de Rippl. Estos métodos quedaron restringidos a embalses con flujos bastante constantes y para uso de propósito único.

El trabajo pionero en este campo es el de Massé (1946), el cual no se usó otra vez hasta que Gessfor y Karlin (1958) publicaron un sistema de optimización para operación hidroelétrica. Por otra parte Little (1955) aplicó la teoría de Bellman (1957) de programación dinámica a un sistema hidroeléctrico simple. Más tarde Manne, Thomas y Watermeyer (1959) aplicaron las técnicas de programación lineal a la solución de sistemas de recursos de agua de uso múltiple. Thomas y Watermeyer enfocaron los problemas de decisión secuencial por medio de los teoremas de probabilidad de Kendall, Moran y Genni.

Durante el mismo período Dorfman (1959) estuvo aplicando los métodos de programación no lineal al diseño de sistemas de embalses de propósitos múltiples.

Hasta ahora todos los métodos de programación tratados son enteramente determinísticos. Sin embargo, en los problemas

de recursos de agua el problema completamente determinístico es la excepción más bien que la regla y por tanto hay que superar las dificultades relacionadas con el riesgo. La programación estocástica se aplicó a modelos de recursos de agua en el trabajo que realizaron Thomas, Watermeyer y Manne (1969). Sin embargo, se confió en la programación lineal con sus concurrentes restricciones a la linealidad. Un inconveniente asociado con métodos lineales, es que están restringidos a resolver problemas maximizando o minimizando la expectativa matemática.

El Ing.° Water Castagnino (1970) Consultor de Cuencas Hídricas de la Oficina Sanitaria Panamericana, formuló un modelo de programación lineal para la cuenca del Río Santa Lucía cerca de la ciudad de Montevideo que presentaba un problema similar al planteado en este trabajo especial.

Pantin (1975) formuló un modelo matemático, basado en la programación entera mixta, para ser aplicado al abastecimiento de agua potable de la ciudad de Caracas, más tarde (1976) el modelo es aplicado al abastecimiento de Maracaibo y sus alrededores.

#### i.i OBJETIVOS DEL ESTUDIO:

- a) Identificar los usos del agua y estimar los consumos -

correspondientes al sector de Barquisimeto y sus alrededores.

- b) Identificar las fuentes más convenientes (superficiales o subterráneas) teniendo en cuenta que deben ser capaces de satisfacer los requerimientos de la zona, por lo menos hasta el año <sup>2010</sup> 2000.
- c) Hacer un estudio de las obras alternativas para captar y conducir el agua hasta los centros poblados y sistemas de riego, y estudiar los costos correspondientes.
- d) Desarrollar un modelo que se base en la programación lineal para aplicarlo a la zona, de manera de seleccionar las alternativas más económicas en cuanto a inversión, mantenimiento y operaciones.
- e) Interpretar los resultados y de acuerdo a ellos hacer las recomendaciones referentes a la operación del sistema así como también sobre la cantidad de tierra a poner bajo riego.

i.i.i RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO:

METODOLOGIA:

El problema será planteado desde dos puntos de vista.

PRIMERA PARTE

Suponiendo que no está realizado ningún proyecto, sugerir un criterio para el diseño de las estructuras hidráulicas y comparar las diversas alternativas para un desarrollo integral del aprovechamiento de la región.

En esta Primera Parte se analizarán los siguientes puntos:

a. Situación actual de la región:

- a.1. Para estimar las demandas se revisará primero la información disponible de COPLANARH, FUDECO, INOS, etc., se hará un análisis para saber si es posible establecer las dotaciones a partir de los datos recopilados.

Si los datos existentes no son muy confiables se hará un estudio de do

taciones en función de la información disponible en estudios realizados en el país, así como la literatura extranjera.

- a. 2 Para la identificación de las fuentes más convenientes se hará primeramente un inventario de la información que tengan disponibles los organismos oficiales tales como: FUDECO, INOS, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Ministerio de Obras Públicas, COPLANARH, etc., y de acuerdo a esto se analizará dicha información para ver que se puede aprovechar de ella. Si los recaudos no son satisfactorios, para la determinación de las fuentes superficiales se procederá a estudiar los posibles sitios de presa, embalses construidos, derivaciones y trasvases, además de algunas obras de protección contra inundaciones - sobre todo para la ciudad de Barquisimeto. Para la identificación de los sitios de aprovechamiento hidráulico se necesita, primeramente, buena información topográfica,

disponibilidad del recurso y conocimiento exacto de los requerimientos de la región. Con respecto a las fuentes subterráneas se utilizará la información disponible en los organismos competentes, para conocer el estado actual de los acuíferos.

- a. 3 Reunir información sobre las características de la región: físicas, climáticas, hidrológicas, topográficas,

La información topográfica es importante para definir las características de los proyectos. Es necesario contar con mapas de la zona en escalas adecuadas o con pares aerofotogramétricos, para ubicar los posibles sitios de embalses y para reconocer la zona de riego.

Luego de obtenida esta información es necesario hacer una visita de reconocimiento a los posibles sitios de aprovechamiento estudiados en los mapas.

- b. Modelación:

Plantear el modelo de programación lineal

para resolver el problema de minimización de los costos de inversiones fijas y operaciones de acuerdo a las prioridades asignadas a los varios usos.

## SEGUNDA PARTE

En esta parte se considerará la situación existente en la región que comprende varias obras tales como: la Presa Los Dos Cerritos que está ya en funcionamiento y además aquellas obras que no están construidas pero que cuentan con la aprobación del Ejecutivo Nacional, para su realización, como es la Presa de Yacambú.

En esta parte se va a investigar la posibilidad de utilizar también la programación lineal.

### i. v . IMPORTANCIA DEL ESTUDIO:

El aspecto más importante del estudio es la solución del problema de abastecimiento urbano utilizando los modelos matemáticos y las técnicas de programación lineal.

Se analizarán distintos esquemas de soluciones

y algo muy importante, se darán los costos totales de inversión, operación y mantenimiento.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

Las poblaciones, objeto del presente estudio, pertenecen a la región Centro Occidental Sub-Regiones 3A2, 4B y 4B4; según división realizada por la Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. En este trabajo se denominará sistema, a los acueductos que prestan servicios a localidades próximas y cuyas características hidrográficas, climáticas, demográficas y económicas, - son similares, I.N.O.S. (1975).

El sistema en estudio tiene como núcleo principal la ciudad de Barquisimeto y dependen de ella las poblaciones de El Tocuyo, Quíbor y Cabudare. También se consideró la posibilidad de anexar, en un futuro, las localidades de Acarigua y Araure del Estado Portuguesa.

#### 1. DESCRIPCION DEL SISTEMA

La ciudad de Barquisimeto, centro del Sistema, tiene actualmente una población de 442.400 habitantes y está en pleno desarrollo urbanístico e industrial. Pertenece además a una región de bastante actividad agrícola, siendo en este último renglón uno de los centros productos más importantes del país.

Todo este desarrollo trae como consecuencia un aumento en la demanda de agua y las fuentes actuales, aun - cuando no se utilizan en un 100%, no es posible aprovechar todo su volumen debido a que la planta de trata- - miento, ubicada cerca de la población de Quíbor, sólo puede tratar 2 metros cúbicos por segundo y no existe espacio físico para ampliarla.

Un análisis de las demandas de la región, detecta un - déficit en el año 1980, lo que conlleva a investigar nuevas fuentes y a operar las instalaciones eficientemente.

#### 1.1 Fuentes.

El agua para abastecimiento de Barquisimeto y Cabudare proviene de fuentes superficiales y subterráneas.

##### 1.1.1 Fuentes superficiales

a.) Río Claro, quebrada Guamacire y quebrada Agua Blanca con una producción total de 120 lps. que va por gravedad a la planta de tratamiento "El Manzano" situada al sur de Barquisimeto.

b.) El Río Tocuyo, y la quebrada La Goajira, cuyas - aguas se embalsan mediante una presa en el sitio denominado Dos Cerritos. El aporte de ésta fuen-

te, para abastecimiento, es de  $3.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$

La presa Dos Cerritos tiene un volumen disponible -  
igual a 200 millones de metros cúbicos, pudiéndose ex  
traer anualmente unos 157 millones de metros cúbicos.

#### 1.1.2 Fuentes subterráneas

Existe un campo de pozos en el sitio denominado Bos-  
que Macuto, el cual está reservado para casos de emerg  
gencia, su uso fué restringido cuando comenzó a funcion  
nar la presa Dos Cerritos debido también a que se estaba  
ba creando un desequilibrio ecológico en el Bosque por  
haber descendido mucho el nivel freático del acuífero.

Estos pozos tienen una producción de 600 l/s.

#### 1.2 Operación actual del acueducto de Barquisimeto.

Del caudal que regula la presa Dos Cerritos,  $3.5 - -$   
 $\text{m}^3/\text{seg.}$  son destinados al acueducto y se distribuyen  
de la siguiente manera: 140 lps. son bombeados a la  
planta de tratamiento de El Tocuyo, por una tubería de  
16" de diámetro y 2.5 kms. de longitud, luego de tratada  
da el agua de distribuye a la población.

A la planta de tratamiento de Quíbor se envían  $2.5 -$   
 $\text{m}^3/\text{seg.}$  por una aducción de 60" de diámetro y 28.9

kms. de longitud; de la planta sale una aducción de 60" de diámetro y 25.8 kms. de longitud, que conduce el agua hasta Dos Tanques de  $3 \times 10^4 \text{ m}^3$  cada uno - ubicados en las cercanías de Barquisimeto. Para abastecer la población de Quíbor, existe una derivación de la tubería principal y mediante una pequeña estación - de bombeo se envían unos 60 lps. a un tanque ubicado en el pueblo.

Las condiciones actuales de operación en la ciudad de Barquisimeto son las siguientes:

Demanda media:	1800 lps.
Consumo diario:	155.520.000 l/d.
Población:	422.400 hab.
Población servida:	295.680 (70% hab.)
Dotación percapita servida:	526 l/p/d.
Dotación percapita bruta:	368 l/p/d.

### 1.3 Descripción del Sistema Acarigua-Araure

En vista de que este nucleo se incluyó dentro del esquema de aprovechamiento de la región, es conveniente - tratar lo referente a su situación actual y al desarrollo futuro.

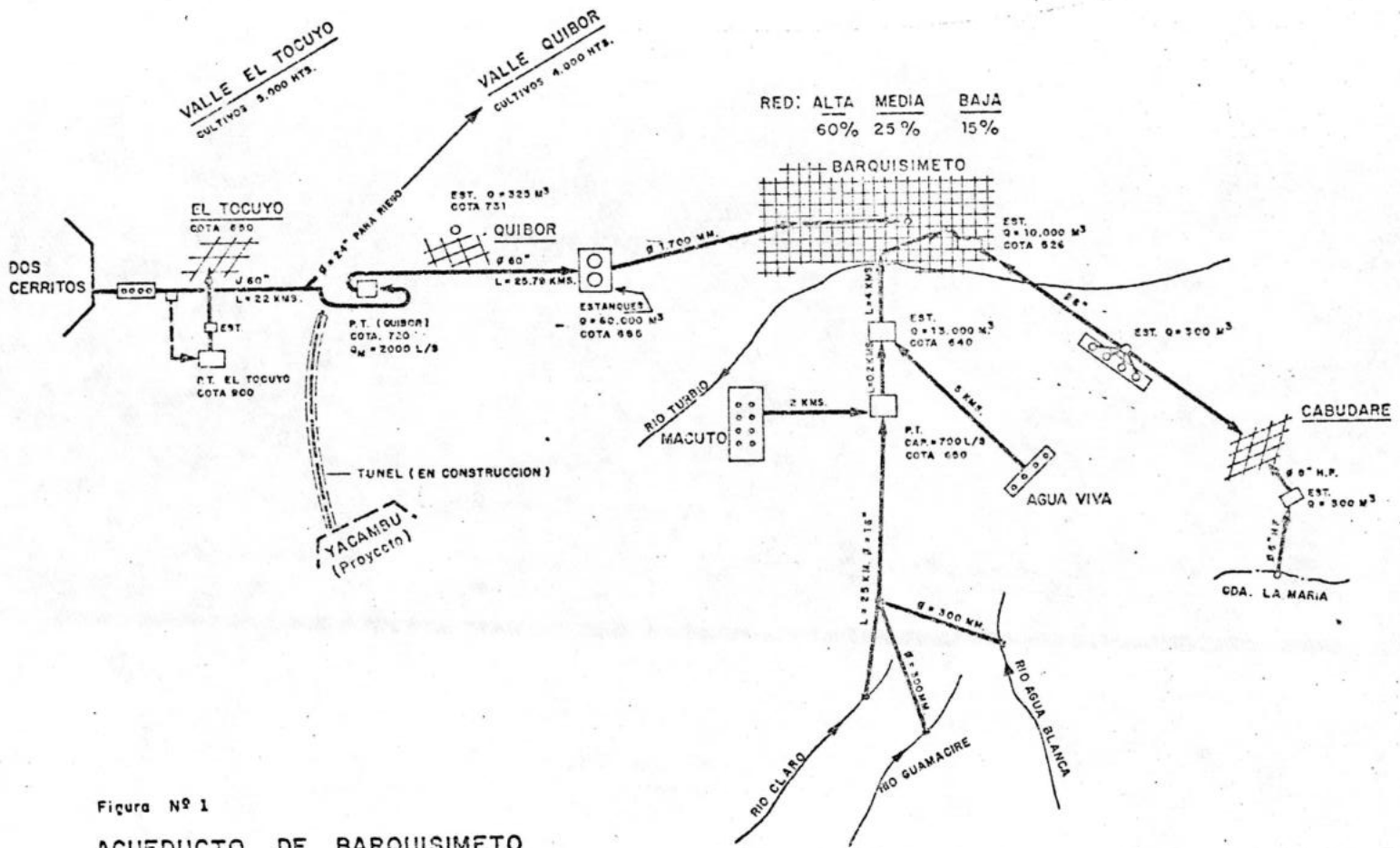


Figura Nº 1

ACUEDUCTO DE BARQUISIMETO

### 1.3.1 Situación actual.

Las localidades de Acarigua y Araure están ubicadas en el Distrito Páez y el Distrito Araure, respectivamente, del estado Portuguesa; constituyen uno de los centros agroindustriales de mayor desarrollo de la región ya que poseen suelos de óptima calidad propicios para la actividad agrícola.

Este proceso de desarrollo ha dado origen a un acelerado crecimiento de la población y a un aumento en las demandas de agua. Todo esto ha ocasionado la insuficiencia de las fuentes actuales de abastecimiento, requeriéndose unas nuevas para satisfacer los requerimientos de la zona.

### 1.3.2 Fuentes.

En la actualidad el sistema Acarigua-Araure se surte de 8 pozos de funcionamiento continuo cuya producción es del orden de 390 lts/seg. Además de dos pozos que son utilizados para abastecer Villa Araure I y II.

También existe una pequeña captación sobre la Quebrada Araure que produce de 30 a 60 lts/seg. Este caudal

se bombea contra un estanque de 3.000 m<sup>3</sup>. ubicado cerca del Hospital.

El Núcleo Acarigua-Araure dispone de 420-450 lts/seg. para su abastecimiento.

1.4 Operación actual del acueducto Acarigua - Araure

Las condiciones actuales de operación son las siguientes:

Demanda media:	253 l. p. s.
Consumo diario:	21.859.200 l/d.
Población:	114.700 hab.
Población servida:	80.290 (70% hab.)
Dotación per cápita servida:	272 l. p. d.
Dotación per cápita bruta:	190 l. p. d.

SITUACION RELATIVA DE LA ZONA EN ESTUDIO

ESTADO LARA - 59

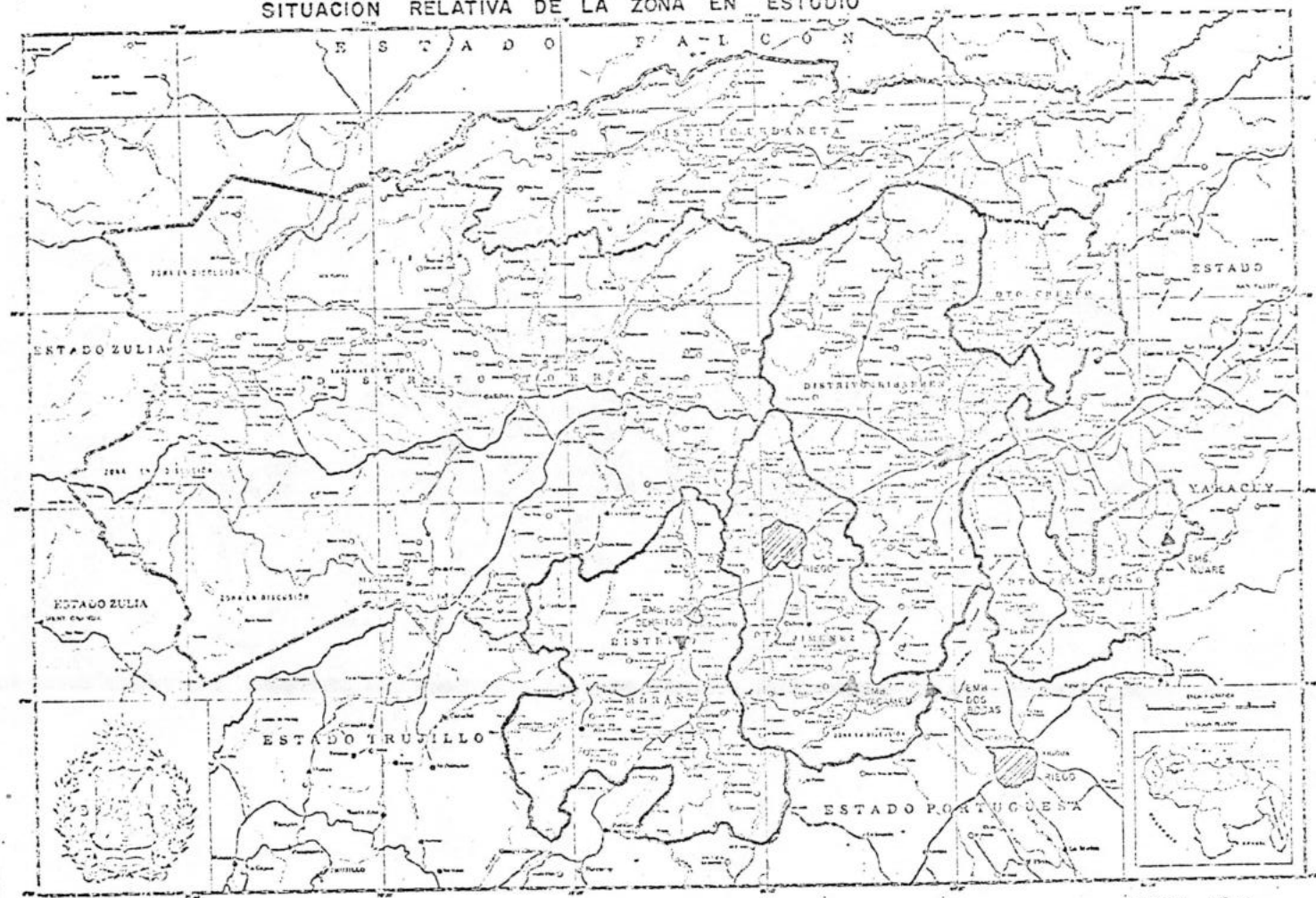


FIGURA Nº 2

## CAPITULO II

### 2. ASPECTOS DEMOGRAFICOS

Uno de los factores que afectan notablemente el suministro de agua para abastecimiento urbano es el crecimiento de la población. Las estimaciones futuras de la población total de una comunidad son necesarias en el diseño y administración de sistemas de aguas; así como también estimaciones sobre densidad de población, naturaleza de los ocupantes y uso de las áreas o localidades componentes. Existen numerosos métodos para proyectar poblaciones, el que aquí se presenta tiene como objetivo proporcionar datos que indiquen las tendencias actuales del crecimiento demográfico con sus proyecciones correspondientes hasta el año 2000, que puedan utilizarse en los planes de desarrollo y proyectos en preparación.

#### 2.1 Estimación de la población del sistema:

La estimación de población de las localidades, así como la de las Entidades Federales, se basa en el método -- de las proporciones, utilizado en el sentido Demo-Económico antes que en el Estadístico-Matemático, lo cual permite la introducción de consideraciones Econó-

mico-Sociales en la perspectiva de cada curva poblacional.

### 2.1.1 Metodología.

El método consiste en reducir a porcentajes respecto al total del Estado, la población de cada ciudad, en forma retrospectiva, es decir utilizando los censos 1941, 1950, 1961 y 1971. El ajuste y extrapolación de la curva de cada ciudad se hizo gráficamente y a "mano alzada" mediante el uso de papel y plantillas especiales. (Urbáez N. 1974)

La discriminación analítica se hizo individual y colectivamente, a objeto de permitir la introducción de correctivos recíprocos en las perspectivas de cada ciudad, teniéndose en cuenta que la sumatoria de todas las curvas es igual al cien por ciento (100%) en todos los pivotes considerados tanto censales, como quinquenales extrapolados .

Finalmente es importante advertir que, en todo caso, la estimación de las localidades depende de la estimación que se hizo para el estado correspondiente.

Las cifras censales de 1971 que sirvieron de partida a

la proyección han sido corregidas por omisión durante el empadronamiento censal.

Las tablas con los resultados y los gráficos correspondiente se incluyen en el anexo N.º 1.

## 2.2 ESTUDIO DE DEMANDAS.

### 2.2.1 Abastecimiento Urbano.

La estimación de las demandas está íntimamente ligada con los estudios de consumo, dotaciones y con el crecimiento de la población, en este trabajo, para determinar las dotaciones, se hizo primeramente un estudio de consumos en base a la información obtenida de las memorias del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, cuyos datos fueron extractados de la información registrada en las planillas de control general de medidores que reposan en el archivo del Instituto, también se utilizó la publicación de Coplanarh, "Abastecimiento de Agua para el Medio Urbano-Dotaciones a los efectos del plan Octubre 1968".

Se analizaron los datos a partir del año 1967 en las localidades de Barquisimeto, Quíbor Cabudare

y Acarigua-Araure.

El acueducto de El Tocuyo anteriormente era administrado por el Concejo Municipal y fué en el año 1975 cuando paso a ser administrado por el INOS.

Los datos analizados se representaron gráficamente para observar la variación del consumo unitario registrado con el número de habitantes servidos; también se hizo una representación gráfica de los promedios anuales de agua suministrada, con la población total. Los resultados obtenidos, de estos dos gráficos no muestran una tendencia definida debido a diversos factores tales como: dificultades en la información disponible, datos faltantes o englobados, información muy general, ya que al referirse a la población servida no hay discriminación de la naturaleza y número de usuarios, tampoco hay clasificación en cuanto al tipo de industrias.

En el caso de residencias no se especifica entre unifamiliares y multifamiliares. También de de

be agregar a estos factores, la calidad del servicio de los acueductos ya que en el período registrado hubo serios problemas de abastecimiento en las localidades consideradas.

En vista de que la calidad de la información disponible es de poca confiabilidad, no se incluyeron en este trabajo las curvas representadas, solamente se anexa la información analizada.

Las dotaciones se establecieron considerando que las localidades en estudio presentan un nivel de vida cónsono con el desarrollo urbano, industrial y agrícola alcanzado, y teniendo en cuenta que los acueductos se están operando de una forma tal que las pérdidas sean mínimas. Se consideró, así mismo, que la dotación va aumentando a medida que crecen las ciudades en número de habitantes y en la medida que se desarrollan en el aspecto de servicios.

En la tabla N.º 1 se indican las demandas para uso urbano, extraurbano e industrial de acuerdo a la proyección poblacional adoptada y a las dotaciones establecidas.

Como se puede observar, las demandas son mayores que las disponibilidades actuales, lo cual implica buscar una rápida solución al déficit - que se presenta.

Ya existen en la región proyectos elaborados para este fin, se puede citar el de la presa Yacambú sobre el río del mismo nombre, que sería la fuente para el acueducto de Barquisimeto, y la - presa Dos Bocas sobre el río Acarigua, que permitirá sustituir el actual sistema de pozos que - surte la zona de Acarigua-Araure, por un siste- ma de gravedad.

#### 2.2.2 Demandas de riego.

En lo que a riego se refiere, existen en la zona suelos potencialmente regables, que requieren agua para un desarrollo intensivo.

En El Tocuyo estan bajo riego, actualmente unas 4500 has. que demandan aproximadamente unos  $4.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  considerando una dotación de 1 - - 1/s/ha.

Quíbor es la zona que tiene mayor cantidad de -

TABLA N° 1

## ESTUDIO DE DEMANDAS.

AÑO	BARQUISIMETO		QUIBOR		EL TOCUYO		ACARIGUA-ARAURE	
	POBLACION (miles hab)	DEMANDAS m <sup>3</sup> /seg	POBLACION (miles hab)	DEMANDAS m <sup>3</sup> /seg	POBLACION (miles hab)	DEMANDAS m <sup>3</sup> /seg	POBLACION (miles hab)	DEMANDAS m <sup>3</sup> /seg
1976	445.4	1.8	16.1	0.047	23.0	0.067	114.4	0.551
1980	536.8	2.2	20.0	0.058	25.2	0.073	146.8	0.705
1985	630.2	2.5	24.9	0.070	27.4	0.095	179.8	0.864
1990	724.9	2.9	29.0	0.100	29.8	0.103	213.1	1.024
1995	821.9	3.8	33.5	0.116	32.5	0.113	246.7	1.185
2000	921.3	4.3	37.7	0.130	35.6	0.132	280.4	1.346

\* Incluye los cuatro Municipio en que está dividida o sea: Catedral, Concepción, Santa Rosa y Cabudare.

tierras aptas para el cultivo, son en total más de 20.000 has. que se tiene programado desarrollar, cuando esté concluida la presa de Yacambú. Actualmente se estan regando unas 1.000 has.

En esta zona se utilizaba, para riego, el agua - emanada de los acuiferos pero debido a que se es taban agotando las reservas del valle fué necesario suspender por un tiempo la extracción de agua de los pozos. Con el proyecto Yacambú se espera recuperar los acuiferos por inyección.

Actualmente se estan regando las tierras del El Tocuyo y Yacambú con agua de la presa Dos Cerritos.

Las demandas de riego de la zona se estimaron por quinquenios y se especifican en la tabla N.º 2. Las demandas de riego que se muestran en la ta bla se estimaron de acuerdo a la incorporación - gradual, que se vaya haciendo de las hectáreas - destinadas para este fin. En el caso del proyecto Yacambú, al principio se desarrollan unas 5000 has. y luego se erán incorporando hasta comple-

TABLA N° 2 - DEMANDAS DE RIEGO (m<sup>3</sup>/seg)

Año	El Tocuyo	Pozos	Yacambú	Acarigua-Araure
1980	4.5	1.90	2.4	1.2
1985	4.5	1.90	6.0	3.1
1990	4.5	2.65	6.0	5.0
1995	4.5	2.65	6.0	6.9
2000	4.5	3.00	6.0	8.8

tar 7.640 has., el resto que serian 6.500 has. - se tiene previsto regarlas con agua subterránea, una vez que los acuíferos sean recuperados. El total de hectáreas para desarrollar en la región de Quíbor es alrededor de 19.200.

En lo que se refiere a la zona de Acarigua-Araure existe un plan muy ambicioso para desarrollar - 24.000 has. con agua de la presa Dos Bocas.

### 2.2.3 Demandas Industriales.

Las industrias existentes en la región se surten de los acueductos actuales, es por ello que dentro de

las demandas mostradas anteriormente se contemplan sus requerimientos suponiendo que las que estan establecidas permanecieran en la zona. Ahora bien, existe una Planificación Industrial - en la Región Centro Occidental, y según una estimación preliminar realizada por Corpooccidente, las futuras industrias requerirán para sus procesos la siguiente cantidad de agua:

1. - Zonas Industriales de Barquisimeto 1000  
Its/seg.
2. - Zona Industrial de Acarigua-Araure 300  
Its/seg.

En el anexo N.º 3 se incluye la información enviada por Corpooccidente.

### 2.3 DISPONIBILIDADES.

Una vez estudiadas las demandas del sistema, y antes de aplicar el modelo de optimización es necesario saber si las fuentes disponibles son capaces de satisfacer los requerimientos tanto urbanos como de riego; y a tal efecto se mencionan a continuación las fuentes superficiales y subterráneas que existen en la zona.

2.3.1 Fuentes Superficiales:

- a. Río Tocuyo-quebrada La Goajira, aportan entre los dos aproximadamente  $8.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y sus aguas se embalsan mediante la presa Dos Cerritos.  
Según el movimiento de embalse realizado en la Dirección de Planes de Desarrollo del INOS el embalse puede regular un caudal de  $8 \text{ m}^3/\text{seg.}$
- b. Río Yacambú en paso Angostura. Según el estudio hidrológico realizado en la División de Hidrología del Ministerio de Obras Públicas, el caudal medio del período 1951-1973 es  $10.0 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y al almacenamiento y extracción mensual recomendables son del orden de  $271 \text{ Hm}^3$  y  $23,6 \text{ Hm}^3$  respectivamente.
- c. Quebradas Nuare-Charay.  
Estas quebradas pertenecen a la cuenca del río Portuguesa, aunque están ubicadas en el Distrito Nirgua del Estado Yaracuy, sus -

aguas pueden ser utilizadas, en caso de que fuese necesario, para la ciudad de Barquisimeto. El aporte es del orden de los  $3m^3/seg.$

d. Río Acarigua.

En el sitio denominado Dos Bocas, se va a construir una presa con el propósito de abastecer las poblaciones de Acarigua y Araure, desarrollar un sistema de riego y si es necesario trasvasar agua para Yacambú.

El agua disponible es del orden de los 451 millones de metros cúbicos, anuales.

2.3.2 Fuentes subterráneas.

a. Región de Quíbor.

En ésta zona se ha estado explotando el agua subterránea que se encuentra libre en los acuíferos del norte del valle y confinada en los del centro y sur del valle; los más explotados han sido los ubicados en la parte norte de la cuenca.

Según la publicación "Estudio de las Aguas Subterráneas del Valle de Quíbor" (1963)

efectuando por la División de Geotecnia de la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, se concluyó - que la recarga natural del acuífero es de  $20 \times 10^6 \text{ m}^3$  y la sobre explotación de  $9.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ ; más tarde en el año 1966 la Empresa TAHAL LTD, contratada por FUDECO, realizó un balance hidrológico en la zona y llegaron a la conclusión de que la sobre explotación del valle es del orden de los 45 a  $50 \times 10^6 \text{ m}^3$  y para el año 1971 la sobre explotación alcanza un valor de  $31 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Según el estudio "Proyecto Yacambú Estudio de Factibilidad" realizado por Fudeco en el año 1972, la reserva explotable del acuífero es del orden de los  $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

b. Región de Barquisimeto.

Existen cerca de la ciudad de Barquisimeto, recursos de agua subterránea, ubicados en los valles de los ríos Turbio y Claro y en el valle de Cabudare. Estos acuíferos podrían

ser utilizados para suplir cualquier emergencia en el abastecimiento de la ciudad. De los cuatro acuíferos existentes: Bosque Macuto, Agua Viva, Cabudare y Molino Arriba; el primero era utilizado por el INOS y constituía la principal fuente de abastecimiento, hoy día ese campo de pozos está destinado a cubrir las necesidades de la parte baja de la ciudad y también es utilizado para riego.

Según estudios realizados por la firma TAHAL LTD (1970) los volúmenes aprovechables en los acuíferos eran los siguientes: El acuífero de Bosque Macuto estaba siendo explotado a razón de 17 millones de metros cúbicos anuales pudiéndose llegar hasta los 18 millones de metros cúbicos. El acuífero de Molino Arriba a razón de 1.5 millones de  $m^3$  no siendo posible un aumento en la explotación; la del acuífero de Agua Viva es de 5 millones de  $m^3$  anuales pudiendo llegar

la extracción a  $8 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. El menos conocido era el de Cabudare, sin embargo, según una estimación hidrológica muy preliminar era posible explotar unos 5 millones de metros cúbicos anuales.

### 2.3.3 BALANCE DEMANDAS - DISPONIBILIDADES.

Las demandas y disponibilidades estudiadas en los apartes anteriores se refieren en la tabla N° 3. Se puede concluir que las fuentes disponibles están en capacidad de satisfacer las demandas de la zona, incluyendo todos los usos, hasta más allá del año 2000 ya que los requerimientos para ese año alcanzan una cifra de 29 m<sup>3</sup>/seg. y las disponibilidades son del orden de los 37 m<sup>3</sup>/seg.

BALANCE DEMANDAS -- DISPONIBILIDADES

(millones de m<sup>3</sup>)

TABLA N° 3

AÑO	DEMANDAS				DISPONIBILIDADES	
	URBANAS	AGRICOLAS	INDUSTRIALES	TOTAL	SUPERFICIALES	SUBTERRANEAS
1976	77.8	172.7	-	250.5	238.0	-
1980	95.8	315.4	15.8	427.0	851.8	94.6
1985	111.4	488.8	22.0	622.2	1072.2	94.6
1990	130.0	571.7	25.2	726.9	1072.2	94.6
1995	164.3	631.6	28.4	824.3	1072.2	94.6
2000	186.3	702.5	31.5	920.3	1072.2	94.6

### CAPITULO III

#### 3. MODELO MATEMATICO

"Un modelo matemático es un conjunto de relaciones, frecuentemente ecuaciones que describe y representa un sistema real. Este conjunto de ecuaciones revela los diferentes aspectos de un sistema real, establece medidas de eficiencia y restricción e indica qué datos deberían recogerse con el fin de tratar el problema cuantitativamente. La naturaleza del sistema físico que estamos considerando determina qué clase de modelos matemáticos representará mejor el sistema". Haimés (1973).

Los modelos matemáticos que se utilicen en la programación del desarrollo han de satisfacer ciertas condiciones que lo distinguan de todos los modelos imaginables, por ejemplo, deben ser aplicables prácticamente y en cualquier momento, deben ser manejables y sobre todo comprensibles para quienes van a utilizar los resultados de la planificación. El uso de modelos matemáticos en los problemas de planificación de recursos hidráulicos, se ha hecho además de -- útil, necesario ya que ellos constituyen una herramien--

ta poderosa y efectiva para el análisis.

Un modelo matemático cualquiera es sólo una representación parcial de una situación real. Para obtener del modelo una solución al problema se utilizan las técnicas de optimización, cuyo procedimiento consiste en maximizar o minimizar una función mediante la selección de un conjunto de variables de decisión sujetas a restricciones.

### 3.1. Técnicas de optimización

Entre las técnicas de optimización disponibles para la solución de los modelos se encuentran:

La programación dinámica

La programación lineal

#### 3.1.1. Programación Dinámica

Tiene ciertas ventajas para la resolución de problemas de sistemas de recursos hidráulicos ya que puede optimizar funciones objetivo con restricciones no lineales, no convexas y discontinuas, pero tiene el inconveniente de que hay que limitar el número de variables, además para cada situación, se debe desarrollar un grupo particular de ecuaciones.

### 3.1.2. Programación Lineal

Se puede definir como una técnica usada para obtener el valor óptimo en una función lineal cuyas variables están sujetas a restricciones expresadas mediante desigualdades lineales.

Un caso dentro de la programación lineal es la programación entera en la cual todas las variables de decisión deben tener valores enteros lo cual implica una mayor dificultad en los cálculos, sin embargo, se han desarrollado muchos algoritmos para lograr estas soluciones.

Otro caso particular dentro de la programación lineal es la programación entera mixta, esta técnica tiene la particularidad de dar soluciones tanto enteras como reales lo cual es ventajoso para la resolución del problema planteado en este estudio.

Una metodología que se utiliza también como una técnica para analizar el comportamiento de un sistema de recursos hi-

dráulicos, es la simulación; es quizás una de las más empleadas en la resolución de problemas de hidráulica e hidrología. Es una técnica de tipo experimental que se puede aplicar para resolver problemas complejos que no pueden analizarse con los métodos analíticos formales. Utiliza también, métodos de tanteos obteniendo óptimos locales y no globales, además de que es inflexible en el procedimiento de operación del sistema, requiriéndose elaborar un programa de cálculo completo para cada política de operación.

La simulación es, esencialmente una técnica que enseña a construir el modelo de una situación real aunada a la realización de experimento con el modelo.

### 3. 2. Descripción del Modelo

El modelo, basado en la programación entera mixta, optimiza una función de costos denominada función objetivo, la cual está constituida por una serie de variables de decisión tal, que minimizan el valor de la función y satisfacen un conjunto de ecuaciones e inecuaciones llamadas restricciones.

La función objetiva, está constituida por los costos

de las inversiones y operaciones de las alternativas estudiadas.

En términos matemáticos la parte general de la función objetiva es la siguiente:

$$F(I,P) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^T [I_{i,k} F_{i,k} + (P_{i,k} + P_{i,k-1}) C_i R_{i,k}] \dots (1)$$

donde:

- $i$  = número de la alternativa
- $N$  = número total de las alternativas en estudio
- $T$  = número de intervalos en que ha sido dividido el período en estudio. En este caso son cinco los períodos de control ( $k=1, \dots, 5$ ), tomando como horizonte de planificación el año 2000 y como punto de partida el año 1976 lo cual indica que se tendrá un período de 4 años y los restantes con 5 años.
- $I_{ik}$  = Es una variable binaria que puede tomar el valor 1 ó 0. Representa un indicador de construcción de la alternativa  $i$  en el período  $k$ ; al tomar el valor 1 indica el período en que debe estar en operación la alternativa.

$F_{ik}$  = Representa los costos fijos, actualizados para el proyecto  $i$  en el período  $k$ , se supone que la inversión inicial se hace en el período anterior, estos coeficientes incluyen gastos de tubería, túneles, estaciones de bombeo, embalses carreteras y gastos de administración para cada proyecto; y depende del horizonte de planificación, de la vida útil de las obras, del valor residual y del número de reposiciones, son datos iniciales.

$P_{ik}$  = Es el porcentaje de aprovechamiento del proyecto  $i$  en el período  $k$ .

$$P_{i,k} C_i = Q_{i,k}$$

donde:

$C_i$  = Es la capacidad máxima de la aducción del proyecto  $i$ .

$Q_{ik}$  = Es el caudal que debe suministrarse al final del período considerado.

$R_{ik}$  = Factores que representan los costos de energía actualizados para cada uno de los períodos y -

consideran los costos de energía para aquellos proyectos que requieren bombeo. Se calculan previamente.

Para el problema específico al cual se refiere este estudio, en donde se consideran 18 alternativas, la función objetiva es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 F(I,P) = & \sum_{k=1}^5 I_{1,k} F_{1,k} + \sum_{k=1}^5 [I_{2,k} F_{2,k} + (P_{2,k-1}) C_2 R_{2,k}] + \\
 & + \sum_{k=1}^5 [I_{3,k} F_{3,k} + (P_{3,k} + P_{3,k-1}) C_3 R_{3,k}] + \\
 & + \sum_{k=1}^5 I_{5,k} F_{5,k} + \sum_{k=1}^5 I_{6,k} F_{6,k} + \sum_{k=1}^5 [I_{7,k} F_{7,k} + (P_{7,k} + \\
 & + P_{7,k-1}) C_7 R_{7,k}] + \sum_{k=1}^5 [I_{8,k} F_{8,k} + (P_{8,k} + P_{8,k-1}) C_8 R_{8,k}] + \\
 & + \sum_{k=1}^5 I_{9,k} F_{9,k} + \sum_{k=1}^5 I_{10,k} F_{10,k} + \sum_{k=1}^5 I_{11,k} F_{11,k} + \\
 & + \sum_{k=1}^5 I_{12,k} F_{12,k} + \sum_{k=1}^5 [I_{13,k} F_{13,k} + (P_{13,k} + P_{13,k-1}) C_{13} R_{13,k}] + \\
 & + \sum_{k=1}^5 I_{14,k} F_{14,k} + \sum_{k=1}^5 I_{15,k} F_{15,k} + \sum_{k=1}^5 I_{16,k} F_{16,k} + \\
 & + \sum_{k=1}^5 I_{17,k} F_{17,k} + \sum_{k=1}^5 I_{18,k} F_{18,k} + \sum_{k=1}^5 (Y_{1,k} - Y_{1,k-1}) F_{1,k} \dots (2)
 \end{aligned}$$

La función objetiva está sujeta a una serie de restricciones del sistema. Estas restricciones pueden ser generales, cuando afectan a todas las alternativas

consideradas ó también particulares de cada una de ellas.

### 3.2.1 Restricciones Generales

Para todas las alternativas debe cumplirse que:

$$\text{I. - } \sum_{k=1}^T I_{i,k} \leq 1 \quad \dots \quad i = 1, 2, \dots, N; \text{ el}$$

número de restricciones es (N)

Estas restricciones aseguran que la alternativa no se construye más de una vez dentro del horizonte de planificación.

$$\text{II. - } P_{i,k} \leq \sum_{j=1}^k I_{i,j} \quad \text{Son } (N \times T) \text{ el número total de restricciones}$$

Estas restricciones indican que no se utilice la alternativa sin estar construída.

### 3.2.2 Restricciones Particulares

#### III. - Caudal

Para cada nodo debe establecerse una ecuación de continuidad ó sea que la suma de los caudales que entran al nodo debe ser igual a la suma de los caudales que salen de él para cada intervalo

$$\sum Q]_{\text{Entrantes}} = \sum Q]_{\text{Salientes}} \quad \text{para cada } k$$

En los centros de demanda será  $Q =$  demandas para cada centro.

En este caso específico las ecuaciones de nodos son las siguientes:

$$a. - C1 P1k \geq Dr]_k \text{ Tocuyo..... (3)}$$

$$b. - C2 P2k \geq Du]_k \text{ Tocuyo..... (4)}$$

$$c. - C3 P3k + C7 P7k = C9 P9k + C10 P10k \dots\dots (5)$$

$$d. - C5 P5k = C6 P6k + C7 P7k..... (6)$$

$$e. - C6 P6k \geq Dr]_k \text{ Quíbor..... (7)}$$

$$f. - C8 P8k \geq Dr]_k \text{ Quíbor (Pozos)..... (8)}$$

$$g. - C9 P9k + C10 P10k = C11 P11k + C12 P12k + Du]_k \text{ Quíbor..... (9)}$$

$$h. - C11 P11k + C12 P12k + C13 P13k = Du]_k \text{ Barquisimeto..... (10)}$$

$$i. - C14 P14k \geq Dr]_k \text{ Acarigua..... (11)}$$

$$j. - C15 P15k \geq Du]_k \text{ Acarigua-Araure..... (12)}$$

$$k. - C16 P16k + C17 P17k = C18 P18k..... (13)$$

IV.- Alternativas con trasvase:

Para realizar el trasvase se hacen las siguientes consideraciones: sea  $C_t$  la capacidad de diseño, de una aducción, que se obtiene de dos fuentes tal que el aporte de la primera es  $a_1$  (m<sup>3</sup>/seg.) y el de la segunda es  $a_2$  --

(m<sup>3</sup>/seg.) y la segunda etapa va a estar en funcionamiento cuando se haya copado el caudal de la primera.

La segunda etapa requiere bombeo y por lo tanto se deben tener presentes los costos de energía. En este estudio - la alternativa cuatro contempla un trasvase de la presa Dos Bocas a la Presa Yacambú, en caso de que se necesita para el abastecimiento del sistema.

$$a_2 \frac{\textcircled{4}}{\nabla \text{ 2da. Etapa}} \quad a_1 \frac{\textcircled{55}}{\nabla \text{ 1ra. Etapa}} \quad C_T = a_1 + a_2$$

Al considerarse el trasvase, se incluye otra alternativa que es la del túnel pero con mayor capacidad. Se denomina en el esquema Alternativa 55.

La función objetivo para el trasvase es:

$$\sum_{k=1}^5 [I_{55k} F_{55k} + I_{4k} F_{4k} + a_2 (P_{4k} + P_{4k-1}) R_{4k}] \dots (14)$$

y las restricciones a que está sujeta son:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & \sum I_{4k} \leq 1 \\ & \sum I_{55k} \leq 1 \end{aligned}$$

Esta restricción, que entra en las generales, implica que cada etapa debe ser construída a lo sumo una vez.

$$\text{b)} \quad P_{55k} \leq \sum_{j=1}^k I_{55j}$$

El porcentaje de aprovechamiento de la alternativa 55 interviene a partir de la construcción de la misma.

$$c) \quad P_{4k} \leq \sum_{j=1}^k I_{4j}$$

El porcentaje de aprovechamiento de la alternativa 4 viene en la función objetiva a partir de la construcción de la misma.

$$d) \quad I_{4k} \leq \sum_{j=1}^k I_{55j}$$

Esta restricción implica que la alternativa 4 se construya posterior a la alternativa 55.

$$e) \quad P_{4k} \geq P_{55k} - 0,75$$

Según esta restricción, se comenzará a utilizar el trasvase una vez que la alternativa 55 supere el 75% de su capacidad.

V. - Alternativas excluyentes:

Cuando la construcción de una obra implica la no construcción de las otras, se debe considerar la siguiente restricción.

$$\sum_{i \in B} \sum_{k=1}^I I_{i,k} \leq 1$$

donde B es el conjunto de alternativas excluyentes.

En este estudio las alternativas 16 y 17 son excluyentes de la alternativa 15.

Y se consideran las siguientes restricciones:

$$\sum_{k=1}^5 (I17k + I15k) \leq 1$$

$$\sum_{k=1}^5 (I16k + I15k) \leq 1$$

VI. - Cuando hay una inversión inicial que es común a varias alternativas, se introduce una variable binaria:

$Y_{ik} = 0, 1$ , la cual debe computarse sólo una vez y con la primera de las alternativas seleccionadas. Esta variable al tomar el valor 1 indica el momento de poner en marcha un proyecto y desde ese momento  $Y_{ik}$  será uno hasta el último intervalo. (Siempre que alguna de las alternativas a la que está ligado se deba construir).

En este estudio la presa Dos Bocas es común a las alternativas 14, 15, 16 y 17, y -

se indica dentro de la función objetivo de la siguiente manera:

$$F0 = \dots + \sum_{k=1}^5 (Y_{1,k} - Y_{1,k-1}) F_{1k} \dots \quad (15)$$

Las restricciones a las cuales está sujeta son las siguientes:

$$\sum_{j=1}^k I_{14j} \leq Y_{1k}$$

$$\sum_{j=1}^k I_{15j} \leq Y_{1k}$$

$$\sum_{j=1}^k I_{16j} \leq Y_{1k}$$

$$\sum_{j=1}^k I_{17j} \leq Y_{1k}$$

$$k = 1, 2, \dots, 5$$

### 3.3 Criterios para la aplicación del modelo.

- a. - Se fijó como horizonte de planificación, año 2000.
- b. - Abastecer los siguientes centros de demanda:

Barquisimeto-Cabudare

Quíbor

El Tocuyo

Acarigua-Araure

- c. - Suministrar agua para riego en el Tocuyo, Quíbor y Acarigua, incrementando así el desarrollo agrícola de la zona.

El Tocuyo 4. 500 has: (Dos Cerritos)

Quíbor 6. 500 has. (por pozos)

12. 700 has. (Yacambú)

Acarigua 24. 000 has. (Dos Bocas)

- d. - Se estimaron las inversiones iniciales de todas las obras tanto de captación como de conducción de desarrollo de sistemas de riego, así se consideraron presas, tuberías, estaciones de bombeo y canales de riego. También entran en el programa los costos de operación y mantenimiento y los de energía expresados en valor presente.
- e. - No se consideran los costos correspondientes a la construcción ni ampliación de plantas de tratamiento.
- f. - Los costos de las instalaciones ya construidas, se actualizaron nuevamente para cumplir con la primera parte de este trabajo donde se establece como hipote-

sis de que no hay nada realizado en la zona. En la segunda parte se incorporan las obras que es tán ya realizadas y sólo se consideran de ellas los costos de operación y mantenimiento y ener gía.

- g. - El costo por has. de los sistemas de riego incluyen, obras, deforestación, rastreo, nivelación y equipos de bombeo, cuando se usan pozos.
- h. - En cuanto a la vida útil de las obras se consideró 40 años para las tuberías, 15 años para las estaciones de bombeo, 25 años los túneles y 50 años los embalses.
- i. - No se consideraron los costos de distribución den tro de las ciudades, ni los de estanques de alma cenamiento.

### 3.4 Criterios para la solución del modelo.

El problema se planteó desde dos puntos de vista.

- 3.4.1 Suponiendo que no está realizado ningún proyecto, sugerir un criterio para el diseño de las estruc turas hidráulicas y comparar las diversas alterna tivas para un desarrollo integral del aprovecha miento de la región.

3.4.2 En la segunda parte se considera la situación existente en la región que comprende varias obras tales como: la Presa Dos Cerritos y además aquellas obras que aunque no están -  
construïdas, cuentan con la aprobación del Eje  
cutivo Nacional, para su realización, como es  
la Presa de Yacambú.

Para el logro de los objetivos se aplicó el modelo descrito anteriormente, para obtener las alternativas más económicas que permitirán captar el agua y conducirla hasta los diferentes centros poblados.

#### CAPITULO IV

#### 4. ALTERNATIVAS Y COSTOS QUE INTERVIENEN EN EL MODELO.

Después de realizado el balance demandas-disponibilidades y establecidos los usos del agua según un orden prioritario se plantearon todas las posibles alternativas de solución, estimando en cada caso los costos de las inversiones requeridas para llevar a cabo los planes establecidos. Finalmente y mediante el uso del modelo matemático se analizaron todos los itinerarios posibles para seleccionar aquel que satisfaciendo todas las demandas resulta el más económico.

A continuación se definen las dieciocho alternativas consideradas en los siete esquemas planteados.

Alternativa N° 1 - Sistema de riego de El Tocuyo.

Intervienen en esta Alternativa el costo de la Presa Dos Cerritos, los costos de desarrollo del sistema de riego, y los costos variables de energía.

Alternativa N° 2 - Aducción Dos Cerritos-El Tocuyo.

Tiene una capacidad de diseño de 210 lts/seg., su longitud es 2,5 km. y su diámetro 0.40 mts.

Intervienen los costos de las inversiones fijas y los costos de energía.

Alternativa N.º 3 Aducción Dos Cerritos-Planta de Tratamiento de Quíbor. La capacidad de diseño es de  $3,5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , el diámetro 1.54 mts. con una longitud de 28.9 kms; intervienen en esta alternativa los costos de tubería, estación de bombeo y energía.

Alternativa N.º 4 Trasvase de la presa Dos Bocas a la presa Yacambú.

Requiere bombeo; la capacidad máxima de la aducción es de  $3 \text{ m}^3/\text{seg.}$  y su diámetro 1.54 mts se consideraron costos de tubería, estación de bombeo y de energía.

Alternativa N.º 5 Túnel de trasvase de la "Presas Yacambú-Embalse regulador". El caudal a trasvasar por gravedad es de  $9 \text{ m}^3/\text{seg.}$  Incluye el costo de la presa y el túnel.

Alternativa N.º 6 Canales y obras de riego.

Se llevará el agua por gravedad  $6 \text{ m}^3/\text{seg.}$  desde la salida del túnel de trasvase de la presa Yacambú, hasta el valle de Quíbor.

Se considera el costo total, de las obras de desarrollo del sistema.

Alternativa N.º 7 Aducción que va desde el "Embalse regulador" (a la salida del túnel de trasvase) a la "Planta de Tratamiento".

La capacidad máxima es de  $3 \text{ m}^3/\text{seg}$ ; se requiere un pequeño bombeo, el diámetro de la aducción es de 1.20 mts. y la longitud 6 kms. Intervienen costos de aducción, estación de bombeo y energía.

Alternativa N.º 8 Pozos existentes en la zona de Quíbor.

Estos pozos serán utilizados para regar, toda vez que se vayan recuperando los acuíferos, se consideran costos de conducción bombeo y energía.

Alternativa N.º 9 Aducción desde Planta de Tratamiento - Quíbor.

Capacidad máxima  $3 \text{ m}^3/\text{seg}$ . diámetro 1.60 mts. y 6 kms. de longitud. Se considera el costo de la aducción.

Alternativa N.º 10 Aducción Planta de Tratamiento-Quíbor.

La capacidad máxima por gravedad es de  $3.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ . el diámetro 1.70 mts. y la longitud 6 kms.

Se considera el costo de la aducción.

Alternativa N.º 11 Aducción Quíbor-Estanques de almacenamiento.

Los estanques estan ubicados cerca de la ciudad de Barquisimeto; la capacidad máxima de conducción es de 3.0 m<sup>3</sup>/seg., el diámetro 1.50 mts. y longitud 19.8 kms. Interviene el costo de la tubería.

Alternativa N.º 12 Aducción "Quíbor-Estanques de Almacenamiento".

Capacidad máxima 3.5 m<sup>3</sup>/seg. que van por gravedad por una tubería de 1.60 mts. de diámetro y longitud 19.8 kms. Intervienen los costos de las inversiones fijas.

Alternativa N.º 13 Presa Nuare y aducción a la ciudad de Barquisimeto. La capacidad máxima es de 3.0 m<sup>3</sup>/seg..

La conducción es por bombeo mediante una tubería de 1.20 mts. de diámetro y longitud 43.2 kms. Se consideran costos de las inversiones fijas y los costos variables de energía.

Alternativa N.º 14 Sistema de riego de la zona Acarigua-Araure.

El caudal a conducir por gravedad es del orden de 8.8 m<sup>3</sup>/seg. Intervienen los costos de desarrollo del sistema de riego.

Alternativa N.º 15 Aducción Dos Bocas-Camburito.

Capacidad máxima de conducción por gravedad 1.5 m<sup>3</sup>/seg.

Se consideran los costos de aducción.

Alternativa N.º 16 Aducción Dos Bocas-Camburito.

Capacidad máxima de conducción por gravedad 800 lts/seg. para un diámetro de 0.60 mts. y longitud 4 kms. Se considera el costo de las aducciones.

Alternativa N.º 17 Aducción Dos Bocas-Camburito.

Aducción de 0.50 mts. de diámetro, longitud 4 kms y capacidad máxima de conducción por gravedad de 700 lts/seg. Se consideran costos de aducción.

Alternativa N.º 18 Aducción Camburito-Acarigua-Araure.

La capacidad máxima de conducción de 15 m<sup>3</sup>/seg, para un diámetro de 0.90 mts. y longitud de 12 kms. se consideran costos de aducción.

Todas las alternativas incluyen costos de operación y mantenimiento.

#### 4.1 Estimación de Costos.

Para el cálculo de los costos de aducción, estaciones de bombeo y costos de energía se utilizó un programa de computadora denominado sistema CAT/INOS, en él se hacen las siguientes consideraciones.

- a. - El costo del kilogramo de acero instalado se tomó a 5 B<sup>s</sup>.

- b. - El costo del CV considerado fué de Bs. 900/cv
- c. - El costo de la energía de bombeo se consideró un valor promedio de 0.03 Bs/kwh. factores de amortización.
- d. - Se tomó como vida útil de las tuberías 40 años y una tasa de interés del 8% anual.
- e. - Para las estaciones de bombeo se asumió una vida útil de 15 años y una tasa de interés del 8%.
- f. - Operación y mantenimiento. El costo anual de operación y mantenimiento se consideró de la siguiente forma:
  - g. - El 1% de la inversión inicial de tubería, túnel y presas.
  - h. - El 7% de la inversión inicial de bombeo.
  - i. - El 3% de la inversión inicial de desarrollo de los sistemas de riego.

Los resultados obtenidos se muestran en el anexo N.º 5. Para los costos de desarrollo de los sistemas de riego se consideraron las estimaciones realizadas por FUDECO (1972).

En el gráfico N° 3 se muestran los costos de todas las alternativas y en el anexo N° 6 los resultados del programa que calcula los factores F y R de actualización de costos.

4.2 Costos de las diferentes Alternativas. Inversiones Fijas.

Alternativa N° 1

"Presa Dos Cerritos"	"	60.000.000
Desarrollo Sistema de Riego	"	2.070.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	662.100

Alternativa N° 2

Tramo "Dos Cerritos-Tocuyo", tubería de acero de 0.40 mts. de diámetro, 6 mm. de espesor y longitud 2.5 kms. Caudal 210 lts.	"	804.000
Estación de Bombeo	"	373.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento $f(Q) = 0.35 Q \cdot 10^6 \text{ Bs/año}$	"	34.150

Alternativa N° 3

Tramo "Dos Cerritos-Planta de Tratamiento" 28.9 kms. de tubería de acero de 1.54 mts.

de diámetro, 12 mm. de espesor y caudal 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	B <sup>s</sup>	44.600.000
Estación de bombeo	"	11.500.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento $f(Q) = 0.90 Q \cdot 10^6$ B <sup>s</sup> /año	"	1.250.000
Alternativa N° 4		
Trasvase "Dos Bocas-Yacambú", 14.4 kms. tubería de acero de 1.54 mts. de diámetro, espesor 12 mm., capacidad 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	"	18.200.000
Estación de bombeo	"	24.600.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento $f(Q) = 1.22 Q \cdot 10^6$ B <sup>s</sup> /año	"	1.904.000
Alternativa N° 5		
Presa Yacambú	"	80.000.000
Túnel	"	174.000.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	2.540.000
Alternativa N° 6		
Canales y Obras de riego	"	80.000.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	2.400.000

Alternativa N° 7

Aducción "Embalse Regulador-Planta de Tratamiento", 6 kms. de tubería de acero de diámetro 1.20 mts. capacidad máxima 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	"	7.600.000
Estación de bombeo	"	3.150.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	296.500

Alternativa N° 8

Pozos	"	22.960.000
Bombeo	"	3.608.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento f (Q) = 1.20 . 10 <sup>6</sup> Bs/año	"	482.000

Alternativa N° 9

Aducción Planta de Tratamiento Quíbor 6 kms. de tubería de acero de 1.60 mts. de diámetro, 11 mm de espesor, capacidad máxima 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	"	10.200.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	102.000

Alternativa N° 10

Tramo Planta de Tratamiento Quíbor 6 kms. de tubería de acero de 1.70 mts. de diámetro, 12 mm de espesor, capacidad máxima 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	"	10.800.000
---	---	------------

Costo anual de Operación y Mantenimiento	B <sup>s</sup>	108.000
Alternativa N° 11		
Tubería de acero tramo "Quiñor-Barquisimeto", 19.8 kms. de diámetro, 1.50 mts. espesor 11 mm. capacidad máxima 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	"	41.200.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	412.000
Alternativa N° 12		
Tramo "Quiñor-Estanques" tubería de acero de 1.60 mts. de diámetro, 19.8 kms. de longitud espesor 11 mm., caudal máximo 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	"	43.800.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento	"	438.000
Alternativa N° 13		
Presa "Nuare-Charay"	"	20.000.000
Tubería de acero de 1.20 mts. de diámetro, espesor 8 mm., 43.2 kms. de longitud, capacidad máxima 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	"	54.700.000
Estación de bombeo	"	24.900.000
Costo anual de Operación y Mantenimiento f (Q) = 2.06 Q. 10 <sup>6</sup> B <sup>s</sup> /año	"	2.490.000
Alternativa N° 14		
Desarrollo Sistema de riego Aca-rigua-Araure, 8 m <sup>3</sup> /seg.	"	48.000.000

Costo anual de Operación y Mantenimiento. Bs. 1.440.000

Alternativa N.º 15

Tramo "Dos Bocas-Camburito", Tubería de acero de 4 kms. de longitud, diámetro de 0.80 mts. y espesor 6 mm capacidad máxima 1.5 m<sup>3</sup>/seg. " 2.530.000

Costo anual de Operación y Mantenimiento. " 253.000

Alternativa N.º 16

Tramo "Dos Bocas-Camburito" tubería de acero de 0.60 mts. de diámetro, 4 kms. de longitud, espesor 6 mm capacidad máxima 0.800 m<sup>3</sup>/seg. " 1.810.000

Costo anual de Operación y Mantenimiento. " 18.100

Alternativa N.º 17

Tramo "Dos Bocas-Camburito" tubería de acero de 0.50 mts. de diámetro, 4 kms. de longitud, espesor 6 mm capacidad máxima 0.700 m<sup>3</sup>/seg. " 1.700.000

Costo anual de Operación y Mantenimiento. " 17.000

Alternativa N.º 18

"Camburito-Acarigua", tubería de acero de 0.90 mts. de diámetro 12 - kms. de longitud, capacidad 1.5 - - m<sup>3</sup>/seg. " 8.550.000

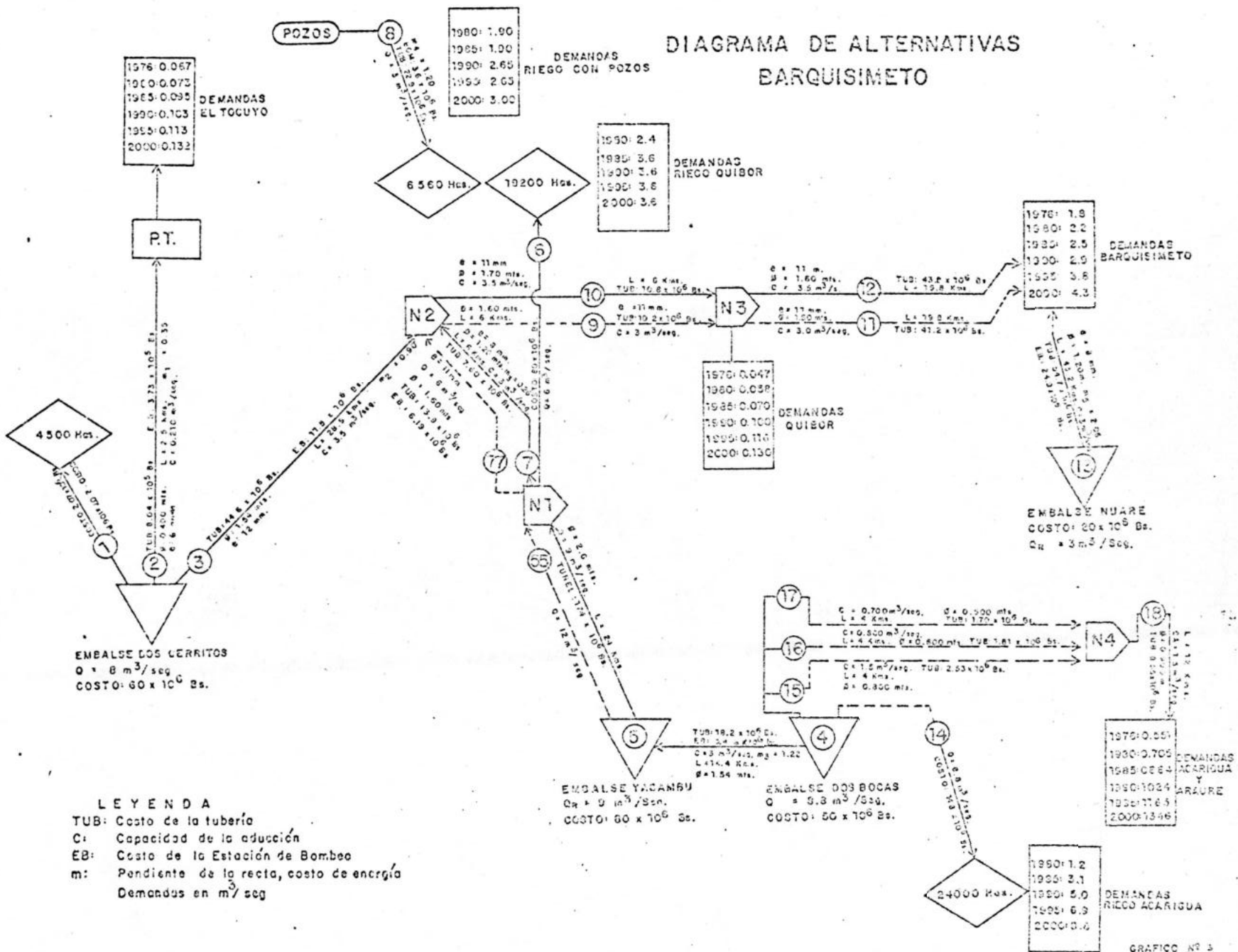
Costo anual de Operación y Mantenimiento. " 85.500

El costo de la presa Dos Bocas se consideró separado porque esta presa interviene en 4 alternativas.

"Presa Dos Bocas" porción del costo que corresponde a INOS	B\$. 5.000.000
Costo anual de Operación y <u>Mantenimiento.</u>	" 50.000

Nota:  $f(Q)$ : función de costos de energía linealizada.

# DIAGRAMA DE ALTERNATIVAS BARQUISIMETO



## CAPITULO V

### 4.5 ESQUEMAS DE LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

#### ESQUEMA N° 1

No se consideró ninguna de las obras construídas y se dejó que el modelo seleccionara la solución más económica.

El costo a valor presente de las inversiones es de Bs. 624.429.550 y el itinerario de construcción y operación seleccionado es el siguiente:

Alternativa N°	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
1	Sistema de riego El Tocuyo	1980
2	Aducción Dos Cerritos- Tocuyo - Q=210 lts/seg.	1980
3	Aducción Dos Cerritos Plta. de Tratamiento Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1995
5	Presa Yacambú-Túnel	1980
6	Sistema de riego de Quíbor	1980
7	Aducción embalse regu- lador Plta. de Tratamien- to - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos, acuífero de Quí- bor - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980

Alternativa N°	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
9	Aducción Planta de Tratamiento-Quíbor Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
10	Aducción Plta. de Tratamiento-Quíbor Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1995
11	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
12	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1995
14	Sistema de riego Acari-gua-Araure	1980
16	Aducción Dos Bocas-Camburito - Q = 800 lts/seg.	1980
17	Aducción paralela Dos Bocas-Camburito Q = 700 lts/seg.	1985
18	Aducción Camburito-Acarigua - Q = 1.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
	Embalse Dos Bocas	1980

En el anexo 7 se muestra el esquema de operación y los listados con los resultados de la computadora.

ESQUEMA N° 2

En este esquema se introduce la restricción que permite que la alternativa N° 3, correspondiente al tramo de --  
aducción que va desde Dos Cerritos a la Planta de Tratam  
miento en Quíbor, esté en operación en el año 1980, --  
(I<sub>31</sub> = 1).

Se quiere conocer cuánto más costoso resulta este esque  
ma respecto al anterior, dado que la alternativa N° 3  
está construida y según el Esquema N° 1 debiera haber  
sido construida para el año 1995.

El costo a valor presente es de Bs 671.729.550 o sea Bs.  
47.300.000 más caro que el Esquema N° 1.

El itinerario de operación es el siguiente:

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
1	Sistema de riego El Tocuyo	1980
2	Aducción Dos Cerritos-Tocuyo Q = 210 lts/seg.	1980
3	Aducción Dos Cerritos-Planta de Tratamiento Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
5	Presa Yacambú-Túnel	1980
6	Sistema de riego Quíbor	1980
7	Aducción embalse regulador Plta. de Tratamiento Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos, acuíferos de Quíbor - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
9	Aducción Planta de Tratamiento-Quíbor Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
10	Aducción Planta de Tratamiento-Quíbor Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1995
11	Aducción-Quíbor-Barquisimeto - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
12	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1995

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
14	Sistema de riego Acarigua	1980
16	Aducción Dos Bocas-Camburito Q = 800 lts/seg.	1980
17	Aducción paralela Dos Bocas-Camburito Q = 700 lts/seg.	1980
18	Aducción Camburito-Acarigua Q = 1.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
	Embalse Dos Bocas	1980

El listado de los resultados y el esquema de operación se muestran en el anexo N° 8.

### ESQUEMA N° 3

Se hace entrar las alternativas N° 3, N° 10 y N° 12, ya construídas, las constituyen las aducciones correspondientes a los tramos "Presa Dos Cerritos-Planta de Tratamiento", "Planta de Tratamiento-Quíbor y Quíbor"- "Estanques de almacenamiento" en las cercanías de Barquisimeto.

El costo a valor presente es 674.059.550 B<sup>s</sup>, la diferencia con el primer esquema es de B<sup>s</sup> 49.630.000 más y con respecto al segundo esquema es de B<sup>s</sup> 2.330.000 más.

El itinerario resultante es el siguiente:

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
1	Sistema de riego El Tocuyo	1980
2	Aducción Dos Cerritos-El Tocuyo - Q = 210 lts/seg.	1980
3	Aducción Dos Cerritos-Plta. de Tratamiento Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
5	Presa Yacambú y Túnel	1980
6	Sistema de riego Quíbor	1980

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
7	Aducción Embalse Regulador Plta. de Tratamiento Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos Acuíferos de Quíbor	1980
9	Aducción Plta. de Tratamiento-Quíbor	1995
10	Aducción Planta de Tratamiento-Quíbor Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
11	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1995
12	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
14	Sistema de riego Acarigua	1980
16	Aducción Dos Bocas-Camburito - Q = 800 lts/seg.	1980
17	Aducción paralela Dos Bocas-Camburito Q = 700 lts/seg.	1985
18	Aducción Camburito-Acarigua - Q = 1.5 me/seg.	1980
	Embalse Dos Bocas	1980

En el anexo N° 9 se incluyen los esquemas de operación para cada período y los listados de la computadora con los resultados.

## 5.1 CONCLUSIONES DE LA PRIMERA PARTE

Como se señaló anteriormente, en la "Primera Parte" se consideró que no había ninguna obra construida, por lo tanto en el primer esquema se dejó que el modelo actuara libremente, luego los dos esquemas restantes se fueron ajustando más a la realidad, ya que se incorporaron las instalaciones existentes y en operación lo cual permite apreciar la sobre inversión realizada que se pone en mayor evidencia cuando se obliga a entrar la alternativa N° 3, (Aducción Dos Cerritos-Planta de Tratamiento) en este caso el sobreprecio es de Bs 47. 300. 000 y en menor cuantía cuando entran en el modelo las alternativas N° 10 y N° 11 (Aducciones Planta de Tratamiento-Quíbor, una con capacidad 3 m<sup>3</sup>/seg. y la otra con capacidad 3. 5 m<sup>3</sup>/seg.)

De los resultados de los esquemas anteriores se puede concluir lo siguiente: era conveniente construir la presa Yacambú, túnel de trasvase embalse compensador y tramo de aducciones Planta de Tratamiento-Quíbor-Barquisimeto, primero que el sistema que opera actualmente (Presa Dos Cerritos), ya que éstos requieren bombeo y los costos

de energía encarecen el proyecto; por otra parte las aducciones debieron haberse diseñado para una capacidad menor evitando así mantenerla ociosa por mucho tiempo, pero dejando siempre la posibilidad de construir otra aducción en paralelo con mayor capacidad, para cuando las demandas así lo exigieran. Como ya las obras están realizadas sólo queda sugerir la forma de operación más conveniente para su mejor utilización y a tal efecto en la segunda parte se consideran estas posibilidades.

## 5.2 SEGUNDA PARTE

### ESQUEMA N° 4

Se considera el sistema tal como está operando en la actualidad; o sea, están en funcionamiento las alternativas Nos. 1, 2, 3, 10, 12 y la alternativa N° 5, está en construcción, por lo que se introducen las restricciones  $I_{1,1} = 1$ ,  $I_{2,1} = 1$ ,  $I_{3,1} = 1$ ,  $I_{10,1} = 1$ ,  $I_{12,1} = 1$ ,  $I_{5,1} = 1$ .

Aquí solamente se computan los costos de energía, operación y mantenimiento y reposición de las estaciones de bombeo.

Este esquema permitirá conocer las futuras inversiones y la operación del sistema de manera de minimizar los costos totales en base a las instalaciones existentes. El costo total a valor presente es de Bs. 315.429.550.

El itinerario de inversiones y de operaciones es el siguiente:

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
1	Sistema de riego El Tocuyo	1980
2	Aducción Dos Cerritos- El Tocuyo - Q=210 lt/seg.	1980

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
3	Aducción Dos Cerritos- Plta. de Tratamiento Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
5	Presa Yacambú y Túnel	1980
6	Sistema de riego Quíbor	1980
7	Aducción embalse regula- dor Plta. de Tratamiento Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos zona de Quíbor	1980
9	Aducción Plta. de Trata- miento-Quíbor Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1995
10	Aducción Plta. de Trata- miento Quíbor Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
11	Aducción Quíbor-Barqui- simeto - Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1995
12	Aducción Quíbor-Barqui- simeto - Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
14	Sistema de riego Acarigua Araure	1980
16	Aducción Dos Bocas-Cam- burito - Q = 800 lts/seg.	1980
17	Aducción paralela Dos Bo- cas-Camburito Q = 700 lts/seg.	1985

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
18	Aducción Camburito-Acarigua - $Q = 1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$	1980

En el anexo N° 10 se incluye el listado y los resultados de la computadora y los esquemas para los cinco períodos.

### ESQUEMA N° 5

En este esquema se estudia la posibilidad de que la alternativa N° 13, constituida por el embalse Nuare-Charay y la aducción a Barquisimeto, se puede incorporar al sistema, ya sea por razones socio-económicas, desarrollo industrial o que las demandas así lo requieran; y se quiere conocer la incidencia económica que pudiera tener el mismo. Se incorpora al modelo las restricciones para que la selección en el intervalo más oportuno, ( $\sum I_{13,k} = 1$ ).

Aún cuando el resultado indica que su construcción debe efectuarse en el último período, no es utilizada, lo cual implica que su operación es muy costosa ya que requiere gran bombeo y los costos de energía son elevados.

El costo total a valor presente tanto de las inversiones fijas como las variables es de Bs. 321.189.550 y el itinerario de construcción y operación es el siguiente:

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
1	Sistema de riego El Tocuyo	1980
2	Aducción Dos Cerritos-El Tocuyo - Q=210 lts/seg.	1980

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento
3	Aducción Dos Cerritos Planta de Tratamiento Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
5	Presa Yacambú-Túnel	1980
6	Sistema de riego Quíbor	1980
7	Aducción embalse regulador Plta. de Tratamiento Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos zona de Quíbor Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1980
9	Aducción paralela Plta de Tratamiento Quíbor Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1995
10	Aducción Plta. de Tratamiento Quíbor Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
11	Aducción paralela Quíbor-Barquisimeto Q = 3.0 m <sup>3</sup> /seg.	1995
12	Aducción Quíbor-Barquisimeto - Q = 3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
13	Presa Nuare y Aducción en Barquisimeto-Q=3 m <sup>3</sup> /seg.	2000
14	Sistema de riego Acarigua-Araure	1980
16	Aducción Dos Bocas-Camburito - Q = 800 lts/seg.	1980

Alternativa	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento.
17	Aducción paralela Dos Bocas-Camburito - - Q=700 lts/seg.	1985
18	Aducción Camburito-Acarigua Q=1.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980

Los resultados del programa y el esquema de operación de los cinco períodos se muestran en el anexo N° 11.

### ESQUEMA N° 6

El sistema en estudio cuenta con fuentes que pueden satisfacer las demandas hasta más allá del año 2000, sin embargo, no se descarta la posibilidad de dejar alguna fuente como reserva.

En este esquema y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente, se considera un trasvase de la presa Dos Bocas para la presa Yacambú y a tal efecto se hicieron las siguientes consideraciones:

- a) El caudal a trasvasar es de 3 m<sup>3</sup>/seg.
- b) Se requiere la construcción de la aducción y de la estación de bombeo.
- c) Se consideran dos nuevas alternativas, una es el túnel de trasvase (55) con mayor capacidad ( $Q = 12$  m<sup>3</sup>/seg) pero sin variar el costo y la otra es la aducción embalse regulador planta de tratamiento (77), con una capacidad de 6 m<sup>3</sup>/seg.
- d) Se calcularon los costos de la nueva aducción.
- e) Se considera el esquema N° 1, pero agregando las dos alternativas mencionadas anteriormente y agregando las restricciones que indican que las alternativas N°

5 y N.º 55 con excluyentes, lo mismo que las N.º 7 y N.º 77.

El costo total, a valor presente, de las inversiones y operaciones del sistema, es de 624.429.550 Bs. Como se puede notar el costo es igual al del primer esquema estudiado, o sea aquel donde no se consideran obras realizadas y tampoco se incluye el trasvase. En los resultados de este esquema no hace el trasvase lo cual implica que es muy costoso traer el agua desde Dos Bocas hasta Yacambú y por esta razón también se descarta en los otros esquemas; pero no quiere decir esto que no sea de utilidad tener esta fuente como reserva.

Los resultados de la computadora y los itinerario de construcciones y operaciones de los cinco períodos son igual que en el primer esquema. En el anexo N.º 12 se muestran los resultados.

### ESQUEMA N° 7

Como se mencionó al principio, la ciudad de Barquisimeto ha experimentado en estos tres últimos años, un vertiginoso desarrollo industrial a tal efecto se anexan en este trabajo una lista, enviada por Corpooccidente, de las industrias que tienen proyectado instalar en la zona y sus requerimientos de agua.

Tomando en cuenta esta situación se elaboró un esquema considerando las probables demandas industriales que según corpooccidente es de  $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$  para Barquisimeto. Este esquema es similar al esquema N° 4, donde se consideran las obras ya construídas y en construcción, y se modifican las demandas de Barquisimeto ya que se introducen las demandas industriales gradualmente y por quinquenio.

El costo total a valor presente, es de 328.037.383 B<sup>s.</sup> o sea 12.607.833 B<sup>s.</sup> más costoso que el esquema cuatro de bido a que varía la forma de operación del Sistema.

El itinerario de construcción y operación es el siguiente:

Alternativa N°	Nombre	Año en que debe estar en funcio <u>na</u> miento.
1	Sistema de riego El Tocuyo.	1980

Alternativa N.º	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento.
2	Aducción Dos Cerritos El Tocuyo Q=210 - - lts/seg.	1980
3	Aducción Dos Cerritos pta. de tratamiento - Q=3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
5	Presa Yacambú-Túnel	1980
6	Sistema de riego Quíbor.	1980
7	Aducción embalse regulador pta. de tratamiento. Q=3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
8	Pozos zona de Quíbor Q = 3 m <sup>3</sup> /seg.	1980
9	Aducción en paralelo pta. de tratamiento Quíbor Q=3 m <sup>3</sup> /seg.	1990
10	Aducción pta. de tratamiento Quíbor Q=3.5 - m <sup>3</sup> /seg.	1980
11	Aducción en paralelo Quíbor-Barquisimeto Q=3 m <sup>3</sup> /seg.	1990
12	Aducción Quíbor-Barquisimeto Q=3.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980
14	Sistema de riego Acarigua Araure.	1980
16	Aducción Dos Bocas-Camburito Q=800 lts/seg.	1980

Alternativa N.º	Nombre	Año en que debe estar en funcionamiento.
17	Aducción en paralelo Dos Bocas Camburito Q=700 lts/seg.	1985
18	Aducción Camburito- Acarigua Q=1.5 m <sup>3</sup> /seg.	1980

Se incluyen las hojas con los resultados del programa y los esquemas de operación de los 5 períodos, en el anexo N. 13.

## CONCLUSIONES FINALES

Analizando los resultados de los 7 esquemas elaborados, se puede concluir lo siguiente:

- 1) Los esquemas N° 4 y N° 7 son los más recomendables.
- 2) Según ambos esquemas, el Proyecto Yacambú debe estar en operación el año 1980.
- 3) Las aducciones que operan actualmente, o sea, los tramos correspondientes a planta de tratamiento Quíbor-Barquisimeto, se seguirán utilizando hasta el año 1995, año en que se requiere que esté en funcionamiento la aducción paralela para reforzar las actuales.
- 4) A partir del año 1980 se deben ir incorporando las hectáreas de riego previstas en la zona de Quíbor.
- 5) El sistema de riego de Acarigua-Araure también debe comenzar a funcionar para el año 1980.
- 6) Para asegurar el éxito del proyecto, de instalar en la región nuevas zonas industriales, será necesario adelantar en un período (1990) la incorporación de las aducciones que van paralelas a las actuales.

## BIBLIOGRAFIA

- Bellman, R. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press.
- Castagnino, W.A. 1970. Modelos matemáticos-económicos de optimización del uso del recurso hídrico. Documento de trabajo. Oficina Sanitaria Panamericana. Montevideo Uruguay.
- Dorfman R., Maass A., 1962. Design of water resources Systems. Harvard University Press. Massachusetts.
- Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental. 1972. Proyecto Yacambú. Estudio de factibilidad - Barquisimeto - Venezuela.
- Fundación para el Desarrollo de la Región Centro Occidental. 1973. II Inventario de aguas superficiales de la Región Centro Occidental. Barquisimeto - Venezuela.
- Gani, J. 1957. Problems in the probability Theory of storage systems. Journal of the Royal Statistic Society B. 19, 181.
- Gessford y Karlin. 1958. Optimal policy for hydroelectric operations. In arrow, Karlin & Scarf, op. cit. capítulo 11.
- Hall, W.A., Dracup, J. 1974. Ingeniería de sistemas en recursos hidráulicos. Compañía Editorial Continental, S.A. México.
- Hazen, A. 1914. Storage to be provided in impounding reservoirs. Transaction American Society Division Engineers, 77. 1.539.
- Kendall, D.G. 1957. Some problems in the theory of dams. Journal Royal, Statistic Society.
- Kuiper, E. 1969. Desarrollo de los recursos hidráulicos Cidiat - Mérida - Venezuela.
- Little, J.D.C. 1955. The use of waste storage in hydroelectric system. Operations research, 3. 187.

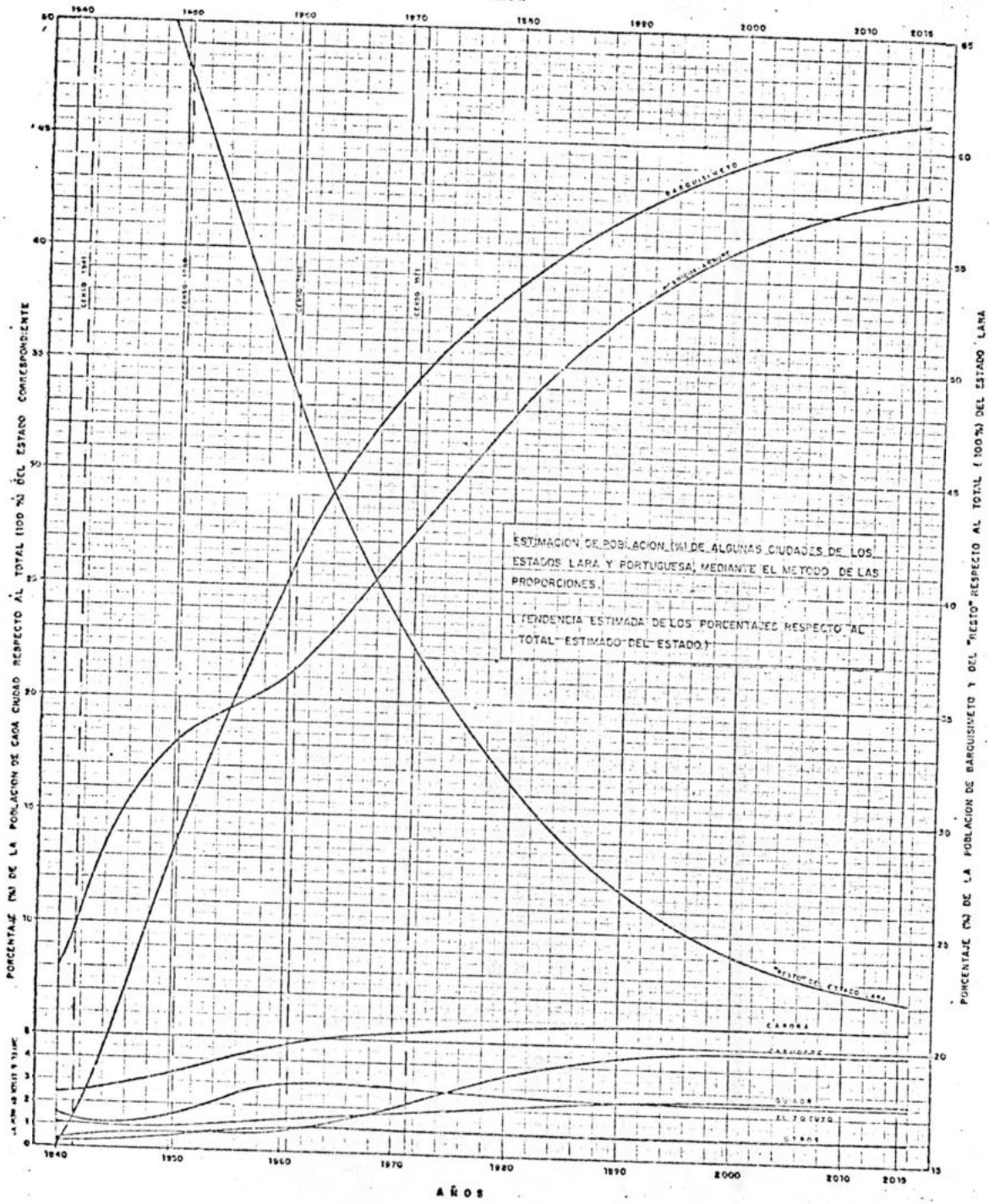
- Manne, A.S. 1959. Linear programming and sequential decisions. Management.
- Massé, P. 1946. Les reserves et la regulation de l' avenir dans la vie economique. Hermann, Paris.
- Morán, P.A.P. 1960. The theory of storage. John Wiley, New York.
- Pantin, C.D. y otros. 1975. Estudio de las alternativas de solución para el abastecimiento de agua potable de Caracas-Los Teques - Litoral Central - Panamericana - Ciudad Eajardo y Ciudad Lozada. Instituto Nacional de Obras Sanitarias - Caracas, Venezuela.
- Pantin, C.D. y Ruiz L. 1976. Estudio de alternativas para el abastecimiento de agua al medio urbano del sector Maracaibo y sus alrededores. Instituto Nacional de Obras Sanitarias Caracas, Venezuela.
- Piñeiro C., G. 1976. Análisis Regional de Alternativas para el Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos, Aplicación a la zona Bajo Yaracuy-Morón-Puerto Cabello. Tesis de Grado. Mérida - Venezuela.
- Rippl. N. 1883. The capacity of storage reservoirs for water supply. Procees. Institution of civil engineers. 71, 270.
- Tahal, Ingenieros Consultores de Venezuela S.A. 1970. Estudio para el desarrollo de los recursos de aguas subterráneas en las regiones de Valencia, Barquisimeto, Coro, Pedregal, Maracaibo, Volumen III. Venezuela.
- Thomas, H.A. Jr. and O. Watermeyer. Queuing theory and reservoir design. Annuals of Harvard. Computation Laboratory. Harvard University Press. Cambridge.
- Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. 1968. Abastecimiento de agua en el medio urbano. Dotaciones a los efectos del Plan. Caracas.

- Venezuela. Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. 1969. Inventario Nacional de -- Aguas Superficiales. Caracas.
- Venezuela. Ministerio de Obras Públicas. División de Hidrología. 1975. Estudio hidrológico del río Yacambú en Paso Angostura. Caracas.
- Venezuela. Instituto Nacional de Obras Sanitarias - Dirección General de Planificación y Desarrollo 1974 - Estudio de Estimaciones de población - Caracas.

A N E X O S

Anexo N.º 1

Estimación de Población



ESTADO LARA

Población estimada de algunas ciudades

	Total Estado	Barquisimeto	El Tocuyo	Cabadare	Quíbor	Carora	Resto Estado
Censo 1941	332.976	54.176	5.417	1.527	3.511	8.214	260.131
Censo 1950	368.169	105.383	5.586	2.716	3.742	12.450	238.292
Censo 1961	489.140	200.283	14.560	4.480	7.046	23.227	239.544
Censo 1971	671.410	330.815	19.351	14.593	12.216	36.115	258.320
1970	714.400	346.200	20.900	14.100	12.600	38.100	282.500
1975	824.600	422.400	23.000	23.000	16.100	45.500	294.600
1980	942.200	503.900	25.200	32.900	20.000	53.300	306.900
1985	1.061.500	587.500	27.400	42.700	24.400	61.200	318.300
1990	1.182.400	672.800	29.800	52.100	29.000	68.800	329.900
1995	1.308.200	761.100	32.500	60.800	33.500	76.4000	343.900
2000	1.439.900	852.800	35.600	68.500	37.700	84.100	361.200
2005	1.585.800	952.300	39.200	75.600	41.600	92.600	384.500
2010	1.747.800	1.060.200	43.200	83.400	45.900	102.100	413.000
2015	1.932.200	1.180.500	47.700	92.200	50.700	112.800	448.300

NOTA: Las cifras censales de 1971 que sirvieron de partida a la proyección han sido corregidas por omisión durante el empadronamiento censal.

## ESTADO LARA

Población estimada (%) de algunas ciudades

	Total Estado	Barquisimeto.	El Tocuyo	Cabudare	Quibor	Carora	Resto Estado
Censo 1941	100.000	16.270	1.627	0.459	1.054	2.467	78.123
Censo 1950	100.000	28.631	1.517	0.738	1.016	3.382	64.716
Censo 1961	100.000	40.954	2.977	0.916	1.490	4.748	48.915
Censo 1971	100.000	49.272	2.882	2.174	1.819	5.379	38.474
1970	100.000	48.470	2.927	1.970	1.772	5.336	39.525
1975	100.000	51.225	2.785	2.790	1.948	5.514	35.738
1980	100.000	53.480	2.672	3.490	2.124	5.660	32.574
1985	100.000	55.347	2.580	4.025	2.300	5.763	29.985
1990	100.000	56.900	2.522	4.410	2.456	5.823	27.889
1995	100.000	58.180	2.485	4.645	2.559	5.838	26.293
2000	100.000	59.222	2.470	4.758	2.616	5.840	25.094
2005	100.000	60.050	2.470	4.770	2.625	5.840	24.245
2010	100.000	60.660	2.470	4.770	2.625	5.840	23.635
2015	100.000	61.096	2.470	4.770	2.625	5.840	23.199

**ESTADO PORTUGUESA**  
Población estimada de alguna ciudades

	Total Estado	Acarigua Araure	Resto Estado				
Censo 1941	87.151	8.073	79.078				
Censo 1950	122.153	21.934	100.219				
Censo 1961	203.707	42.999	160.708				
Censo 1971	294.047	81.215	215.832				
1970	327.600	86.900	240.900				
1975	387.200	114.700	272.500				
1980	448.400	146.800	301.600				
1985	508.500	179.800	328.700				
1990	569.100	213.100	356.000				
1995	630.500	246.700	383.800				
2000	693.100	280.400	412.700				
2005	762.100	316.400	445.600				
2010	838.600	355.000	483.600				
2015	924.400	396.700	527.700				

NOTA: Las cifras censales de 1971 que sirvieron de partida a la proyección, han sido corregidas por omisión durante el empadronamiento censal. -

ESTADO PORTUGUESA  
Población estimada (%) de algunas ciudades.

	Total Estado	Acarigua Araure	Resto Estado				
Censo 1941	100.000	9.263	90.737				
Censo 1950	100.000	17.956	82.044				
Censo 1961	100.000	21.108	78.892				
Censo 1971	100.000	27.341	72.659				
1970	100.000	26.506	73.494				
1975	100.000	29.633	70.367				
1980	100.000	32.742	67.258				
1985	100.000	35.360	64.640				
1990	100.000	37.445	62.555				
1995	100.000	39.132	60.868				
2000	100.000	40.455	59.545				
2005	100.000	41.525	58.475				
2010	100.000	42.336	57.664				
2015	100.000	42.918	57.082				

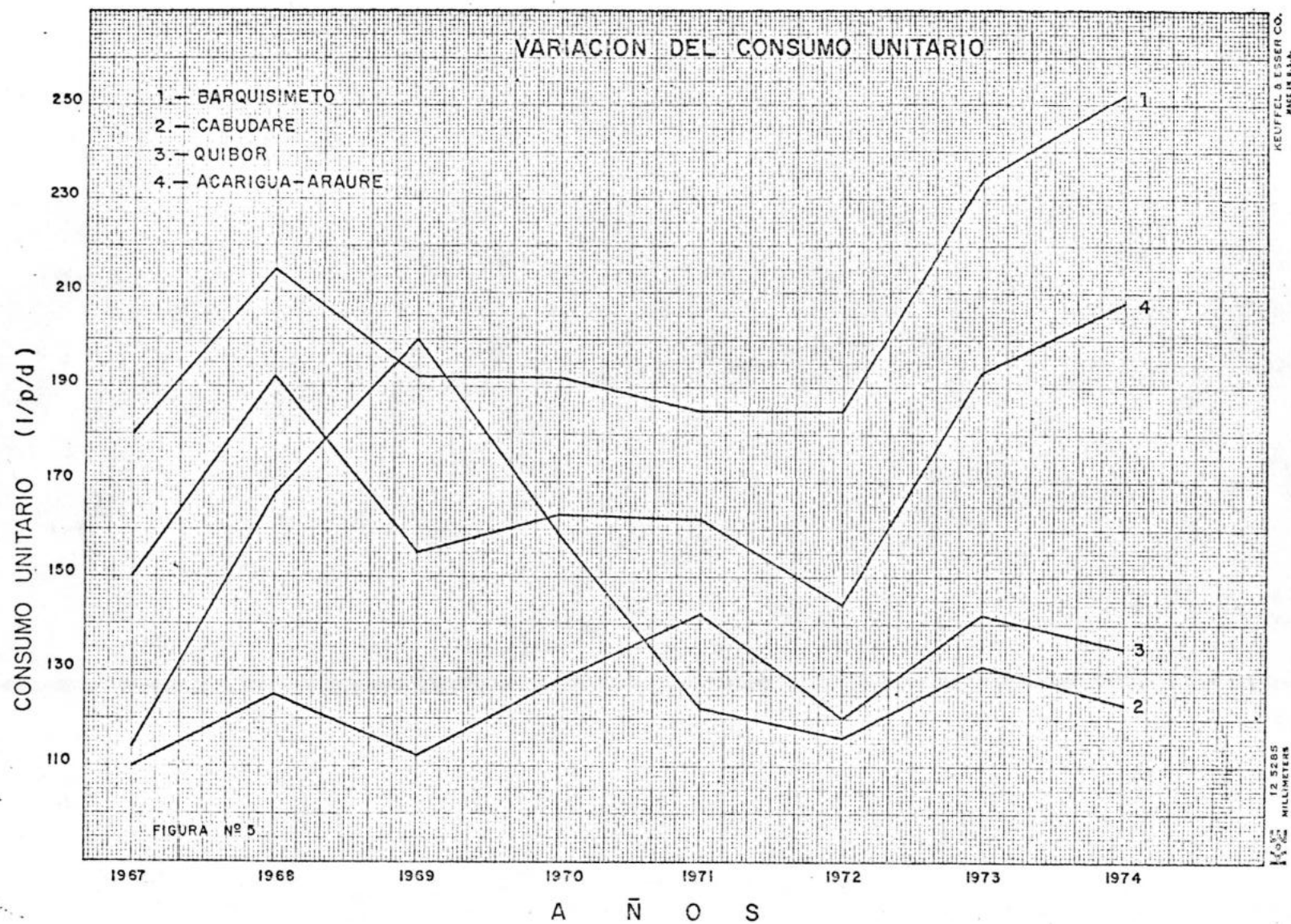
Anexo N.º 2

Estimación de Dotaciones

TABLA N° 8

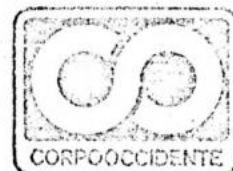
## ESTUDIO DE CONSUMOS

AÑO	BARQUISIMETO		CABUDARE		QUIBOR		ACARIGUA-ARAURE	
	CONSUMO REGISTRADO m <sup>3</sup> /d	CONSUMO UNITARIO L/p/d	CONSUMO REGISTRADO m <sup>3</sup> /d	CONSUMO UNITARIO L/p/d	CONSUMO REGISTRADO m <sup>3</sup> /d	CONSUMO UNITARIO L/p/d	CONSUMO REGISTRADO m <sup>3</sup> /d	CONSUMO UNITARIO L/p/d
1967	33433	180	640	114	823	110	6997	150
1968	43033	215	1373	167	980	125	9583	192
1969	41600	192	1710	200	1073	112	8317	155
1970	44600	192	1620	159	1297	128	9297	163
1971	45567	185	1387	122	1490	142	9807	162
1972	48800	185	1430	116	1496	120	9333	144
1973	63833	234	1727	131	1947	142	14023	193
1974	73233	252	1797	123	1986	135	15063	208



Anexo N.º 3

Industrias y Demandas Industriales



## PLANIFICACION INDUSTRIAL EN LA REGION CENTRO OCCIDENTAL

El proceso de industrialización de la Región debe realizarse, como es lógico de acuerdo con los lineamientos del V Plan de la Nación y con una coordinación operativa con las entidades que promueven el desarrollo en las regiones vecinas.

La orientación de este proceso en cada una de las subregiones nace de la conjugación de los diversos factores que son determinantes en la planificación industrial: ordenación del territorio, uso racional de los recursos naturales renovables y no renovables, disponibilidad de servicios básicos, infraestructura existente y potencial de mano de obra.

En este sentido, la programación industrial se realiza discriminada por subregiones:

### 1. SUB-REGION PORTUGUESA

Se requiere una zona industrial de aproximadamente 200 Ha. en la ciudad de Acarigua-Araure.

En esta zona industrial deben instalarse industrias y empresas acordes con el potencial agrícola de la zona:

Secadoras de granos

Clasificadoras de granos

Silos para granos

Aserraderos

Industria de hilados

Procesamiento de oleaginosas

Derivados del algodón

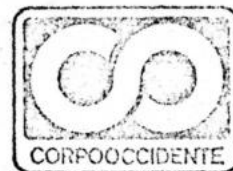
Derivados de las semillas oleaginosas

Alimentos concentrados

Alimentos suplementarios

Derivados sacaroquímicos

### 2. SUB-REGION FALCON



En Coro hay una zona industrial de aproximadamente 200 Ha.

En Punto Fijo, está en construcción la Zona Franca Industrial de Paraguaná, de 220 Ha. aproximadamente y donde se instalarán industrias de poco consumo de agua y orientadas preferiblemente a la exportación.

Para dicha zona franca industrial se han recibido solicitudes de los siguientes promotores o empresas.

- Metal Muebles, C.A.

Producto:

Toda clase de equipos para oficinas e inmuebles en general y fabricación de maquinaria para la industria de acero.

- Plasty - Screen, C.A. y Perbe, s.r.l.

Carpetas plásticas para estudiantes y oficinistas.

- Satex de Venezuela, C.A.

Cielos rasos, tabiques y planchas de aislamiento térmico incombustible.

- CONOTEC, C.A.

Para los servicios contra incendio.

- Almacenadora Caracas, C.A.

Almacenes generales de depósitos

- Corporación Mercantil Venezolana, S.A.

Electromecánica y metal.

- Cámara de productores de durmiente Bolivia

Construir una playa de almacenamiento y secado de durmientes de quebracho blanco (aspido - perma quebracho blanco) de utilización ferroviaria y otros tipos de madera destinados a la exportación.

- Ferretería El Empuje

Factoría de productos metalmeccánicos de uso marino y naval.



- Industrias Americanas de Fibras de Vidrio, C.A.  
Astilleros varaderos para embarcaciones de fibra de vidrio.  
Manufacturas de tipo industrial en la que intervengan resinas y/o otros ma-  
teriales reforzados con fibra de vidrio.  
Botes Salvavidas  
Tuberías y ductos de varios tipos de diámetro para sistemas de acueductos.  
Cavas aislantes para mantener alimentos congelados.
- QUINMAR, S.R.L.  
Fábrica de generadores de corriente sin carbones.  
Compra-venta de artículos electro-mecánicos, maquinarias, bombas de  
agua de todo tipo, útiles para pesca de arrastre.
- Textil y Confección  
Fabricación de textiles en general y confección de ropa.
- MAY CHRISTE DE VENEZUELA, C.A.  
Transformadores en seco.  
Baja tensión hasta 1.000 voltios y alta tensión: 3.600 voltios.

### 3. SUB-REGION YARACUY

Actualmente se promueve la construcción de una zona industrial de 60 Ha. Se requiere otra zona industrial para cubrir las necesidades de terrenos aptos para industrias.

En esta sub-región se instalarán industrias que aprovechan el potencial de recursos naturales del área, principalmente las agro-industrias, sin dejar de lado las oportunidades de procesar los minerales de la sub-región que pueden explotarse.

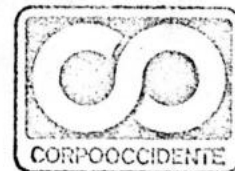
Podrán instalarse en la Zona Industrial:

Maquinaria agrícola liviana

Fusibles y contactores eléctricos

Bloques de concreto

Motores eléctricos trifásicos



Embutidos y charcutería  
Implementos de vidrio para laboratorio  
Maquinaria agrícola y automotriz  
Productos farmacéuticos  
Cerámica para pisos y paredes (tipo superior)  
Productos químicos (coagulantes, sulfatos y catalizadores para la Industria Petroquímica)  
Procesadora de frutas tropicales  
Productos alimenticios, especias, salsas y productos de frutas tropicales  
Construcción de maquinaria de trifilería y tubos para papel  
Perfiles de ventanas  
Ensamblaje de motocicletas y fabricación partes  
Sorbitol y ácido ascórbico  
Liofilización de alimentos  
Se implementarán otros proyectos fuera de la zona industrial:  
Central Yuquero.  
Central de beneficio de café  
Planta procesadora de cítricas  
Planta procesadora de productos lácteos

#### 4. SUB-REGION BARQUISIMETO

El proceso de industrialización en esta sub-región se apoyará en las actividades procesadoras de materias primas, en la ampliación del mercado regional y en la complementación creciente con regiones vecinas.

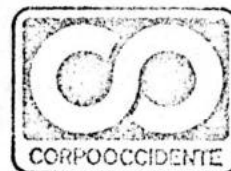
Existen en Barquisimeto dos zonas industriales:

La Zona Industrial I está totalmente copada y en la Zona Industrial II de 450 Ha. aproximadamente se piensa instalar las siguientes empresas:

1. Industria de Refrigeración Larense
2. C.A. Dougherty Cordage Mill  
Sacos de sisal, cabullas
3. Maquinarias THOR, S.A. (Metalmecánica)



- Grúas
4. Covencaucho Industrias  
Goma para cauchos, desde bicicleta hasta aviones
  5. Agrometal, C.A.  
Implementos de agro
  6. Ortiz Manufacturas, s.r.l.  
Muebles
  7. Efraín Chacón Duarte - Materia prima de Avencasa  
Semiprocasa la materia prima en piezas fundiciones
  8. Inversiones Zoral  
Servicio Melapor (Central Azucarero)
  9. C.A. Cervecera Nacional  
Envasadora (maquinaria)
  10. C.A. Almacenadora Barquisimeto  
Servicios de Aduana, innovación
  11. C.A. NELAN  
Plásticos, vajillas (goma de productos bastante amplia)  
Construcción
  12. José de Brito Cristovao  
Alfarería Larense: tejas y otros
  13. Venospital, C.A.  
Repuestos desechables para hospitales
  14. Estanterías Lara, C.A.  
Estantes y otros
  15. Emerson Electric  
Motores de bomba para agua, los dos (2) tipos horizontal y vertical
  16. Calzados, C.A.  
US Keds, zapatos de goma
  17. Soldunión  
Soldaduras



18. Asperjadoras Venezolanas  
Implementos agrícolas
19. Fenelón Perera  
Fabricación de puertas
20. FIVMET  
Fibra de vidrio metálico
21. INRELACA  
Covencaucho (fábrica de goma)
22. Rodolfo López G.  
Muebles de oficina en madera lo transforman en marcos, puertas  
y tablonés
23. Juan José Rodríguez
24. INREMOT  
Repuestos para motorizados
25. INTERSAN  
Bombas de agua: Fundiferro, maquinación
26. Fundición Metalúrgica LEMOS  
Tornillos hasta tanques de guerra
27. Inversora ISIS, C.A.  
Super-estructura (puentes)
28. Metalúrgica Lara, C.A.
29. Dougherty Cordage Mill  
Plásticos
30. C.A. PRO-MESA  
Servicios (promasa)
31. Arístides Pedroni Borelli  
Desarrollo Industrial: Puertas, Casas prefabricadas; plásticos y ma-  
dera
32. CITACA, Dr. Raúl Bell F.  
Seguros
33. INVERCASA  
Créditos Industriales (Edificios)



34. DESICA  
Metalmecánica (Sidetur Socios)
35. CORMECA  
Muebles de Maracay - Metalmecánica
36. Transporte Covetra  
Servicio (gandolas para servicio de los industriales)
37. PROLACA  
Quesera, envasadora de jugos
38. Lavital  
Artículos alimenticios; vasos platos; cartón
39. Pandock  
Distribuidora de servicios filial
40. Rodolfo López G.  
Cerámicas
41. FULMITOX  
Plagatox
42. Pitels, s.r.l.  
Plásticos (juguetes)
43. VENZU  
Servicio (mantenimiento de Promesa y Prolaca)
44. ALBARCA  
Aluminio; transformar en perfiles
45. SIDIVEN  
Cierras y discos
46. Flexivensa y Metalquin, S.A.  
Tubos flexibles para motores
47. PROSERCA - GRALCA  
Implementos para la agricultura
48. Talleres industriales FRAB  
Fábrica de remolque grúas (Fiat, Frab)
49. Hugo lafrate  
Super-estructura



50. Iamolca  
Muebles Laqueados para hospitales
51. Dominguez & Cía., S.A.  
Fábrica de enlatados para cerveza (hojalata)
52. Aluminios de Occidente, C.A.  
Construcción
53. FARENACA  
Remolques
54. Carpintería Arco, C.A.  
Repuestos automotores
55. Metal Mecánica Múlticinco  
Hierro, portones
56. Publicidad Flamingo, C.A.
57. FACT, INGENIERIA Y PROYECTOS, s.r.l.  
Repuestos automotores
58. Viro Venezolana (en formación)  
Candado, cerraduras, visagras
59. Dr. Eladio Severino Iribarren  
Muebles de acero y madera
60. INDECA  
Muebles, puertas, (constructora)
61. Almacenadora Barquisimeto  
BND
62. TAMAYO & CIA. S.A.  
Distribuidora
63. ANTICORROSIVOS Y ACABADOS AYA, C.A.  
Pinturas
64. CORPOINDUSTRIA  
76 galpones de 1600 mts.<sup>2</sup>  
3.000 mts. c/parcela
65. COMPAÑIA LATINOAMERICANA DE REMOLQUES TORO, C.A.  
Remolque grúas



El desarrollo industrial se conseguirá con la implementación de los programas y proyectos contemplados en el V Plan de la Nación y ésto a su vez, dependerá de lo que puedan ofrecer las regiones en cuanto a equipamiento regional se refiere.

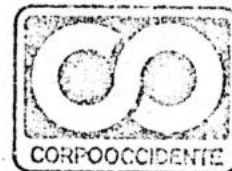
En relación a la infraestructura y equipamiento de las áreas regionales, el diagnóstico realizado refleja la necesidad de la dotación inmediata de infraestructura a los parques industriales de las ciudades de Barquisimeto, Punto Fijo, Coro, Acarigua y San Felipe.

Esta dotación, conlleva la implementación de programas conexos de particular importancia:

1. Vivienda
2. Servicios básicos
3. Asistencia técnica y formación de recursos humanos
4. Normas de calidad, seguridad industrial y contaminación ambiental.
5. Financiamiento de la producción y de las inversiones productivas.

Con respecto a los servicios básicos, cabe destacar que el agua, juega un papel importante no solo en el desarrollo industrial sino en el desarrollo integral de la región.

El uso racional del líquido constituye un factor de mucho peso en la localización de parques industriales. Excepción hecha de Barquisimeto, todas las demás ciudades de la región confrontan el serio problema de escasez de agua para zonas industriales, lo cual constituye una limitante para la instalación de industrias de mucho consumo.



ESTIMACION PRELIMINAR DE LOS REQUERIMIENTOS DE AGUA PARA LAS  
ZONAS INDUSTRIALES DE LA REGION

1. Zona Industrial de Coro	200 lt./seg.
2. Zona Franca Industrial de Paraguaná	400 lt./seg.
3. Zona Industrial de San Felipe	250 lt./seg.
4. Zona Industrial de Acarigua-Araure	300 lt./seg.
5. Zonas Industriales de Barquisimeto	1.000 lt./seg.

Anexo N.º 4

Movimiento de Embalses

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

ESTADO: Lara

BALANCE HIDRICO:

SERIAL: 2222

PERIODO: 1963-1975

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1963	ENERO	22	232	174	-	152	
	FEBRERO	24	210	158	-	134	
	MARZO	0	251	188	-	188	
	ABRIL	68	177	133	-	65	
	MAYO	136	174	131	5	-	
	JUNIO	53	225	169	-	111	
	JULIO	29	266	200	-	171	
	AGOSTO	54	277	208	-	154	
	SEPTIEMBRE	70	267	200	-	130	
	OCTUBRE	92	271	203	-	111	
	NOVIEMBRE	38	156	117	-	79	
	DICIEMBRE	5	224	168	-	163	
1964	ENERO	0	267	200	-	200	
	FEBRERO	3	296	222	-	219	
	MARZO	0	298	224	-	224	
	ABRIL	65	184	138	-	73	
	MAYO	87	249	187	-	100	
	JUNIO	103	154	116	-	13	
	JULIO	21	227	170	-	149	
	AGOSTO	18	260	195	-	177	
	SEPTIEMBRE	34	251	188	-	154	
	OCTUBRE	63	226	170	-	107	
	NOVIEMBRE	10	185	139	-	129	
	DICIEMBRE	46	184	138	-	92	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

SERIAL: 2222

ESTADO: Lara

PERIODO: 1963-1975

BALANCE HIDRICO:

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1965	ENERO	47	180	135	-	88	
	FEBRERO	10	214	161	-	151	
	MARZO	0	285	214	-	214	
	ABRIL	42	239	179	-	137	
	MAYO	68	180	135	-	67	
	JUNIO	88	211	158	-	70	
	JULIO	29	239	179	-	150	
	AGOSTO	55	271	203	-	148	
	SEPTIEMBRE	14	292	219	-	205	
	OCTUBRE	59	230	173	-	114	
	NOVIEMBRE	111	182	137	-	26	
	DICIEMBRE	31	214	161	-	130	
1966	ENERO	12	266	200	-	188	
	FEBRERO	2	259	194	-	192	
	MARZO	2	322	242	-	240	
	ABRIL	50	231	173	-	123	
	MAYO	13	232	174	-	161	
	JUNIO	90	224	168	-	78	
	JULIO	48	247	185	-	137	
	AGOSTO	45	312	234	-	189	
	SEPTIEMBRE	44	265	199	-	155	
	OCTUBRE	89	266	200	-	111	
	NOVIEMBRE	173	194	146	27	-	
	DICIEMBRE	137	182	137	27	-	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

SERIAL: 2222

ESTADO: Lara

PERIODO: 1965-1975

BALANCE HIDRICO:

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1967	ENERO	13	210	158	-	118	
	FEBRERO	0	230	173	-	173	
	MARZO	64	247	185	-	121	
	ABRIL	63	175	131	-	68	
	MAYO	115	210	158	-	43	
	JUNIO	34	234	176	-	142	
	JULIO	52	240	180	-	128	
	AGOSTO	42	290	218	-	176	
	SEPTIEMBRE	72	299	224	-	152	
	OCTUBRE	25	275	206	-	181	
	NOVIEMBRE	64	227	170	-	106	
	DICIEMBRE	31	221	166	-	135	
1968	ENERO	18	252	189	-	171	
	FEBRERO	33	247	185	-	152	
	MARZO	10	278	209	-	199	
	ABRIL	71	156	117	-	46	
	MAYO	56	249	187	-	131	
	JUNIO	62	255	191	-	129	
	JULIO	66	229	172	-	106	
	AGOSTO	17	260	192	-	178	
	SEPTIEMBRE	16	281	211	-	195	
	OCTUBRE	29	253	190	-	161	
	NOVIEMBRE	17	231	173	-	156	
	DICIEMBRE	21	241	181	-	160	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

SERIAL: 2222

ESTADO: Lara

PERIODO: 1963-1975

BALANCE HIDRICO:

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1969	ENERO	44	250	186	-	142	
	FEBRERO	39	220	165	-	126	
	MARZO	24	299	224	-	200	
	ABRIL	58	210	157	-	99	
	MAYO	75	307	230	-	155	
	JUNIO	29	276	207	-	178	
	JULIO	35	295	221	-	185	
	AGOSTO	81	295	221	-	140	
	SEPTIEMBRE	65	288	226	-	161	
	OCTUBRE	69	233	175	-	106	
	NOVIEMBRE	168	200	150	18	-	
	DICIEMBRE	69	193	145	-	58	
1970	ENERO	32	234	176	-	144	
	FEBRERO	58	241	181	-	123	
	MARZO	30	281	211	-	181	
	ABRIL	42	250	188	-	146	
	MAYO	46	258	194	-	148	
	JUNIO	36	263	197	-	161	
	JULIO	52	283	212	-	160	
	AGOSTO	24	275	206	-	182	
	SEPTIEMBRE	62	222	167	-	105	
	OCTUBRE	91	202	152	-	61	
	NOVIEMBRE	129	196	147	-	18	
	DICIEMBRE	42	170	128	-	86	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

ESTADO: Lara

BALANCE HIDRICO:

SERIAL: 2222

PERIODO: 1965 - 1975

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1971	ENERO	9	216	162	-	153	
	FEBRERO	4	212	159	-	155	
	MARZO	14	248	186	-	172	
	ABRIL	53	256	192	-	139	
	MAYO	85	200	150	-	65	
	JUNIO	38	251	188	-	150	
	JULIO	31	247	185	-	154	
	AGOSTO	90	262	197	-	107	
	SEPTIEMBRE	60	272	204	-	144	
	OCTUBRE	57	236	177	-	120	
	NOVIEMBRE	18	202	152	-	134	
	DICIEMBRE	28	196	147	-	119	
1972	ENERO	43	171	128	-	85	
	FEBRERO	10	216	162	-	152	
	MARZO	121	229	172	-	51	
	ABRIL	190	180	135	55		
	MAYO	48	227	170	-	67	
	JUNIO	59	243	182	-	123	
	JULIO	30	238	179	-	140	
	AGOSTO	20	251	188	-	168	
	SEPTIEMBRE	9	293	220	-	211	
	OCTUBRE	40	294	221	-	181	
	NOVIEMBRE	129	222	167	-	38	
	DICIEMBRE	19	217	163	-	144	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

SERIAL: 2222

ESTADO: Lara

PERIODO: 1963-1975

BALANCE HIDRICO:

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1973	ENERO	3	276	207	-	204	
	FEBRERO	3	270	203	-	200	
	MARZO	18	309	232	-	214	
	ABRIL	37	279	209	-	172	
	MAYO	59	286	215	-	156	
	JUNIO	32	229	172	-	140	
	JULIO	37	265	199	-	162	
	AGOSTO	43	277	208	-	165	
	SEPTIEMBRE	73	218	164	-	91	
	OCTUBRE	96	168	126	-	30	
	NOVIEMBRE	57	206	155	-	98	
	DICIEMBRE	55				155	
1974	ENERO	3	276	207	-	204	
	FEBRERO	3	270	203	-	200	
	MARZO	18	309	232	-	214	
	ABRIL	37	279	209	-	172	
	MAYO	59	286	215	-	156	
	JUNIO	32	229	172	-	140	
	JULIO	37	265	199	-	162	
	AGOSTO	43	277	208	-	165	
	SEPTIEMBRE	73	218	164	-	91	
	OCTUBRE	96	168	126	-	30	
	NOVIEMBRE	57	206	155	-	98	
	DICIEMBRE					155	

ESTACION: Tocuyo en Caja de Agua

ESTADO: Lara

BALANCE HIDRICO:

SERIAL: 2222

PERIODO: 1963- 1975

AÑO	MES	PRECIPITACION (mm)	EVAPORACION (mm)	EVAPOTRANSPIRACION (mm)	ALMACENAMIENTO	DEFICIT LAMINA DE RIEGO (mm)	EXCEDENTE
1975	ENERO	3	276	207	-	204	
	FEBRERO	3	270	203	-	200	
	MARZO	18	309	232	-	214	
	ABRIL	37	279	209	-	172	
	MAYO	59	286	215	-	156	
	JUNIO	32	229	172	-	140	
	JULIO	37	265	199	-	162	
	AGOSTO	43	277	208	-	165	
	SEPTIEMBRE	73	218	164	-	91	
	OCTUBRE	96	168	126	-	30	
	NOVIEMBRE	57	206	155	-	98	
	DICIEMBRE					155	
	ENERO						
	FEBRERO						
	MARZO						
	ABRIL						
	MAYO						
	JUNIO						
	JULIO						
	AGOSTO						
	SEPTIEMBRE						
	OCTUBRE						
	NOVIEMBRE						
	DICIEMBRE						

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CIERTOS  
AÑO 1963

MESES	VP	VEV	APR	VP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
ENE	0.27	2.10	0.00	6.84	9.37	12.05	11.7	12.05	216.00	197.95	0.00	-18.05	0.00	-1.83	671.47
FEB	0.27	1.79	0.00	6.03	8.47	11.71	11.27	11.38	197.95	181.94	0.00	-16.02	0.00	-1.52	670.14
MAR	0.00	2.07	0.00	8.46	9.37	11.27	10.61	10.99	181.94	162.03	0.00	-19.91	0.00	-2.07	668.21
ABR	0.71	1.39	11.70	2.93	9.07	10.61	10.58	10.44	162.03	161.06	0.00	-0.97	0.00	-0.68	668.14
MAY	1.37	1.31	31.60	0.00	9.37	10.58	11.31	10.09	161.06	183.34	0.00	22.28	0.00	0.06	670.21
JUN	0.61	1.93	23.40	5.00	9.07	11.31	11.23	11.44	183.34	191.35	0.00	8.01	0.00	-1.32	670.92
JUL	0.35	2.38	17.40	7.70	9.37	11.53	11.48	11.92	191.35	189.65	0.00	-1.70	0.00	-2.03	670.71
AGO	0.59	2.29	14.40	6.93	9.37	11.48	11.39	11.01	189.65	186.05	0.00	-3.60	0.00	-1.69	670.41
SEPT	0.77	2.19	10.00	5.85	9.07	11.39	11.21	10.93	186.05	179.71	0.00	-6.35	0.00	-1.42	669.94
OCT	0.99	2.19	8.00	5.00	9.37	11.21	10.95	10.80	179.71	172.14	0.00	-7.57	0.00	-1.20	669.21
NOV	0.40	1.74	12.80	5.56	9.07	10.95	10.93	10.58	172.14	171.47	0.00	-0.67	0.00	-0.84	669.11
DIC	0.05	1.75	5.50	7.34	9.37	10.93	10.49	10.44	171.47	158.57	0.00	-12.91	0.00	-1.70	667.91

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	591.00 (MM)
EVAPORACION	=	2729.20 (MM)
AFLUENTES DEL RIO	=	134.80 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	65.61 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAPACIDAD ALMACENAMIENTO ANUAL	=	-57.43 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	134.80 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO DUPLICADO	=	0.00 M3/SEG

DESEMPEÑO DE EMBALSE  
 EMBALSE DOS CERTEJOS  
 AÑO 1964

MES	VP	VEV	APR	VR	BAE	AI	AT	Ap	VIN	VF	DE SC	CALM	VFAL	VPG	COTA
FEB	0.00	2.15	3.00	9.00	9.37	10.49	9.92	10.71	158.57	141.94	0.00	-16.62	0.00	-2.15	666.29
FEB	0.03	2.16	3.00	9.06	8.47	9.92	9.31	9.71	141.92	124.49	0.00	-17.45	0.00	-2.13	664.59
MAR	0.00	2.03	3.10	10.00	9.37	9.31	8.58	9.12	124.49	106.10	0.00	-18.39	0.00	-2.03	662.39
APR	0.55	1.10	6.70	3.29	9.07	8.58	8.31	8.44	106.10	99.43	0.00	-6.67	0.00	-0.62	661.62
MAY	0.09	1.49	13.60	4.50	9.37	8.31	8.47	7.94	99.43	103.36	0.00	3.93	0.00	-0.79	662.01
JUN	0.92	1.03	21.30	0.59	9.07	8.47	8.93	8.89	103.36	114.90	0.00	11.53	0.00	-0.11	663.41
JUL	0.19	1.57	25.00	6.71	9.37	8.93	9.23	9.20	114.90	122.44	0.00	7.55	0.00	-1.37	654.29
AGO	0.17	1.87	13.90	7.97	9.37	9.23	9.02	9.58	122.44	117.31	0.00	-5.14	0.00	-1.70	663.69
SET	0.29	1.62	6.90	6.93	9.07	9.02	8.0	8.62	117.31	106.87	0.00	-10.43	0.00	-1.33	662.48
OCT	0.52	1.41	6.10	4.82	9.37	8.61	8.25	8.31	106.87	97.90	0.00	-8.98	0.00	-0.89	661.44
NOV	0.08	1.10	5.80	5.81	9.07	8.25	7.8	7.93	97.90	87.60	0.00	-10.10	0.00	-1.02	660.20
DIC	0.35	1.04	7.10	4.14	9.37	7.85	7.46	7.55	87.60	80.69	0.00	-7.11	0.00	-0.69	659.21

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	450.00 (MM)
EVAPORACION	=	2782.70 (MM)
AGUAS DEL RIO	=	121.00 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	73.67 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CORTE AL PACIFICADO ANUAL	=	-77.88 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	127.90 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO IMPEDIDO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
 EMBALSE COSTA VERDES  
 AÑO 1965

MES	VP	VEV	APK	VR	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DFSC	CALM	VFAI	VPG	COTA
ENE	0.36	1.03	15.60	3.96	9.37	7.46	7.56	7.65	60.69	82.28	0.00	1.59	0.00	-0.67	659.52
FEB	0.08	1.20	8.60	6.80	8.47	7.56	7.07	8.01	82.28	74.41	0.00	-7.87	0.00	-1.21	658.35
MAR	0.00	1.46	4.30	9.63	9.37	7.07	6.06	6.81	74.41	58.25	0.00	-16.16	0.00	-1.46	655.94
ABR	0.25	1.09	6.60	6.17	9.07	6.06	5.47	6.07	58.25	48.78	0.00	-9.47	0.00	-0.84	654.34
MAY	0.36	0.71	27.30	3.02	9.37	5.47	6.38	5.27	48.78	63.33	0.00	14.56	0.00	-0.35	656.70
JUN	0.56	1.01	55.50	3.15	9.07	6.38	8.58	6.42	63.33	106.16	0.00	42.83	0.00	-0.45	662.40
JUL	0.23	1.43	28.10	6.75	9.37	8.58	9.01	7.98	106.16	116.94	0.00	10.78	0.00	-1.19	663.65
AGO	0.51	1.89	27.10	6.66	9.37	9.01	9.39	9.29	116.94	126.63	0.00	9.69	0.00	-1.38	664.71
SET	0.13	2.12	12.50	9.23	9.07	9.39	9.08	9.70	126.63	118.84	0.00	-7.79	0.00	-1.99	663.87
OCT	0.51	1.51	11.50	5.13	9.37	9.08	8.92	8.74	118.84	114.84	0.00	-4.00	0.00	-0.99	663.40
NOV	0.95	1.10	19.70	1.17	9.07	8.92	9.29	8.50	114.84	124.09	0.00	9.24	0.00	-0.21	664.48
DIC	0.29	1.54	10.50	5.85	9.37	9.29	9.05	9.61	124.09	118.11	0.00	-5.97	0.00	-1.25	663.71

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	552.70 (MM)
EVAPORACION	=	2736.60 (MM)
APORTES DEL RIO	=	227.30 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	67.50 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	37.43 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	161.03 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
 EMBALSE DOS CERRITOS  
 AÑO 1960

ME S	VP	VFV	APK	VP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
ENE	0.11	1.83	10.00	8.46	9.37	9.05	8.67	9.17	118.11	108.57	0.00	-9.55	0.00	-1.71	662.64
FEB	0.01	1.63	5.40	8.64	8.47	8.67	8.15	8.36	108.57	95.24	0.00	-13.32	0.00	-1.61	661.15
MAR	0.02	1.91	4.90	10.80	9.37	8.15	7.30	7.91	95.24	78.08	0.00	-17.17	0.00	-1.89	658.86
ABR	0.36	1.25	9.30	5.54	9.07	7.30	6.91	7.22	78.08	71.88	0.00	-6.20	0.00	-0.89	657.97
MAY	0.08	1.15	10.60	7.25	9.37	6.91	6.47	6.60	71.88	64.79	0.00	-7.09	0.00	-1.07	656.91
JUN	0.56	1.04	27.20	3.51	9.07	6.47	7.35	6.19	64.79	78.93	0.00	14.14	0.00	-0.48	659.03
JUL	0.35	1.37	25.00	6.17	9.37	7.35	7.83	7.41	78.93	87.37	0.00	8.44	0.00	-1.02	660.21
AGO	0.36	1.89	16.10	8.51	9.37	7.83	7.67	8.09	87.37	84.06	0.00	-3.31	0.00	-1.53	659.74
SEPT	0.32	1.44	16.10	6.98	9.07	7.67	7.07	7.25	84.06	82.99	0.00	-1.07	0.00	-1.12	659.62
OCT	0.64	1.43	11.90	5.00	9.37	7.60	7.40	7.14	82.99	79.73	0.00	-3.26	0.00	-0.79	659.14
NOV	1.21	1.02	33.40	0.00	9.07	7.40	8.50	7.00	79.73	104.25	0.00	24.52	0.00	0.19	662.17
DIC	1.16	1.10	41.20	0.00	9.37	8.50	9.70	8.45	104.25	136.08	0.00	31.83	0.00	0.00	665.72

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	704.20 (MM)
EVAPORACION	=	3000.80 (MM)
APORTES DEL RIO	=	211.10 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	70.83 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	17.97 MILL.M3
ALIBRE PROMEDIO DEL RIO	=	173.55 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTARFAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE BOSTONETTOS  
AÑO 1957

MES	VP	VEV	APR	VP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
FEB	0.12	1.43	12.90	5.31	9.37	9.72	9.65	9.11	136.08	132.98	0.00	-3.10	0.00	-1.32	665.41
FEB	0.00	1.59	8.50	7.79	8.47	9.62	9.27	9.17	132.98	123.64	0.00	-9.33	0.00	-1.58	664.41
MAR	0.57	1.60	7.20	5.85	9.37	9.27	8.95	8.95	123.64	114.94	0.00	-8.70	0.00	-1.08	663.42
ABR	0.54	1.13	9.30	3.06	9.07	8.93	8.79	8.60	114.94	111.52	0.00	-3.42	0.00	-0.59	663.02
MAY	0.96	1.32	10.60	1.94	9.37	8.79	8.75	8.36	111.52	110.45	0.00	-1.06	0.00	-0.35	662.89
JUN	0.28	1.45	27.20	6.39	9.07	8.75	9.17	8.27	110.45	121.03	0.00	10.57	0.00	-1.16	664.11
JUL	0.49	1.70	25.00	5.76	9.37	9.17	9.5	9.46	121.03	129.68	0.00	8.65	0.00	-1.21	665.11
AGO	0.41	2.14	16.10	7.92	9.37	9.51	9.40	9.84	129.68	126.76	0.00	-2.93	0.00	-1.73	664.79
SEPT	0.65	2.01	16.10	6.04	9.07	9.40	9.35	8.95	126.76	125.58	0.00	-1.17	0.00	-1.36	664.65
OCT	0.23	1.83	11.90	8.15	9.37	9.35	9.06	8.87	125.58	118.36	0.00	-7.23	0.00	-1.61	663.81
NOV	0.50	1.40	33.80	4.77	9.07	9.06	9.78	8.71	118.36	136.99	0.00	18.63	0.00	-0.93	665.81
DIC	0.51	1.64	41.20	6.08	9.37	9.76	10.59	9.91	136.99	161.40	0.00	24.42	0.00	-1.34	668.17

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	575.90 (MM)
EVAPORACION	=	2858.80 (MM)
APORTES DEL RIO	=	219.40 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	69.44 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUMULO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	25.32 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	182.72 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUMULO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TROCADOR	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CERRITOS  
AÑO 1967

MES	VP	VFM	APR	VP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
ENE	0.12	1.43	12.90	5.31	9.37	9.72	9.62	9.11	136.08	132.98	0.00	-3.10	0.00	-1.32	665.41
FEB	0.00	1.59	8.50	7.79	8.47	9.62	9.27	9.17	132.98	123.64	0.00	-9.33	0.00	-1.58	664.41
MAR	0.57	1.66	7.20	5.45	9.37	9.27	8.93	8.95	123.64	114.94	0.00	-8.70	0.00	-1.08	663.42
ABR	0.54	1.13	9.30	3.06	9.07	8.93	8.74	8.60	114.94	111.52	0.00	-3.42	0.00	-0.59	663.02
MAY	0.96	1.32	10.60	1.94	9.37	8.79	8.75	8.36	111.52	110.45	0.00	-1.06	0.00	-0.35	662.89
JUN	0.28	1.45	27.20	6.39	9.07	8.75	9.17	8.27	110.45	121.03	0.00	10.57	0.00	-1.16	664.12
JUL	0.49	1.70	25.00	5.76	9.37	9.17	9.5	9.46	121.03	129.68	0.00	8.65	0.00	-1.21	665.11
AGO	0.41	2.14	16.10	7.92	9.37	9.51	9.40	9.84	129.68	126.76	0.00	-2.93	0.00	-1.73	664.79
SEPT	0.65	2.01	16.10	6.84	9.07	9.40	9.35	8.95	126.76	125.58	0.00	-1.17	0.00	-1.36	664.65
OCT	0.23	1.83	11.90	8.15	9.37	9.35	9.06	8.87	125.58	118.36	0.00	-7.23	0.00	-1.61	663.81
NOV	0.56	1.40	33.20	4.77	9.07	9.06	9.76	8.71	118.36	136.99	0.00	18.63	0.00	-0.93	665.81
DIC	0.31	1.64	41.20	6.08	9.37	9.76	10.29	9.91	136.99	161.40	0.00	24.42	0.00	-1.34	668.17

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	575.90 (MM)
EVAPORACION	=	2858.80 (MM)
APORTES DEL RIO	=	219.40 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	69.44 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	25.32 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	182.72 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CERROS  
AÑO 1965

MES	VP	VEV	APR	VR	DAC	AI	AT	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COJA
ENE	0.19	1.92	19.80	7.70	9.37	10.59	10.6	10.17	161.40	162.40	0.00	1.00	0.00	-1.73	668.27
FEB	0.36	2.06	19.50	6.84	9.47	10.62	10.67	11.10	162.40	163.90	0.00	1.50	0.00	-1.69	668.41
MAR	0.11	2.32	6.70	5.75	9.37	10.67	10.40	11.15	163.90	150.06	0.00	-13.84	0.00	-2.21	667.01
ABR	0.70	1.10	31.70	2.37	9.07	10.20	10.99	9.94	150.06	173.36	0.00	23.30	0.00	-0.46	669.31
MAY	0.62	2.07	31.30	5.90	9.37	10.99	11.41	11.10	173.36	186.95	0.00	13.58	0.00	-1.45	670.51
JUN	0.73	2.24	36.50	5.91	9.07	11.41	11.96	11.70	186.95	207.16	0.00	20.21	0.00	-1.51	672.21
JUL	0.30	2.10	69.80	4.77	9.37	11.96	12.20	12.18	207.16	216.00	45.52	8.84	0.00	-1.29	672.91
AGO	0.22	2.45	39.80	8.01	9.37	12.20	12.20	12.58	216.00	216.00	20.18	0.00	0.00	-2.23	672.91
SET	0.19	2.40	21.80	8.78	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	1.67	0.00	0.00	-2.28	672.91
OCT	0.34	2.22	17.80	7.25	9.37	12.20	12.18	11.70	216.00	215.30	0.00	-0.70	0.00	-1.88	672.91
NOV	0.20	2.02	11.80	7.02	9.07	12.18	12.00	11.69	215.30	208.79	0.00	-6.51	0.00	-1.82	672.37
DIC	0.25	2.10	19.40	7.20	9.37	12.00	11.78	11.59	208.79	200.76	0.00	-8.03	0.00	-1.85	671.70

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	417.00 (MM)
EVAPORACION	=	2931.30 (MM)
APORTES DEL RIO	=	317.80 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	80.28 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	39.36 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	205.23 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	2.14 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DJS CERRITOS  
AÑO 1969

MESES	VP	VFV	APR	VP	DAG	AI	AI	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
FNE	0.53	2.23	8.00	6.39	9.37	11.73	11.53	11.82	200.76	191.29	0.00	-9.47	0.00	-1.71	670.91
FFR	0.43	1.84	9.00	5.57	9.47	11.53	11.35	11.16	191.29	184.74	0.00	-6.55	0.00	-1.41	670.37
MAR	0.26	2.45	7.10	9.00	9.37	11.35	10.92	10.94	184.74	171.27	0.00	-13.47	0.00	-2.19	669.18
ABR	0.51	1.67	35.00	4.45	9.07	10.92	11.57	10.64	171.27	192.69	0.00	21.41	0.00	-1.06	671.02
MAY	0.64	2.70	24.10	5.78	9.37	11.57	11.73	11.74	192.69	198.61	0.00	5.92	0.00	-1.83	671.52
JUN	0.35	2.51	22.10	3.01	9.07	11.73	11.00	12.15	198.61	201.47	0.00	2.85	0.00	-2.16	671.76
JUL	0.43	2.71	25.30	3.32	9.37	11.80	11.96	12.26	201.47	207.29	0.00	5.82	0.00	-2.28	672.24
AGO	1.01	2.74	16.70	6.30	9.37	11.96	11.94	12.38	207.29	206.58	0.00	-0.71	0.00	-1.73	672.11
SEPT	0.74	2.46	19.10	7.25	9.07	11.94	11.73	11.45	206.58	198.83	0.00	-7.76	0.00	-1.74	671.54
OCT	0.78	1.96	24.90	4.77	9.37	11.73	11.99	11.34	198.83	208.38	0.00	9.55	0.00	-1.20	672.31
NOV	2.08	1.86	27.20	0.00	9.07	11.99	12.20	12.36	208.38	216.00	10.73	7.62	0.00	0.22	672.96
DIC	0.87	1.82	29.10	2.61	9.37	12.20	12.20	12.59	216.00	216.00	7.16	0.00	0.00	-0.95	672.96

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	754.60 (MM)
EVAPORACION	=	3066.00 (MM)
APORTES DEL RIO	=	231.30 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RILON	=	69.75 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	15.24 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	208.96 MILL.M3
VOLUMEN EXTRANJERO	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.57 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE LOS CERRITOS  
AÑO 1970

MES	VP	VEV	APR	VR	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DFSC	CALM	VFAI	VPG	COTA
FNE	0.39	2.14	13.20	6.48	9.37	12.20	12.20	12.20	216.00	216.00	0.59	0.00	0.00	-1.75	672.94
FEB	0.67	2.11	21.40	5.54	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	5.96	0.00	0.00	-1.44	672.94
MAR	0.35	2.46	10.90	8.15	9.37	12.20	11.96	11.70	216.00	207.27	0.00	-8.73	0.00	-2.11	672.24
ABR	0.49	2.17	14.50	6.57	9.07	11.96	11.88	11.58	207.27	204.44	0.00	-2.83	0.00	-1.69	672.00
MAY	0.53	2.21	11.90	6.66	9.37	11.88	11.7	11.42	204.44	198.53	0.00	-5.91	0.00	-1.68	671.51
JUN	0.41	2.23	22.60	7.25	9.07	11.72	11.6	11.30	198.53	202.99	0.00	4.47	0.00	-1.82	671.86
JUL	0.64	2.51	16.60	7.20	9.37	11.84	11.79	12.28	202.99	201.05	0.00	-1.94	0.00	-1.97	671.72
AGO	0.27	2.33	16.30	8.19	9.37	11.79	11.72	11.32	201.05	198.23	0.00	-2.82	0.00	-2.06	671.45
SET	0.70	1.86	17.80	8.73	9.07	11.72	11.79	11.25	198.23	201.06	0.00	2.82	0.00	-1.18	671.72
OCT	1.12	1.86	20.90	9.75	9.37	11.79	12.01	12.25	201.06	209.09	0.00	8.04	0.00	-0.74	672.35
NOV	1.60	1.82	17.60	0.81	9.07	12.01	12.20	12.40	209.09	216.00	0.59	6.91	0.00	-0.22	672.94
DIC	0.53	1.60	17.30	3.87	9.37	12.20	12.40	12.60	216.00	216.00	2.98	0.00	0.00	-1.08	672.94

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	644.50 (MM)
EVAPORACION	=	2873.60 (MM)
APORTE DEL RIO	=	206.40 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	68.18 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	-0.00 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	206.64 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.32 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GRASA TURBIDIDAD	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CERROS  
AÑO 1971

MES	VP	VIV	APK	VR	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COTA
ENE	0.11	1.20	10.30	6.89	9.37	12.20	11.98	12.20	216.00	208.18	0.00	-7.82	0.00	-1.86	672.31
FEB	0.06	1.84	9.10	6.98	8.47	11.98	11.76	11.59	208.18	200.05	0.00	-8.13	0.00	-1.79	671.61
MAR	0.20	2.12	6.30	7.74	9.37	11.76	11.45	11.37	200.05	187.31	0.00	-12.73	0.00	-1.92	670.51
ABR	0.59	2.13	20.40	6.26	9.07	11.42	11.55	11.09	187.31	190.85	0.00	3.54	0.00	-1.54	670.81
MAY	1.02	1.80	34.80	2.93	9.37	11.52	12.10	11.97	190.85	212.57	0.00	21.72	0.00	-0.78	672.61
JUN	0.50	2.32	31.00	6.75	9.07	12.10	12.6	12.31	212.57	216.00	9.94	3.43	0.00	-1.81	672.91
JUL	0.43	2.34	34.20	6.23	9.37	12.20	12.20	12.65	216.00	216.00	15.99	0.00	0.00	-1.91	672.91
AGO	1.09	2.30	23.20	4.82	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	7.80	0.00	0.00	-1.21	672.91
SET	0.72	2.39	14.30	6.88	9.07	12.20	12.12	11.70	216.00	213.08	0.00	-2.92	0.00	-1.67	672.71
OCT	0.70	2.00	11.00	5.40	9.37	12.12	12.00	11.66	213.08	208.85	0.00	-4.23	0.00	-1.35	672.31
NOV	0.24	1.75	13.40	6.03	9.07	12.00	11.92	11.56	208.85	205.64	0.00	-3.21	0.00	-1.51	672.10
DIC	0.33	1.60	19.70	5.36	9.37	11.92	11.77	11.46	205.64	200.26	0.00	-5.38	0.00	-1.35	671.61

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	509.80 (MM)
EVAPORACION	=	2797.80 (MM)
APORTES DEL RIO	=	219.60 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RETEN	=	72.54 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	-15.74 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	209.86 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	1.07 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTARAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
COSTO TERMINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DJS-CERRILLOS  
AÑO 1972

MES	VP	VFV	APR	MP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COLA
ENE	0.51	1.52	45.90	3.83	9.37	11.77	12.20	11.84	200.26	216.00	15.95	15.74	0.00	-1.01	672.90
FEB	0.12	2.02	22.80	6.84	8.47	12.20	12.20	12.48	216.00	216.00	5.59	0.00	0.00	-1.90	672.90
MAR	1.42	2.01	28.50	2.30	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	16.24	0.00	0.00	-0.59	672.90
ABR	2.23	1.50	79.70	0.00	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	71.27	0.00	0.00	0.65	672.90
MAY	0.56	1.99	96.30	3.02	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	82.48	0.00	0.00	-1.43	672.90
JUN	0.88	2.13	62.50	5.54	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	46.45	0.00	0.00	-1.45	672.90
JUL	0.55	2.09	101.00	6.30	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	83.59	0.00	0.00	-1.74	672.90
AGO	0.24	2.20	76.50	7.56	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	57.60	0.00	0.00	-1.97	672.90
SET	0.10	2.57	45.30	9.50	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	24.27	0.00	0.00	-2.47	672.90
OCT	0.47	2.50	40.70	8.15	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	21.07	0.00	0.00	-2.11	672.90
NOV	1.51	1.95	43.20	1.71	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	31.98	0.00	0.00	-0.44	672.90
DIC	0.22	1.90	27.40	6.88	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	9.86	0.00	0.00	-1.68	672.90

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	718.10 (MM)
EVAPORACION	=	2780.80 (MM)
AFUERTES DEL RIO	=	689.80 MILL.M3
VOLUMEN AGUAL PARA RIEGO	=	61.20 MILL.M3
VOLUMEN AGUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.36 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	15.74 MILL.M3
AFORTE PROMEDIO DEL RIO	=	255.85 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	14.79 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3750 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CEPIROS  
AÑO 1973

MES	VP	VFV	APR	VR	DAC	AI	AR	Ap	VIN	VF	DFSC	CALH	VFAL	VPG	COTA
FNE	0.03	2.52	11.40	9.18	9.37	12.20	11.9	12.20	216.00	206.35	0.00	-9.65	0.00	-2.49	672.10
FEB	0.03	2.34	8.70	9.00	8.47	11.94	11.00	11.57	206.35	195.28	0.00	-11.06	0.00	-2.31	671.20
MAR	0.20	2.42	14.10	9.74	9.37	11.64	11.44	11.29	195.28	187.96	0.00	-7.32	0.00	-2.41	670.60
ABR	0.41	2.31	12.60	7.74	9.07	11.44	11.27	11.04	187.96	181.85	0.00	-6.11	0.00	-1.90	670.10
MAY	0.64	2.33	15.50	7.02	9.37	11.27	11.19	10.85	181.85	179.27	0.00	-2.58	0.00	-1.69	669.90
JUN	0.34	1.84	15.60	6.30	9.07	11.19	11.19	10.73	179.27	178.99	0.00	-0.27	0.00	-1.50	669.80
JUL	0.39	2.12	25.30	7.29	9.37	11.19	11.38	10.69	178.99	185.90	0.00	6.91	0.00	-1.73	670.40
AGO	0.50	2.45	17.90	7.43	9.37	11.38	11.36	11.78	185.90	185.05	0.00	-0.85	0.00	-1.95	670.30
SET	0.36	2.05	15.10	8.10	9.07	11.36	11.37	10.87	185.05	185.30	0.00	0.25	0.00	-1.68	670.40
OCT	0.86	1.94	15.70	2.25	9.37	11.37	11.45	11.86	185.30	188.30	0.00	3.00	0.00	-1.08	670.60
NOV	1.14	1.50	30.10	4.41	9.07	11.45	11.89	11.91	188.30	204.55	0.00	16.25	0.00	-0.37	672.00
DIC	0.70	1.80	14.70	6.98	9.37	11.89	11.01	12.17	204.55	201.71	0.00	-2.83	0.00	-1.18	671.70

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	489.70 (MM)
EVAPORACION	=	3034.80 (MM)
APORTES DEL RIO	=	197.70 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	81.32 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	-14.29 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	250.56 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.00 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
EMBALSE DOS CEPELLOS  
AÑO 1974

MES	VP	VIV	APR	VR	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DESC	CALM	VFAL	VPG	COFA
FEB	0.51	2.23	12.40	3.83	9.37	11.81	11.67	11.85	201.71	199.20	0.00	-2.51	0.00	-1.71	671.51
FEB	0.11	1.86	14.50	5.84	8.47	11.74	11.67	11.28	199.20	196.64	0.00	-2.56	0.00	-1.75	671.36
MAR	1.36	2.51	14.50	2.30	9.37	11.57	11.72	11.21	196.64	198.42	0.00	1.78	0.00	-1.15	671.50
ABR	2.32	1.92	41.70	0.00	9.07	11.72	12.20	12.20	198.42	216.00	15.45	17.58	0.00	0.40	672.98
MAY	0.00	2.87	51.50	3.02	9.37	12.20	12.20	12.46	216.00	216.00	36.94	0.00	0.00	-2.27	672.98
JUN	0.08	2.42	24.80	5.54	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	8.46	0.00	0.00	-1.74	672.98
JUL	0.35	2.50	36.00	6.30	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	18.09	0.00	0.00	-2.23	672.98
AGO	0.24	2.59	35.10	7.56	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	15.82	0.00	0.00	-2.35	672.98
SEPT	0.10	2.53	23.70	9.50	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	2.71	0.00	0.00	-2.43	672.98
OCT	0.47	2.05	24.30	8.15	9.37	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	5.20	0.00	0.00	-1.58	672.98
NOV	1.51	1.70	22.90	1.71	9.07	12.20	12.20	11.70	216.00	216.00	11.87	0.00	0.00	-0.25	672.98
DIC	0.22	1.69	13.80	6.88	9.37	12.20	12.10	11.70	216.00	212.48	0.00	-3.52	0.00	-1.47	672.61

TOTALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	716.10 (MM)
EVAPORACION	=	3060.00 (MM)
APORTES DEL RIO	=	315.40 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	61.20 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUEDUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	10.76 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	255.97 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	3.63 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTAREAS
DEMANDA DE ACUEDUCTO	=	3.50 M3/SEG
GASTO SUPLENIDO	=	0.00 M3/SEG

MOVIMIENTOS DE EMBALSE  
 EMBALSE DOS CERRITOS  
 AÑO 1975

MES	VP	VFV	APR	VP	DAC	AI	AF	AP	VIN	VF	DFSC	CALM	VFAL	VPG	COTA
ENE	0.39	2.42	8.80	9.18	9.37	12.10	11.78	12.15	212.48	200.69	0.00	-11.79	0.00	-2.03	671.61
FEB	0.26	2.23	8.00	9.00	8.47	11.78	11.48	11.44	200.69	189.66	0.00	-11.03	0.00	-1.57	670.71
MAR	0.34	2.69	20.60	9.73	9.37	11.48	11.46	11.13	189.66	188.90	0.00	-0.76	0.00	-2.35	670.71
ABR	0.46	1.90	17.50	7.74	9.07	11.46	11.44	10.97	188.90	188.15	0.00	-0.75	0.00	-1.44	670.61
MAY	0.51	1.91	28.00	7.02	9.37	11.44	11.72	10.95	188.15	198.35	0.00	10.20	0.00	-1.40	671.51
JUN	0.44	2.03	28.10	6.30	9.07	11.72	12.02	12.08	198.35	209.49	0.00	11.14	0.00	-1.59	672.41
JUL	0.64	2.29	31.20	7.29	9.37	12.02	12.22	12.37	209.49	216.00	6.38	6.51	0.00	-1.65	672.91
AGO	0.31	2.95	15.20	7.83	9.37	12.20	12.08	12.61	216.00	211.76	0.00	-4.24	0.00	-2.64	672.61
SEPT	0.72	2.31	10.00	4.10	9.07	12.08	11.9	11.64	211.76	207.00	0.00	-4.75	0.00	-1.59	672.21
OCT	1.05	2.30	19.00	2.25	9.37	11.95	12.14	11.52	207.00	213.93	0.00	6.92	0.00	-1.25	672.71
NOV	1.02	1.85	15.70	4.41	9.07	12.14	12.19	12.55	213.93	215.93	0.00	2.01	0.00	-0.21	672.91
DIC	0.53	1.73	26.10	6.98	9.37	12.19	12.20	12.67	215.93	216.00	8.48	0.07	0.00	-1.20	672.91

INITIALES ANUALES

PRECIPITACION EN EL EMBALSE	=	644.50 (MM)
EVAPORACION	=	3000.80 (MM)
APORTE DEL RIO	=	229.00 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA RIEGO	=	81.32 MILL.M3
VOLUMEN ANUAL PARA ACUODUCTO	=	110.38 MILL.M3
CAMBIO ALMACENAMIENTO ANUAL	=	3.52 MILL.M3
APORTE PROMEDIO DEL RIO	=	253.89 MILL.M3
VOLUMEN FALTANTE	=	0.00 MILL.M3
EXCEDENTES	=	0.47 M3/SEG
AREA A REGAR	=	4500.00 HECTARIAS
DEMANDA DE ACUODUCTO	=	3.50 M3/SEG
COSTO TURBINADO	=	0.00 M3/SEG

Anexo N.º 5

Resultado del Programa CAT/INOS, para el cálculo de  
tuberías y sus costos

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO  
 DIVISION DE EVALUACION DE PLANES

"C A T"  
 SISTEMA : CONDUCCION DE AGUA POR TUBERIA DE ACERO (PARA UN ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO)

ADUCCION = 2 BOCAS-CARRURITO  
 +??

\*\*\*-DATOS DE ENTRADA = CONDUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD  
 +??

CAUDAL MAX. M <sup>3</sup> /SG	POT. BOMBAS LT/SG	VELOC. MAX. M/SG	LONGITUD TUBERIA/MTS	DESNIVEL MTS.	ESP. MIN. C4*DI(M)	CV=INST. C3*FOR	LONGITUD TUNEL/MTS.
1,50	0	3,	4000	61	C4=7,0	C3=0,0	0

KG. ACERO	CV	KWH	AMORT. TUB. 40 AÑOS	AMORT. BOMB. 15 AÑOS	AMORT. PLANT. TRAT. 30 AÑOS	OPER. Y MANT. 0,01*INV. TUB. 0,00*INV. BOMB. 0,00*INV. TUNEL	OPER. Y MANT. PLANT. TRATAM. 0,00*INV. INIC.
BS.	BS.	HS.	%	%	%		
5,00	0	0,00	0,0838	0,0000	0,0000		

COST. TRAT. BS/MS	CAP. PLANT. TRAT. LTS/SG	COST. TUNEL BS/MT	COST. PL. TRAT. POR LT.	PORCENTAJE AMORT. PL. TRAT.
0,00	0	0	0	0,00%

+??

PERIODO TOTAL CONSIDERADO = 1975 - 2015

MEDIA DIARIA ANUAL PARA 8 QUINQUENIOS LT/SG = 628 784 944 1104 1265 1435 1612 1805



INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO  
 DIVISION DE EVALUACION DE PLANES

PC A T\*  
 SISTEMA ; CONDUCCION DE AGUA POR TUBERIA DE ACERO (PARA UN ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO)

ADUCCION = 2 BOCAS-CAMBURITO  
 +??

\*\*\*DATOS DE ENTRADA = CONDUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD  
 +??

CAUDAL MAX, M <sup>3</sup> /SG	POT. BOMBAS LT/SG	VELOC. MAX, M/SG	LONGITUD TUBERIA/MTS	DESNIVEL MTS.	ESP. MIN, C4*DI (M)	CV*INST, C3*IEOR	LONGITUD TUNEL/MTS.
0,80	0	3,10	4000	61	C4=7,0	C3=0,0	0

KG. ACERO BS.	CV BS.	KWH BS.	AMORT. TUB, 40 A#OS %	AMORT. BOMB, 15 A#OS %	AMORT. PLANT. TRAT, 30 A#OS %	OPER. Y MANT, 0,01*INV, TUB, 0,00*INV, BOMB, 0,00*INV, TUNEL	OPER. Y MANT. S PLANT. TRATAM, 0,00*INV, INIC.
5,00	0	0,00	0,0838	0,0000	0,0000		

COST. TRAT, BS/M <sup>3</sup>	CAP. PLANT. TRAT, LTS/SG	COST. TUNEL BS/MT	COST. PL. TRAT, POR LT.	PORCENTAJE AMORT, PL, TRAT,
0,00	0	0	0	0,00%

+??

PERIODO TOTAL CONSIDERADO =1975 - 2015

MEDIA DIARIA ANUAL PARA 8 QUINQUENIOS LT/SG= 628 784 944 1104 1265 1433 1612 1805

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO  
 DIVISION DE EVALUACION DE PLANES

"C A T"

\*\*\*-RESULTADOS =

\*\*\*\*\*

DIAMETRO 3010.54 MTS.

DIAMETRO MT	VELOCIDAD M/SQ	ESPESOR MM	CV.INSTAL.	INV.INIC. TUBERIA/RS.
0.54	3.10	0	0.00	.170E+07

INV. INIC. TUNEL RS.	INV. INIC. BOMBEO RS.	COST. ANUAL BOMBEO RS.	COST. ANUAL OPER. Y MANT. RS.	INV.INIC. PLANT.TRAT. RS.	OPER. Y MANT. PLANT.TRAT. RS.	COST. ANUAL TRATAMIENTO RS.	COST.TOTAL ANUAL RS.	COST.AGUA RS/M3
0.	0.	0.	.170E+05	0.	0.	0.	.159E+06	0.0056

PERIODOS = 1977-82 1982-87 1987-92 1992-97 97-2002 2002-07 2007-12 2012-17

VOLUMEN AGUA ENVIADA EN M3 POR QUINQUENIO

.743E+08 .927E+08 .112E+09 .131E+09 .150E+09 .169E+09 .191E+09 .213E+09

\*\*\*\*\*







"C A T"

SISTEMA : CONDUCCION DE AGUA POR TUBERIA DE ACERO (PARA UN ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO)

ADUCCION = 2 CERRITOS TOCUYO  
 +???

\*\*\*DATOS DE ENTRADA = CONDUCCION DE AGUA POR BOMBEO  
 \*???

SELECCION DIAMETRO OPTIMAL

QUDAL MAX. M <sup>3</sup> /SG	POT. BOMBAS LT/SG	VELOC. MAX. M/SG	LONGITUD TUBERIA/MTS	DESNIVEL MTS.	FSP. MIN. C4*DI(M)	CV=INST. C3*TEOR	LONGITUD TUNEL/MTS.
0.20	200	4.00	2541	87	C4=7.0	C3=1.5	0

S. ACEPH	CV	KAN	AMORT. TUB. 40 AÑOS δ %	AMORT. BOMB. 15 AÑOS δ %	AMORT. PLANT. TRAT. 50 AÑOS δ %	OPER. Y MANT. 0.01*INV. TUB.	OPER. Y MANT. s .PLANT. TRATAM. 0.00*INV. INIC.
BS.	BS.	DS.	0.0830	0.1018	0.0000	0.07*INV. BOMB. 0.00*INV. TUNEL	

OST. TRAT. BS/MS	CAP. PLANT. TRAT. LTS/SG	COST. TUNEL MS/MT	COST. PL. TRAT. POR. LT.	PORCENTAJE AMORT. PL. TRAT.
0.00	0	0	0	0.00%

??

PERIODO TOTAL CONSIDERADO = 1975 - 2015

PRECIA DIARIA AGUAL PARA 6 QUINGUENIOS LT/SG = 70 84 99 108 125 146 167 184

CURVA AÑOS ACTUALIZACION COST. VARIAB. = 2.5 7.5 12.5 17.5 22.5 27.5 32.5 37.5

??

ITERACIONES A PARTIR DEL DIAMETRO MINIMO  
 RESUMEN DE RESULTADOS

??





INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO  
 DIVISION DE EVALUACION DE PLANES

"C A T"

DIAMETRO (DI): 1,70 MTS.

RESULTADOS Y COSTOS FIJOS  
 +????????????????????????????????

DIAMETRO MT	VELOCIDAD M/SG	ESPESOR MM	CV. INSTAL.	INV. INIC. TUBERIA/BS.
1,70	2,64	12	6265,23	,161E+08

INV. INIC. TUNEL BS.	INV. INIC. BOMBEO BS.	COST. ANUAL BOMBEO BS.	COST. ANUAL OPER. Y MANT. BS.	INV. INIC. PLANT. TRAT. BS.	OPER. Y MANT. PLANT. TRAT. BS.	COST. ANUAL TRATAMIENTO BS.	COST. TOTAL ANUAL BS.	COST. AGUA BS/M3
0.	,564E+07	,125E+06	,556E+06	0.	0.	0.	,261E+07	0,0299

RESULTADOS Y COSTOS VARIABLES  
 +????????????????????????????????

PERIODOS = 1977-82 1982-87 1987-92 1992-97 97-2002 2002-07 2007-12 2012-17

HORAS DIARIAS BOMBEO = 8,00 9,60 10,80 12,00 12,00 12,00 12,00 12,00

PROMEDIO DE LOS COSTOS ANUALES LLEVADO A VALOR PRESENTE  
 (BOLIVARES)

QUINQUENIOS	1	2	3	4	5	6	7	8
	,28E+06	,22E+06	,17E+06	,12E+06	,82E+05	,56E+05	,38E+05	,26E+05

VOLUMEN AGUA ENVIADA EN M3 POR QUINQUENIO

,315E+09 ,378E+09 ,426E+09 ,473E+09 ,473E+09 ,473E+09 ,473E+09 ,473E+09

+????????????????????????????????









"C A T"

SISTEMA A CONDUCCION DE AGUA POR TUBERIA DE ACERO (PARA UN ESTUDIO PRELIMINAR COMPARATIVO)

ADUCCION = 2 CERRITOS BARR. 1

\*\*\*\*\*

\*\*\*-DATOS DE ENTRADA = CONDUCCION DE AGUA POR BOMBEO

\*\*\*\*\*

SELECCION DIAMETRO OPTIMAL

CAUDAL MAX.	POT. BOMBAS	VELOC. MAX.	LONGITUD	DESNIVEL	ESP. MIN.	CV INST.	LONGITUD
LT/SG	LT/SG	M/SG	TUENL/MTS	MTS.	C4*0.1(M)	C3*FDR	TUENL/MTS.
3.50	3500	3.00	28931	35	C4=7.0	C3=1.3	0

KG. ACERO	CV	KWH	AMORT. TUB.	AMORT. BOMB.	AMORT. PLANT. TRAT.	OPER. Y MANTI.	OPER. Y MANTI.
US.	US.	JS.	40 AÑOS	10 AÑOS	30 AÑOS	0.01*INV. TUB.	PLANT. TRATAM.
			9 %	8 %	8 %	0.07*INV. BOMB.	0.00*INV. INIC.
			0.0038	0.1018	0.0000	0.00*INV. TUNEL	
5.00	900	0.03					

COST. TRAT.	CAP. PLANT. TRAT.	COST. TUNEL	COST. PL. TRAT.	PORCENTAJE
US/M3	LT/SG	#5/MT	POR LT.	AMORT. PL. TRAT.
0.00	0	0	0	0.003

\*\*\*\*\*

PERIODO INICIAL CONSIDERADO = 1975 - 2015

MEDIA DIARIA ANUAL PARA 0 QUINGUENIOS	2000	2400	2700	3400	3500	3500	3500	3500
NÚMRO AÑOS ACTUALIZACION COST. VARIAB.	2.5	7.5	12.5	17.5	22.5	27.5	32.5	37.5

\*\*\*\*\*

ITERACIONES A PARTIR DEL DIAMETRO MINIMO  
 RESUMEN DE RESULTADOS

\*\*\*\*\*

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO  
 DIVISION DE EVALUACION DE PLANES

"C A F"

DIAMETRO (Ø) 101.30 MTS.

REQUISITOS Y COSTOS FIJOS  
 \*\*\*\*\*

DIAMETRO (Ø)	VELOCIDAD (V/S)	ESPEJOR (M)	CV. INSTAL.	INV. INIC. TUBERIA/BS.
1.31	2.04	7	12723.70	840E+08

INV. INIC. TUBERIA	INV. INIC. OBRAS	COST. ANUAL FICHA	COST. ANUAL OPER. Y MANT.	INV. INIC. PLANT. TRAT.	OPER. Y MANT. PLANT. TRAT.	COST. ANUAL TRATAMIENTO	COST. TOTAL ANUAL	COST. AGUA
BS.	BS.	BS.	BS.	BS.	BS.	BS.	BS.	BS/M3
0.	115E+01	402E+06	125E+07	0.	0.	0.	662E+07	0.0085

REQUISITOS Y COSTOS VARIABLES  
 \*\*\*\*\*

PERIODO =	1977-82	1982-87	1987-92	1992-97	97-2002	2002-07	2007-12	2012-17
NOTAS DIARIAS BUREL =	13.71	18.46	18.51	23.31	24.00	24.00	24.00	24.00
ADJUSTE DE LOS COSTOS ANUALES LLEVADO A VALOR PRESENTE (COLIVARES)								
PERIODOS	1	2	3	4	5	6	7	8
	23E+06	77E+06	63E+06	49E+06	34E+06	23E+06	16E+06	11E+06
VALOR AGUA ENVIADA EN L POR QUINQUENIO								
	115E+02	378E+09	429E+02	536E+09	552E+09	552E+09	552E+09	552E+09

\*\*\*\*\*

Anexo N.º 6

Listados del cálculo de los factores de actualización de  
costos Fik y Rik

PROYECTO	FACTORES F(I,t)				
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
DOS CERRITOS I	7.566	0.900	2.806	1.368	0.376
DOS CERRITOS II	17.266	0.835	0.465	0.245	0.070
DOS CERRITOS III	56.377	37.999	22.136	11.127	3.161
PRESA DOS CERRITOS	106.901	65.036	37.449	18.371	5.085
DOS NOCAS	57.164	36.829	21.308	10.777	3.053
PRESA DOS NOCAS	4.297	2.809	1.637	0.814	0.228
PRESA YACAMBU	68.757	44.951	26.191	13.021	3.655
TUNEL	161.619	107.371	63.826	32.437	9.321
YACAMBU 6	64.614	55.335	32.255	16.044	4.507
YACAMBU 7	11.975	7.773	4.519	2.275	0.648
POZOS	26.163	17.075	9.964	5.601	1.418
QUIBOR I	8.925	5.860	3.433	1.717	0.485
QUIBOR II	9.468	6.229	3.649	1.625	0.516
BARQUISIMETO I	36.106	23.706	13.668	6.946	1.962
BARQUISIMETO II	38.422	25.226	14.776	7.391	2.088
NDARE	106.896	69.424	40.364	20.290	5.764
ACARIGUA I	50.768	33.201	19.353	9.626	2.704
ACARIGUA II	4.250	2.760	1.594	0.785	0.218
ACARIGUA III	1.664	1.053	0.617	0.308	0.087
ACARIGUA IV	1.518	0.996	0.563	0.292	0.082
CAMBORITO	7.447	4.890	2.865	1.433	0.405
YACAMBU 77	22.546	14.625	8.501	4.262	1.219

PROYECTO	FACTORES K(J,K)				
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
DOS CERRITOS I	5.983	3.628	2.172	1.052	0.286
DOS CERRITOS II	0.557	0.420	0.242	0.123	0.035
DOS CERRITOS III	23.304	14.911	8.565	4.315	1.230
PRESA DOS CERRITOS	54.259	34.803	19.78	9.561	2.608
DOS ROCAS	57.164	36.829	21.308	10.777	3.083
PRESA DOS ROCAS	4.297	2.809	1.637	0.814	0.226
PRESA YACAMBU	7.235	4.640	2.638	1.275	0.347
TUNEL	15.735	10.093	5.737	2.773	0.755
YACAMBU 6	84.614	55.335	32.255	16.044	4.507
YACAMBU 7	11.976	7.773	4.519	2.275	0.648
POZUS	8.108	5.189	2.978	1.494	0.424
QUIBON I	8.925	5.866	3.433	1.717	0.485
QUIBON II	0.995	0.638	0.363	0.175	0.048
BARQUISIMETO I	38.106	23.706	13.888	6.946	1.962
BARQUISIMETO II	3.979	2.552	1.451	0.701	0.191
NUAKE	106.896	69.424	40.351	20.290	5.764
ACARIGUA I	50.768	33.201	19.353	9.626	2.704
ACARIGUA II	4.250	2.760	1.594	0.785	0.218
ACARIGUA III	1.604	1.053	0.617	0.308	0.087
ACARIGUA IV	1.518	0.996	0.58	0.292	0.082
CAMBURITO	0.723	0.464	0.262	0.127	0.035
YACAMBU 77	22.544	14.625	8.501	4.282	1.219

INSTITUTO NACIONAL DE OBRAS SANITARIAS  
 DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
 DIRECCION DE PLANES DE DESARROLLO

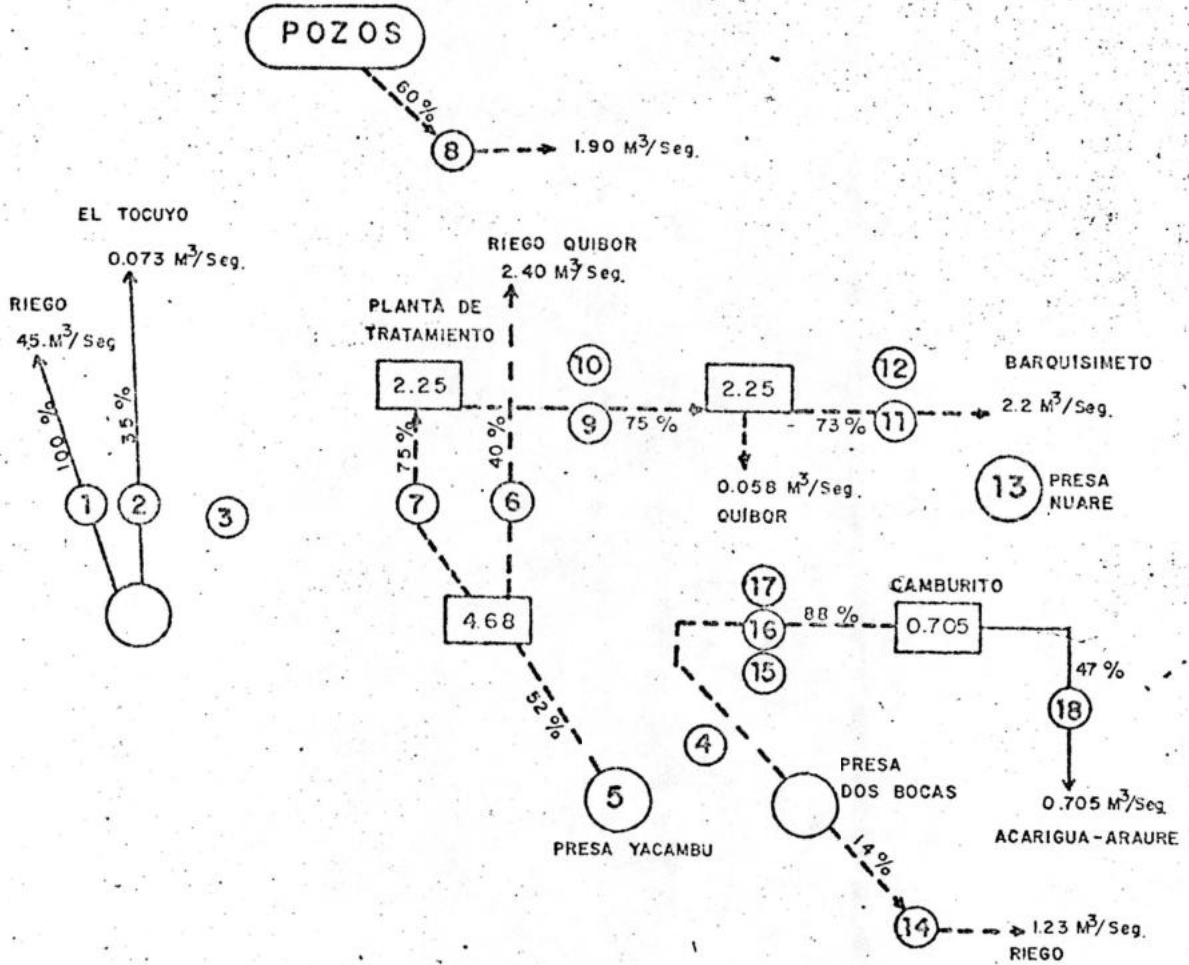
PROYECTO	FACTORES R(I,K)				
	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5
DOS CERRITOS II	0.600	0.531	0.361	0.246	0.167
DOS CERRITOS III	1.543	1.364	0.929	0.632	0.430
NUARE	3.532	3.123	2.125	1.446	0.984
DOS BOCAS	2.092	1.849	1.259	0.857	0.583
POZOS	2.058	1.819	1.238	0.843	0.573
YACAMBU I	0.446	0.394	0.268	0.183	0.124
YACAMBU II	2.298	2.031	1.383	0.941	0.640

Anexo N.º 7

Esquema N.º 1 y Resultados del Programa

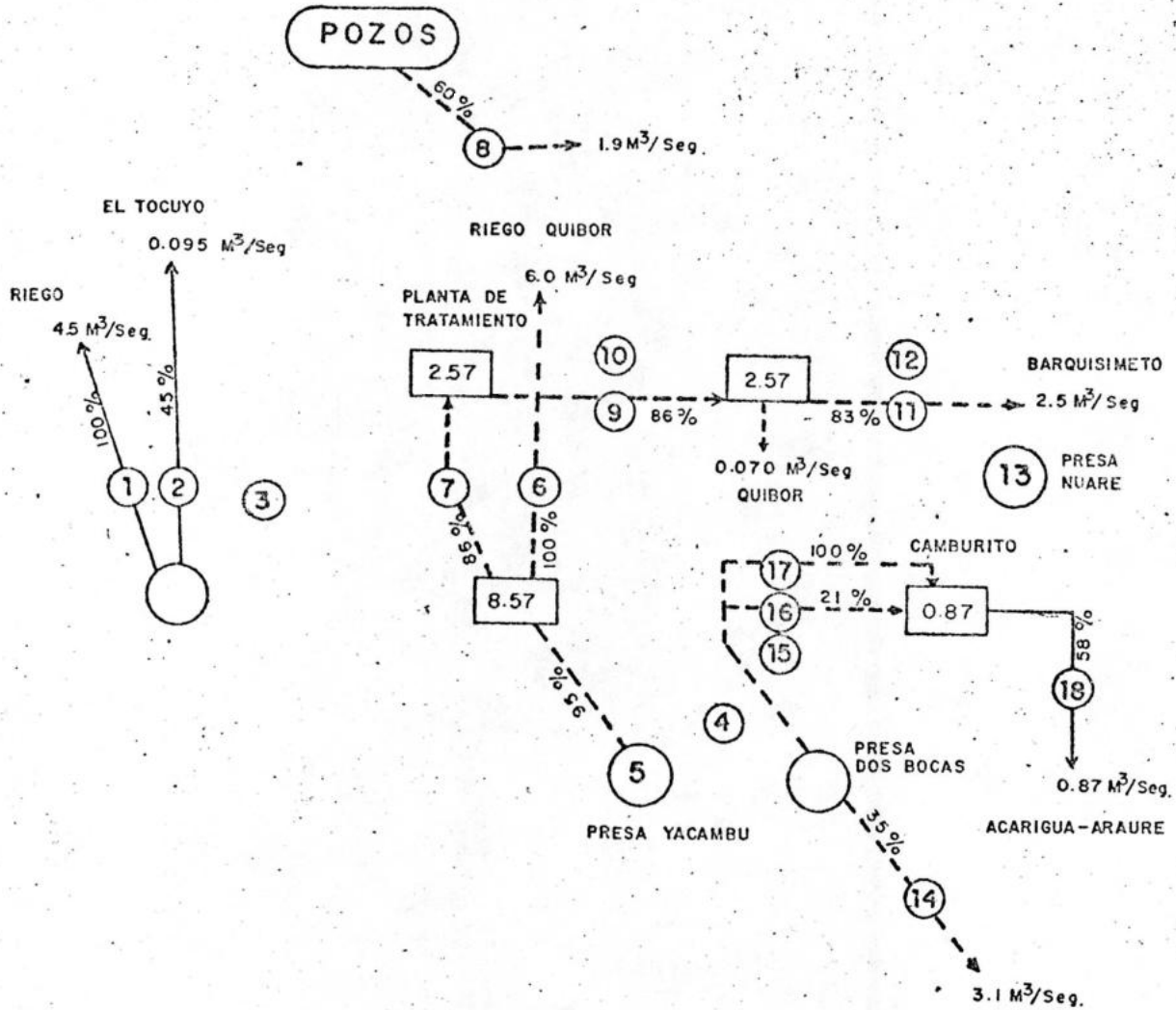
# ESQUEMA Nº 1

K = 1



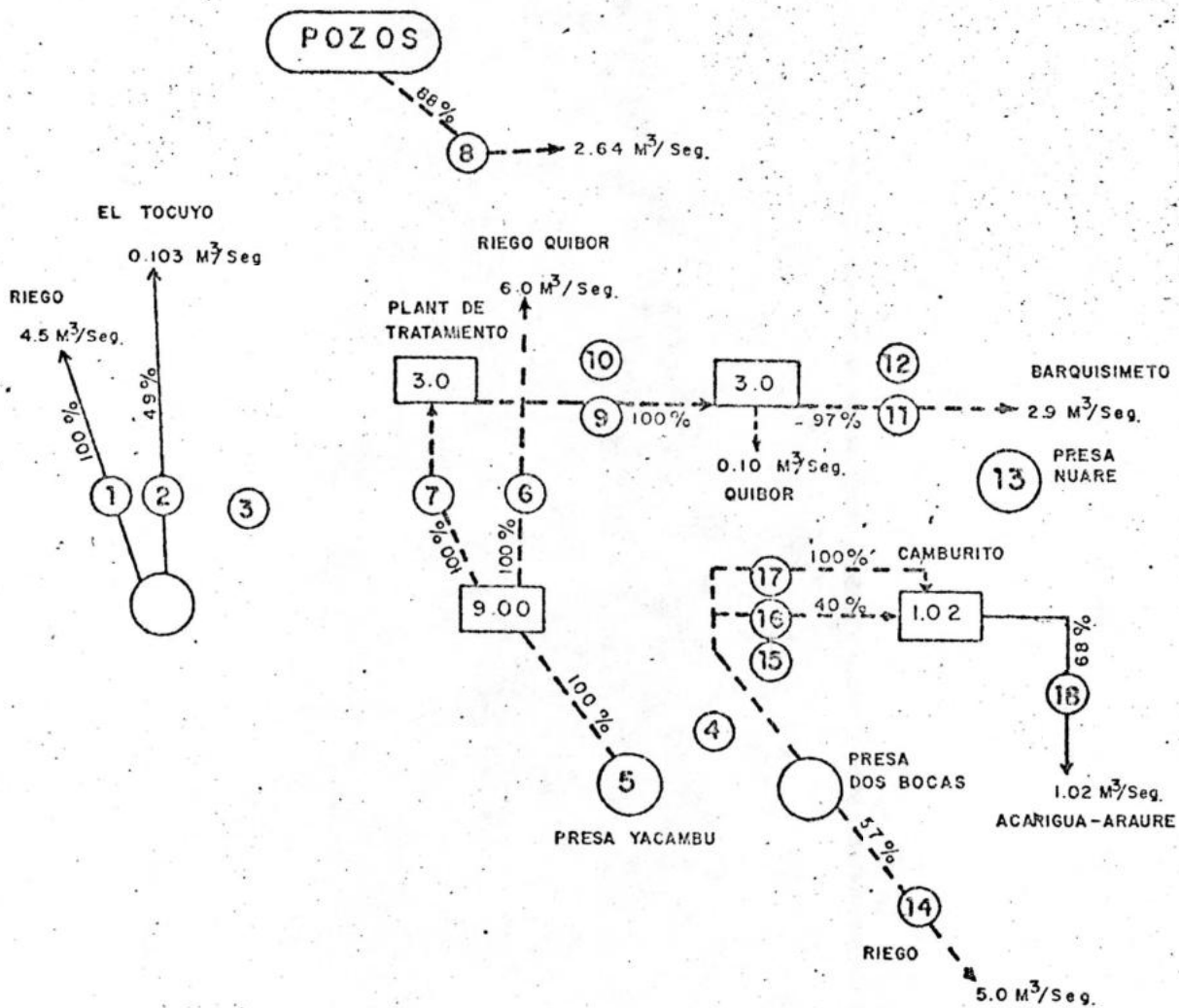
# ESQUEMA N° 1

K = 2.



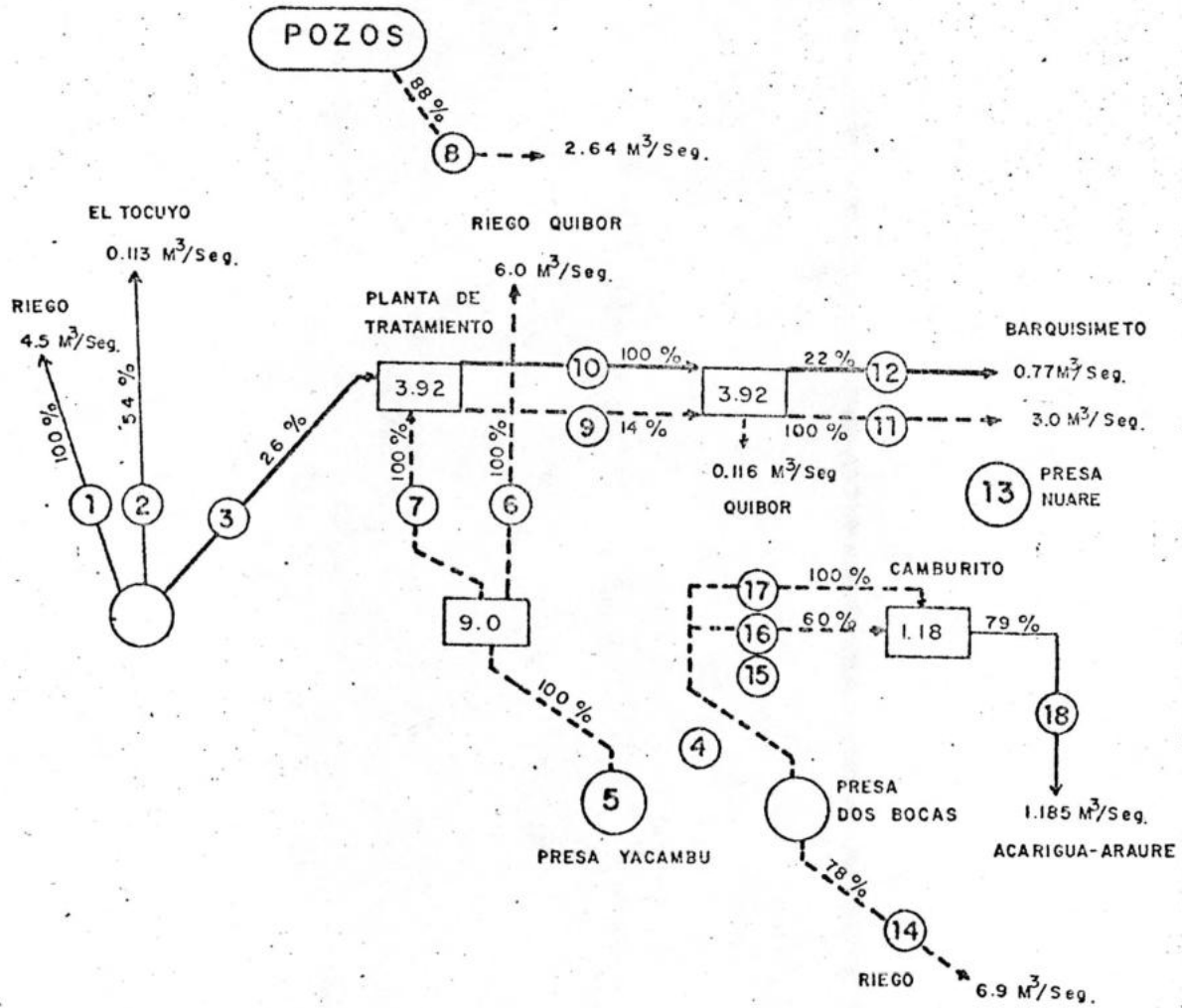
# ESQUEMA N.º 1

K = 3



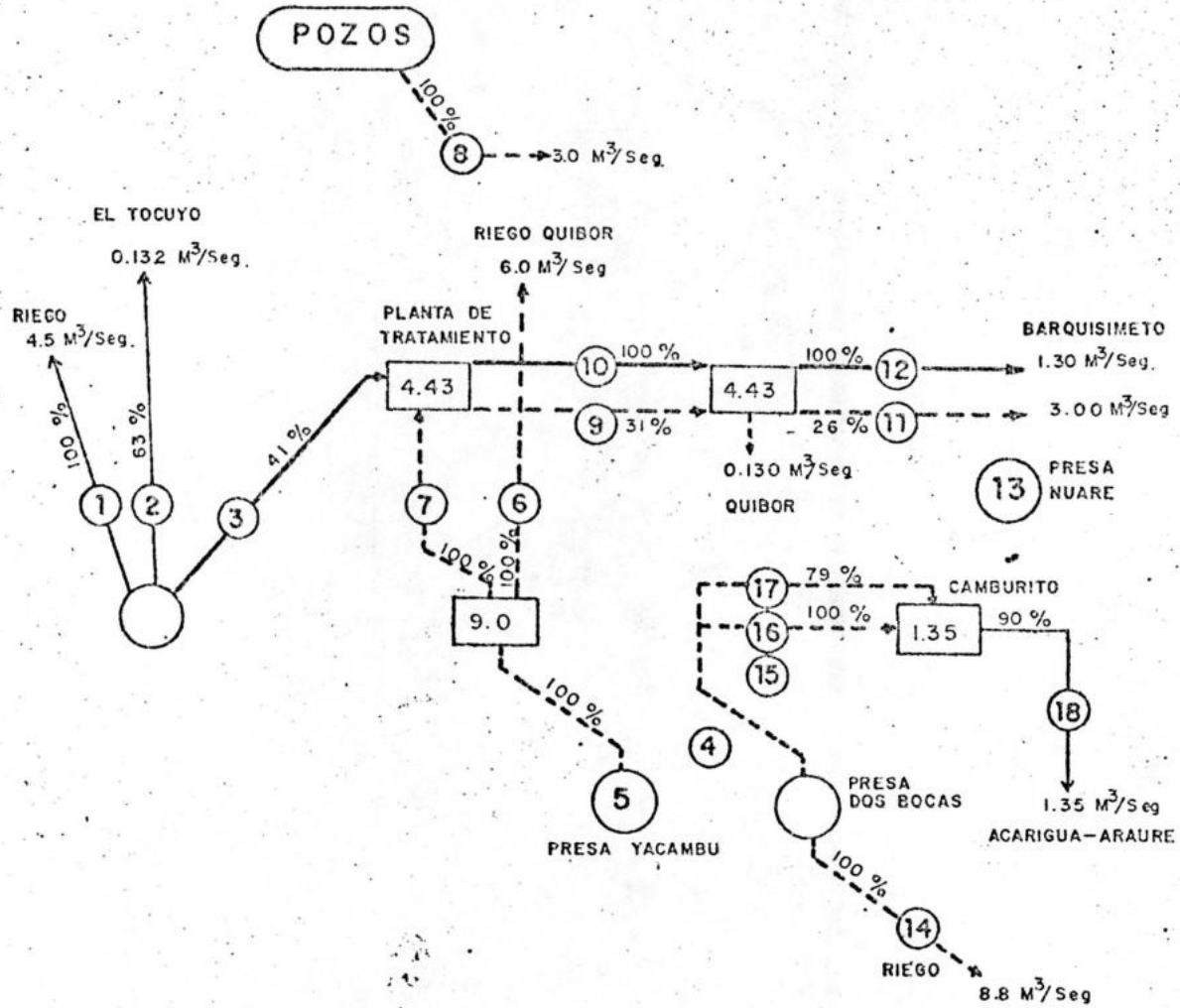
# ESQUEMA N° 1

K = 4



# ESQUEMA N° 1

K = 5



BRANCH TREE STATUS: 147 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 146 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 145 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 144 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 143 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 142 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 141 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 140 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 139 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 138 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 137 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 136 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES

ESQUEMA 1

144

INTEGER SOLUTION

NODE \*\*1630 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
 72TH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 624.4295  
 CUTOFF NODE AT 624.429 POSTPONE AT 624.429  
 ACTIVE INTEGER VARIABLES

	NAME	NUMBER	ACTIVITY
1.	I11	241	1.00
2.	I21	246	1.00
14.	I34	254	1.00
21.	I51	261	1.00
31.	I61	271	1.00
35.	I71	276	1.00
46.	I81	286	1.00
51.	I91	291	1.00
59.	I104	299	1.00
61.	I111	301	1.00
69.	I124	309	1.00

76.	I141	519	1.00
86.	I161	526	1.00
92.	I172	532	1.00
98.	I181	538	1.00
101.	Y1	541	1.00
102.	Y2	542	1.00
103.	Y3	543	1.00
104.	Y4	544	1.00
105.	Y5	545	1.00

EXIT PRINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE TIME--PROCESSOR = 32.99 ELAPSED = 48.04

NEW ENTRY SQUARES ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLE)

BASIS SQUARES SAVED

BASIS NUMBER IS 7 OBJECTIVE = 620.429550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 33.00 ELAPSED = 48.08

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	I83	IV	.	9,96000	.	1,00000	-16,20000
289	I84	IV	.	5,00000	.	1,00000	-21,16000
290	I85	IV	.	1,41000	.	1,00000	-24,75000
291	I91	IV	1,00000	8,93000	.	1,00000	5,80143
292	I92	IV	.	5,85000	.	1,00000	2,73143
293	I93	IV	.	3,43000	.	1,00000	0,50143
294	I94	IV	.	1,72000	.	1,00000	1,72000
295	I95	IV	.	0,48000	.	1,00000	0,48000
296	I101	IV	.	9,49000	.	1,00000	5,84000
297	I102	IV	.	6,23000	.	1,00000	2,58000
298	I103	IV	.	3,65000	.	1,00000	.
299	I104	IV	1,00000	1,82000	.	1,00000	1,82000
300	I105	IV	.	0,52000	.	1,00000	0,52000
301	I111	IV	1,00000	36,11000	.	1,00000	36,11000
302	I112	IV	.	23,71000	.	1,00000	23,71000
303	I113	IV	.	13,89000	.	1,00000	13,89000
304	I114	IV	.	6,95000	.	1,00000	6,95000
305	I115	IV	.	1,96000	.	1,00000	1,96000
306	I121	IV	.	38,42000	.	1,00000	38,42000
307	I122	IV	.	25,23000	.	1,00000	25,23000
308	I123	IV	.	14,78000	.	1,00000	14,78000
309	I124	IV	1,00000	7,39000	.	1,00000	7,39000
310	I125	IV	.	2,09000	.	1,00000	2,09000
311	I131	IV	.	106,90000	.	1,00000	.
312	I132	IV	.	69,42000	.	1,00000	39,75000
313	I133	IV	.	40,36000	.	1,00000	10,69000
314	I134	IV	.	20,29000	.	1,00000	20,29000
315	I135	IV	.	5,76000	.	1,00000	5,76000
316	I141	IV	1,00000	50,77000	.	1,00000	.
317	I142	IV	.	33,20000	.	1,00000	-17,57000
318	I143	IV	.	19,35000	.	1,00000	-31,42000
319	I144	IV	.	9,63000	.	1,00000	-41,14000
320	I145	IV	.	2,70000	.	1,00000	-48,07000
321	I151	IV	.	4,25000	.	1,00000	1,49000
322	I152	IV	.	2,70000	.	1,00000	.
323	I153	IV	.	1,59000	.	1,00000	1,59000
324	I154	IV	.	0,78000	.	1,00000	0,78000
325	I155	IV	.	0,22000	.	1,00000	0,22000
326	I161	IV	1,00000	1,60000	.	1,00000	1,60000
327	I162	IV	.	1,05000	.	1,00000	1,05000
328	I163	IV	.	0,62000	.	1,00000	0,62000
329	I164	IV	.	0,31000	.	1,00000	0,31000
330	I165	IV	.	0,09000	.	1,00000	0,09000
331	I171	IV	.	1,52000	.	1,00000	.
332	I172	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	0,99000

147

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I173	IV	.	0,58000	.	1,00000	0,58000
334	I174	IV	.	0,29000	.	1,00000	0,29000
335	I175	IV	.	0,08000	.	1,00000	0,08000
336	I181	IV	1,00000	7,45000	.	1,00000	7,45000
337	I182	IV	.	4,89000	.	1,00000	4,89000
338	I183	IV	.	2,86000	.	1,00000	2,86000
339	I184	IV	.	1,43000	.	1,00000	1,43000
340	I185	IV	.	0,40000	.	1,00000	0,40000
341	Y1	IV	1,00000	1,49000	.	1,00000	1,49000
342	Y2	IV	1,00000	1,17000	.	1,00000	1,17000
343	Y3	IV	1,00000	0,62000	.	1,00000	0,62000
344	Y4	IV	1,00000	0,59000	.	1,00000	0,59000
345	Y5	IV	1,00000	0,22000	.	1,00000	0,22000
346	P11	BS	1,00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1,00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1,00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1,00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1,00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0,34762	0,24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0,45238	0,19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0,49048	0,13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0,53810	0,09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0,62857	0,03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10,17000	.	NONE	7,23000
357	P32	LL	.	8,03000	.	NONE	5,70633
358	P33	BS	.	5,46000	.	NONE	.
359	P34	BS	0,26171	3,72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0,40857	1,50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11,82000	.	NONE	65,90000
362	P42	LL	.	9,32000	.	NONE	9,32000
363	P43	LL	.	6,35000	.	NONE	6,35000
364	P44	LL	.	4,32000	.	NONE	4,32000
365	P45	LL	.	1,75000	.	NONE	4,83000
366	P51	BS	0,51756	.	.	NONE	.
367	P52	BS	0,95222	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1,00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1,00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1,00000	.	.	NONE	.
371	P551	BS	.	.	.	NONE	.
372	P552	BS	.	.	.	NONE	.
373	P553	BS	.	.	.	NONE	.
374	P554	BS	.	.	.	NONE	.
375	P555	BS	.	.	.	NONE	.
376	P61	BS	0,40000	.	.	NONE	.
377	P62	BS	1,00000	.	.	NONE	.

148

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1,00000	.	.	NONE	.
379	P64	BS	1,00000	.	.	NONE	.
380	P65	BS	1,00000	.	.	NONE	.
381	P71	BS	0,75267	2,52000	.	NONE	.
382	P72	BS	0,85667	1,99000	.	NONE	.
383	P73	BS	1,00000	1,35000	.	NONE	.
384	P74	BS	1,00000	0,92000	.	NONE	.
385	P75	BS	1,00000	0,57000	.	NONE	.
386	P771	LL	.	25,97000	.	NONE	32,12714
387	P772	LL	.	20,48000	.	NONE	16,50000
388	P773	BS	.	15,94000	.	NONE	.
389	P774	LL	.	9,49000	.	NONE	6,17286
390	P775	BS	.	0,64000	.	NONE	.
391	P81	BS	0,60000	11,63000	.	NONE	.
392	P82	BS	0,60000	9,17000	.	NONE	.
393	P83	BS	0,86000	6,24000	.	NONE	.
394	P84	BS	0,86000	4,25000	.	NONE	.
395	P85	BS	1,00000	1,72000	.	NONE	.
396	P91	BS	0,75267	.	.	NONE	.
397	P92	BS	0,85667	.	.	NONE	.
398	P93	BS	1,00000	.	.	NONE	.
399	P94	BS	0,13867	.	.	NONE	.
400	P95	BS	0,51000	.	.	NONE	.
401	P101	BS	.	.	.	NONE	.
A 402	P102	LL	.	.	.	NONE	.
403	P103	BS	.	.	.	NONE	.
404	P104	BS	1,00000	.	.	NONE	.
405	P105	BS	1,00000	.	.	NONE	.
406	P111	BS	0,73333	.	.	NONE	.
407	P112	BS	0,83333	.	.	NONE	.
408	P113	BS	0,96667	.	.	NONE	.
409	P114	BS	1,00000	.	.	NONE	.
410	P115	BS	0,26667	.	.	NONE	.
411	P121	BS	.	.	.	NONE	.
A 412	P122	LL	.	.	.	NONE	.
A 413	P123	LL	.	.	.	NONE	.
414	P124	BS	0,22857	.	.	NONE	.
415	P125	BS	1,00000	.	.	NONE	.
416	P131	LL	.	19,96000	.	NONE	94,67000
417	P132	LL	.	15,74000	.	NONE	13,75000
418	P133	BS	.	10,71000	.	NONE	.
419	P134	LL	.	7,29000	.	NONE	4,10145
420	P135	LL	.	2,95000	.	NONE	1,66429
421	P141	BS	0,13600	.	.	NONE	.
422	P142	BS	0,35200	.	.	NONE	.

149

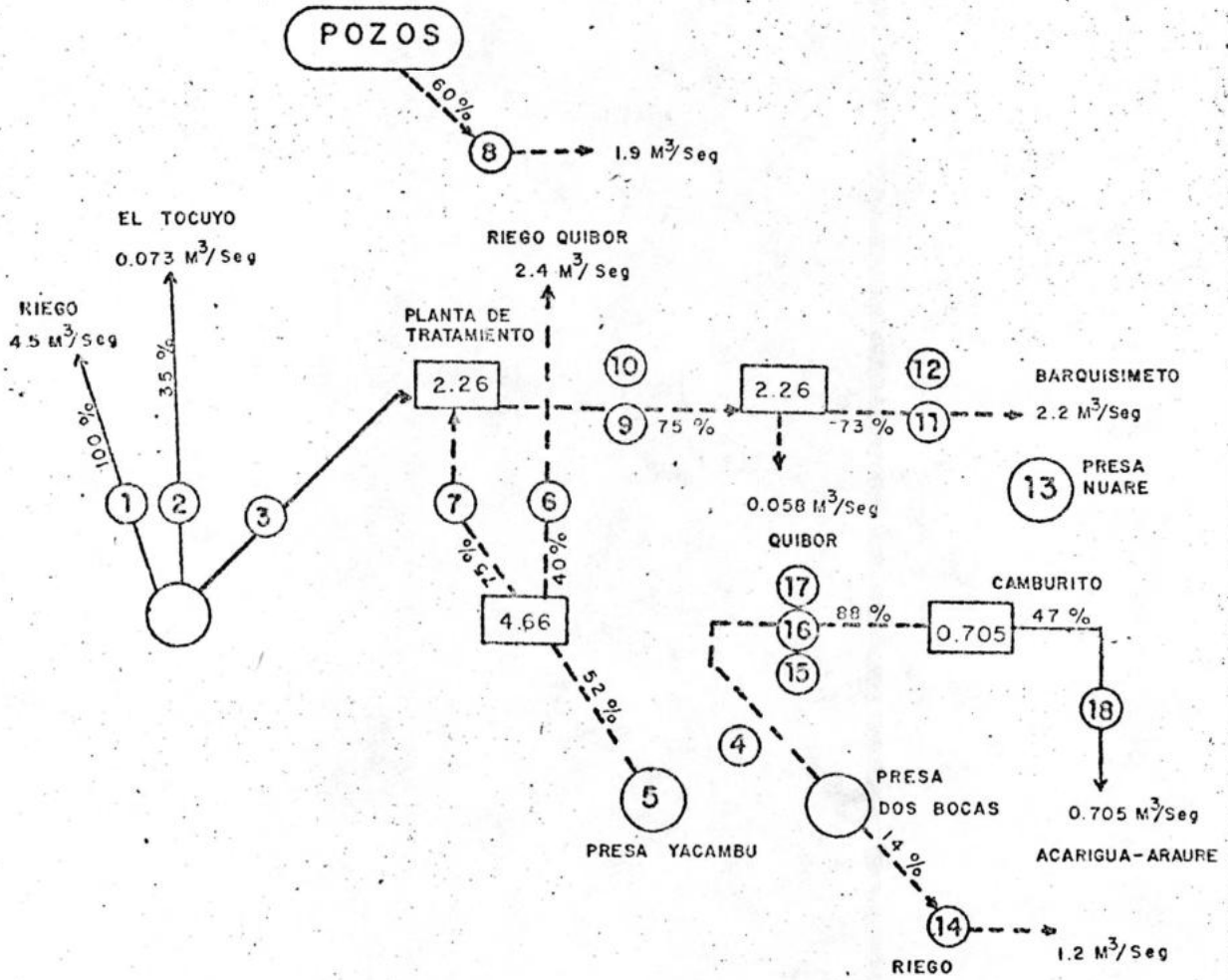
COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56000	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0.78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1.00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2,76000
428	P153	BS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	P155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0.28125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0.21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0.40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0.60625	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1.00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1,52000
437	P172	BS	1.00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1.00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1.00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0.78571	.	.	NONE	.
441	P181	BS	0.47000	.	.	NONE	.
442	P182	BS	0.58000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0.68000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0.79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0.90000	.	.	NONE	.

Anexo N.º 8

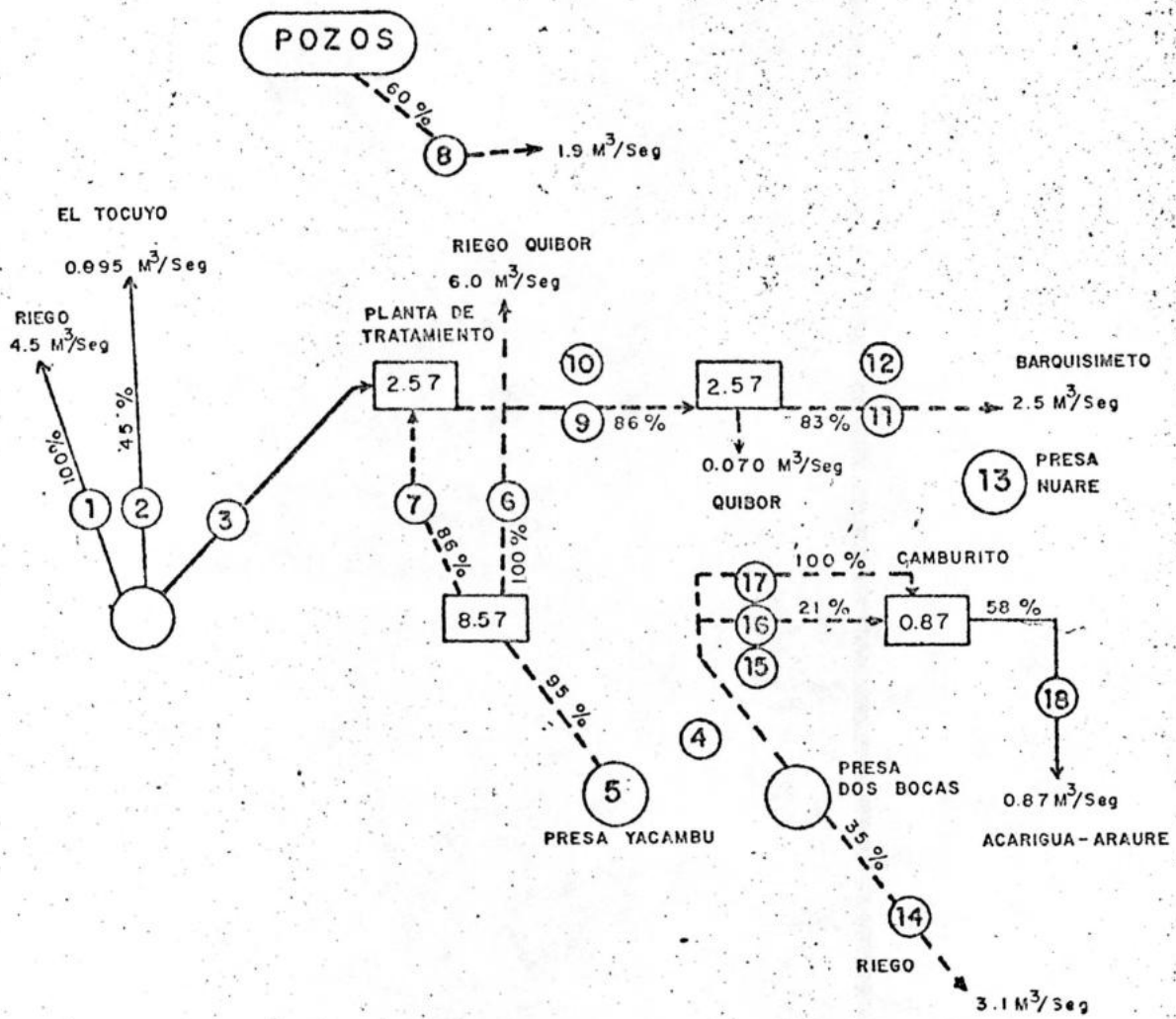
Esquema N.º 2 y Resultados del Programa

ESQUEMA N° 2  
K = 1



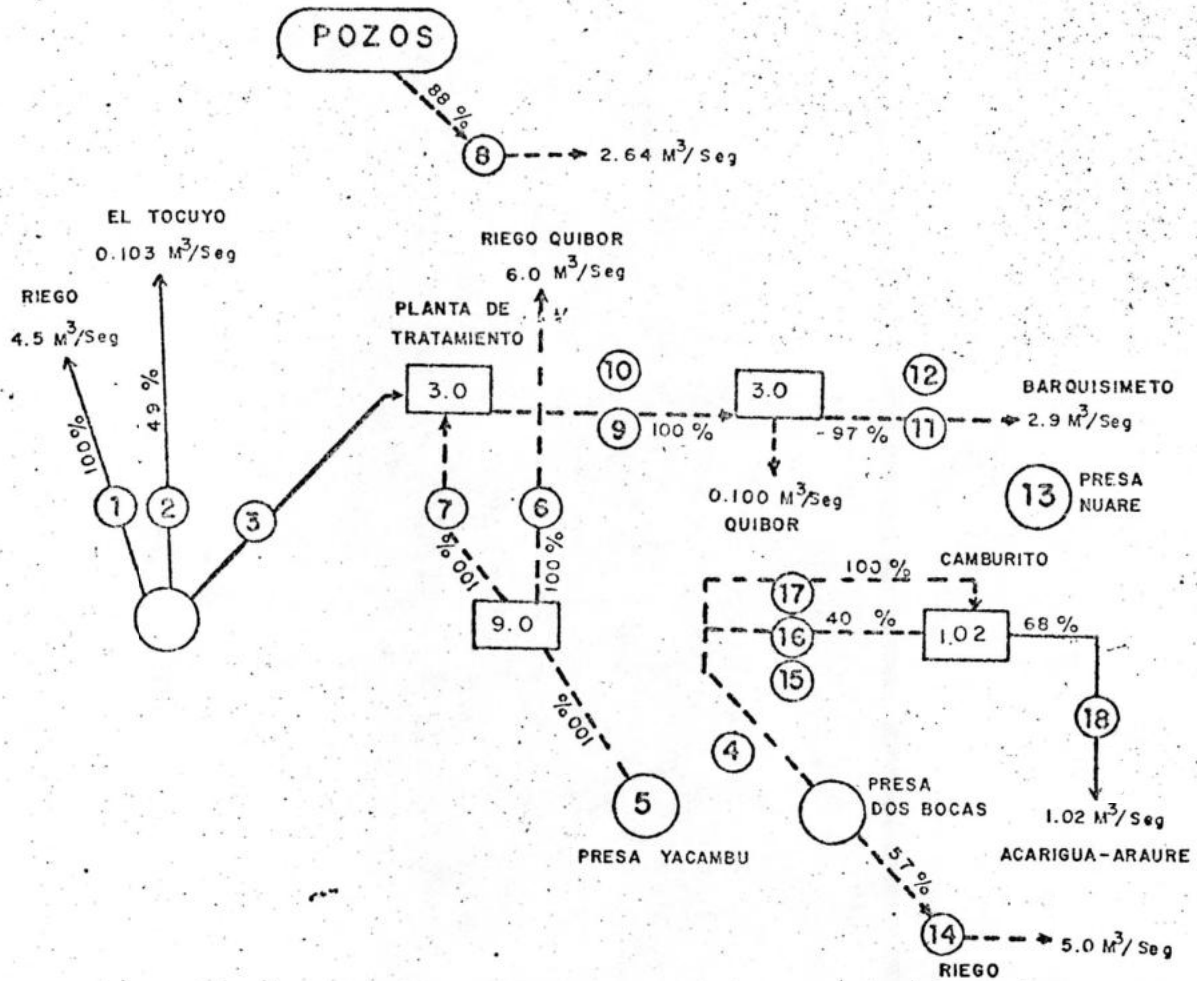
# ESQUEMA N° 2

K = 2



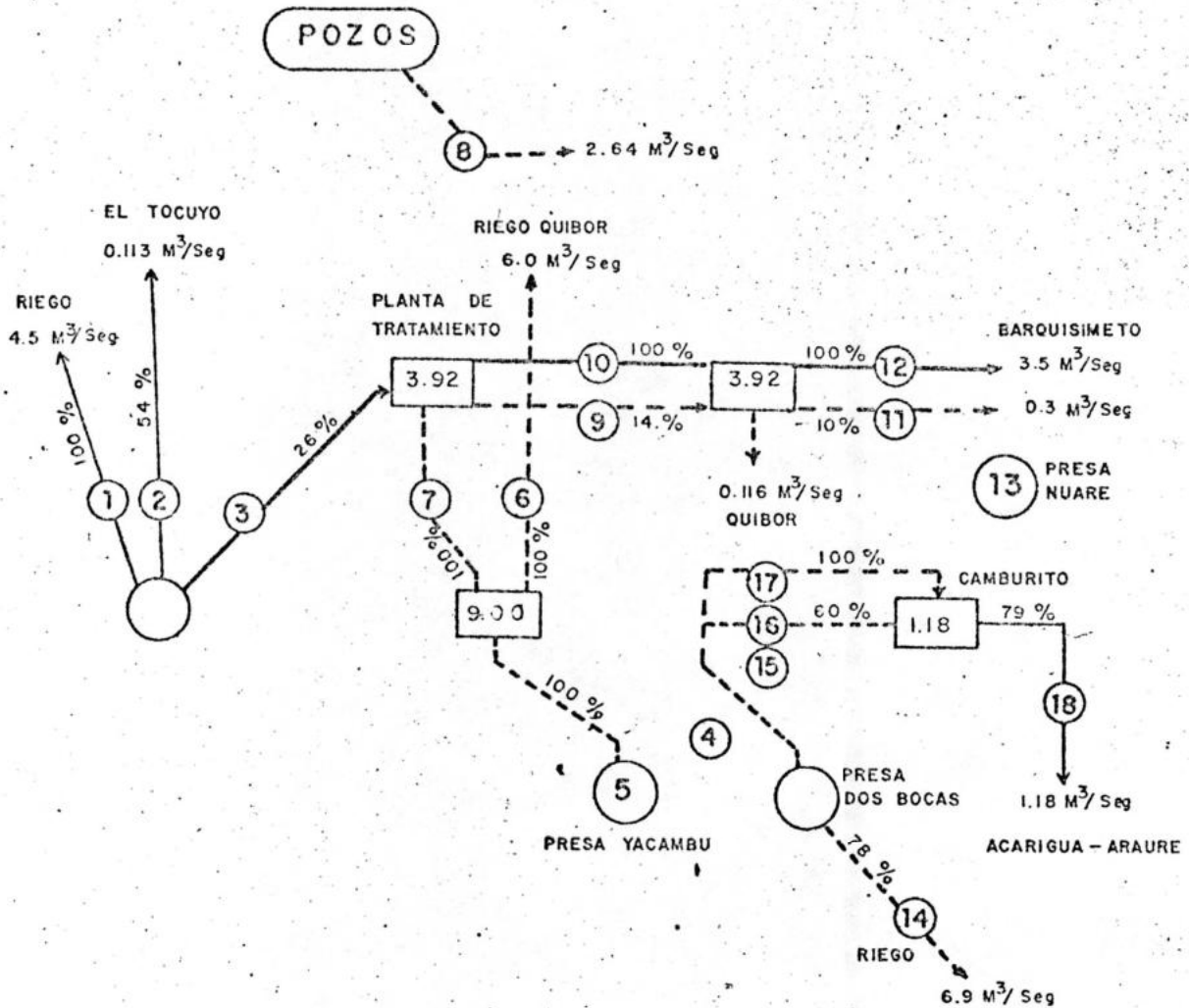
# ESQUEMA Nº 2

K = 3



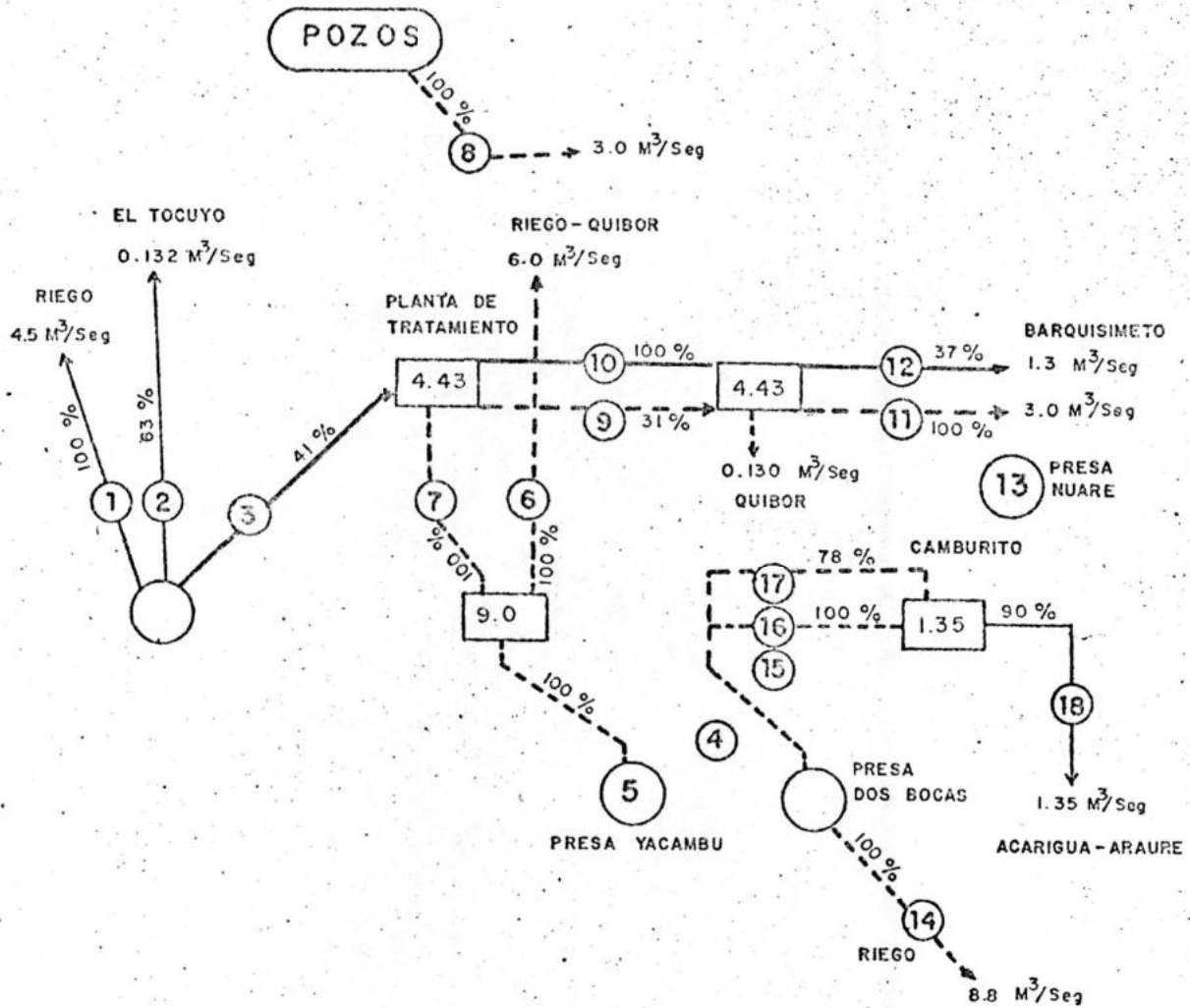
# ESQUEMA Nº 2

K=4



# ESQUEMA N° 2

K = 5



BRANCH TREE STATUS: 71 ACTIVE NODES

INTEGER SOLUTION

NODE \*\* 657 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
FOURTH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 671.7295  
CUTOFF NODE AT 671.729 POSTPONE AT 671.729

ACTIVE INTEGER VARIABLES			ESQUEMA 2
NAME	NUMBER	ACTIVITY	
1, I11	241	1.00	
6, I21	246	1.00	
11, I31	251	1.00	
26, I551	266	1.00	
31, I61	271	1.00	
36, I71	276	1.00	
46, I81	286	1.00	
51, I91	291	1.00	
59, I104	299	1.00	
61, I111	301	1.00	
69, I124	309	1.00	
76, I141	316	1.00	
86, I161	326	1.00	
92, I172	332	1.00	
95, I181	336	1.00	
101, Y1	341	1.00	
102, Y2	342	1.00	
103, Y3	343	1.00	
104, Y4	344	1.00	
105, Y5	345	1.00	

EXIT MAINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE TIME--PROCESSOR = 10.93 ELAPSED = 38.83

NEW ENTRY NUARES ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLF)  
BASIS NUARES SAVED  
BASIS NUMBER IS 3 OBJECTIVE = 671.729550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 10.94 ELAPSED = 58.86

156

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
241	111	IV	1.00000	109.00000	.	1.00000	.
242	112	IV	.	69.94000	.	1.00000	69.94000
243	113	IV	.	40.26000	.	1.00000	40.26000
244	114	IV	.	19.74000	.	1.00000	19.74000
245	115	IV	.	5.46000	.	1.00000	5.46000
246	121	IV	1.00000	1.29000	.	1.00000	1.29000
247	122	IV	.	0.83000	.	1.00000	0.83000
248	123	IV	.	0.48000	.	1.00000	0.48000
249	124	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
250	125	IV	.	0.07000	.	1.00000	0.07000
251	131	IV	1.00000	58.40000	.	1.00000	.
252	132	IV	.	38.00000	.	1.00000	38.00000
253	133	IV	.	22.10000	.	1.00000	22.10000
254	134	IV	.	11.10000	.	1.00000	11.10000
255	135	IV	.	3.20000	.	1.00000	3.20000
256	141	IV	.	57.16000	.	1.00000	.
257	142	IV	.	36.83000	.	1.00000	36.83000
258	143	IV	.	21.31000	.	1.00000	21.31000
259	144	IV	.	10.78000	.	1.00000	10.78000
260	145	IV	.	3.06000	.	1.00000	3.06000
261	151	IV	.	230.36000	.	1.00000	.
262	152	IV	.	152.32000	.	1.00000	152.32000
263	153	IV	.	90.02000	.	1.00000	90.02000
264	154	IV	.	45.46000	.	1.00000	45.46000
265	155	IV	.	12.98000	.	1.00000	12.98000
266	1551	IV	1.00000	230.36000	.	1.00000	230.36000
267	1552	IV	.	152.32000	.	1.00000	152.32000
268	1553	IV	.	90.02000	.	1.00000	90.02000
269	1554	IV	.	45.46000	.	1.00000	45.46000
270	1555	IV	.	12.98000	.	1.00000	12.98000
271	161	IV	1.00000	64.61000	.	1.00000	.
272	162	IV	.	55.33000	.	1.00000	55.33000
273	163	IV	.	32.25000	.	1.00000	32.25000
274	164	IV	.	16.04000	.	1.00000	16.04000
275	165	IV	.	4.31000	.	1.00000	4.31000
276	171	IV	1.00000	11.98000	.	1.00000	11.98000
277	172	IV	.	7.77000	.	1.00000	7.77000
278	173	IV	.	4.52000	.	1.00000	4.52000
279	174	IV	.	2.27000	.	1.00000	2.27000
280	175	IV	.	0.65000	.	1.00000	0.65000
281	1771	IV	.	22.54000	.	1.00000	.
282	1772	IV	.	14.62000	.	1.00000	14.62000
283	1773	IV	.	8.50000	.	1.00000	8.50000
284	1774	IV	.	4.28000	.	1.00000	4.28000
285	1775	IV	.	1.22000	.	1.00000	1.22000
286	181	IV	1.00000	26.16000	.	1.00000	.
287	182	IV	.	17.07000	.	1.00000	17.07000

157

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
200	103	IV	.	9,95000	.	1,00000	=16,20000
209	104	IV	.	5,00000	.	1,00000	=21,16000
240	105	IV	.	1,41000	.	1,00000	=24,75000
241	191	IV	1,00000	8,95000	.	1,00000	5,80143
242	192	IV	.	5,86000	.	1,00000	2,73143
243	193	IV	.	3,43000	.	1,00000	0,30143
244	194	IV	.	1,72000	.	1,00000	1,72000
245	195	IV	.	0,48000	.	1,00000	0,48000
246	1101	IV	.	9,49000	.	1,00000	5,84000
247	1102	IV	.	0,23000	.	1,00000	2,58000
248	1103	IV	.	3,65000	.	1,00000	.
249	1104	IV	1,00000	1,82000	.	1,00000	1,82000
300	1105	IV	.	0,52000	.	1,00000	0,52000
301	1111	IV	1,00000	36,11000	.	1,00000	36,11000
302	1112	IV	.	23,71000	.	1,00000	23,71000
303	1113	IV	.	13,89000	.	1,00000	13,89000
304	1114	IV	.	6,95000	.	1,00000	6,95000
305	1115	IV	.	1,96000	.	1,00000	1,96000
306	1121	IV	.	38,42000	.	1,00000	38,42000
307	1122	IV	.	25,23000	.	1,00000	25,23000
308	1123	IV	.	14,78000	.	1,00000	14,78000
309	1124	IV	1,00000	7,39000	.	1,00000	7,39000
310	1125	IV	.	2,09000	.	1,00000	2,09000
311	1131	IV	.	106,90000	.	1,00000	.
312	1132	IV	.	69,42000	.	1,00000	69,42000
313	1133	IV	.	40,36000	.	1,00000	40,36000
314	1134	IV	.	20,29000	.	1,00000	20,29000
315	1135	IV	.	5,76000	.	1,00000	5,76000
316	1141	IV	1,00000	50,77000	.	1,00000	.
317	1142	IV	.	33,20000	.	1,00000	=17,57000
318	1143	IV	.	19,35000	.	1,00000	=31,42000
319	1144	IV	.	9,63000	.	1,00000	=41,14000
320	1145	IV	.	2,70000	.	1,00000	=48,07000
321	1151	IV	.	4,25000	.	1,00000	1,49000
322	1152	IV	.	2,76000	.	1,00000	.
323	1153	IV	.	1,59000	.	1,00000	1,59000
324	1154	IV	.	0,78000	.	1,00000	0,78000
325	1155	IV	.	0,22000	.	1,00000	0,22000
326	1161	IV	1,00000	1,60000	.	1,00000	1,60000
327	1162	IV	.	1,05000	.	1,00000	1,05000
328	1163	IV	.	0,62000	.	1,00000	0,62000
329	1164	IV	.	0,31000	.	1,00000	0,31000
330	1165	IV	.	0,09000	.	1,00000	0,09000
331	1171	IV	.	1,52000	.	1,00000	.
332	1172	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	0,99000

103

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I173	IV	.	0.58000	.	1.00000	0.58000
334	I174	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I181	IV	1.00000	7.45000	.	1.00000	7.45000
337	I182	IV	.	4.89000	.	1.00000	4.89000
338	I183	IV	.	2.86000	.	1.00000	2.86000
339	I184	IV	.	1.43000	.	1.00000	1.43000
340	I185	IV	.	0.40000	.	1.00000	0.40000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.62000	.	1.00000	0.62000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	0.22000
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.54762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45238	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.49048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.43000
357	P32	LL	.	8.03000	.	NONE	5.10833
358	P33	BS	.	5.46000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.26171	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.40857	1.50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	299.38000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.75000
A	366	P51	LL	.	.	NONE	.
A	367	P52	LL	.	.	NONE	.
A	368	P53	LL	.	.	NONE	.
A	369	P54	LL	.	.	NONE	.
A	370	P55	LL	.	.	NONE	.
371	P551	BS	0.58617	.	.	NONE	.
372	P552	BS	0.71417	.	.	NONE	.
373	P553	BS	0.75000	.	.	NONE	.
374	P554	BS	0.75000	.	.	NONE	.
375	P555	BS	0.75000	.	.	NONE	.
376	P61	BS	0.40000	.	.	NONE	.
377	P62	BS	1.00000	.	.	NONE	.

150

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1,00000	.	.	NONE	.
379	P64	BS	1,00000	.	.	NONE	.
380	P65	BS	1,00000	.	.	NONE	.
381	P71	BS	0,75267	2,52000	.	NONE	.
382	P72	BS	0,85667	1,99000	.	NONE	.
383	P73	BS	1,00000	1,35000	.	NONE	.
384	P74	BS	1,00000	0,92000	.	NONE	.
385	P75	BS	1,00000	0,37000	.	NONE	.
386	P771	LL	.	25,97000	.	NONE	39,19000
387	P772	LL	.	20,48000	.	NONE	16,50000
388	P773	LL	.	13,94000	.	NONE	4,58000
389	P774	LL	.	9,49000	.	NONE	5,46143
390	P775	BS	.	0,64000	.	NONE	.
391	P81	BS	0,60000	11,63000	.	NONE	.
392	P82	BS	0,60000	9,17000	.	NONE	.
393	P83	BS	0,88000	6,24000	.	NONE	.
394	P84	BS	0,88000	4,25000	.	NONE	.
395	P85	BS	1,00000	1,72000	.	NONE	.
396	P91	BS	0,75267	.	.	NONE	.
397	P92	BS	0,85667	.	.	NONE	.
398	P93	BS	1,00000	.	.	NONE	.
399	P94	BS	0,13667	.	.	NONE	.
400	P95	BS	0,31000	.	.	NONE	.
401	P101	BS	.	.	.	NONE	.
A 402	P102	LL	.	.	.	NONE	.
403	P103	BS	.	.	.	NONE	.
404	P104	BS	1,00000	.	.	NONE	.
405	P105	BS	1,00000	.	.	NONE	.
406	P111	BS	0,75333	.	.	NONE	.
407	P112	BS	0,83333	.	.	NONE	.
408	P113	BS	0,96667	.	.	NONE	.
409	P114	BS	0,10000	.	.	NONE	.
410	P115	BS	1,00000	.	.	NONE	.
A 411	P121	LL	.	.	.	NONE	.
412	P122	BS	.	.	.	NONE	.
413	P123	BS	.	.	.	NONE	.
414	P124	BS	1,00000	.	.	NONE	.
415	P125	BS	0,37143	.	.	NONE	.
416	P131	LL	.	19,96000	.	NONE	124,54000
417	P132	LL	.	15,74000	.	NONE	13,75000
418	P133	LL	.	10,71000	.	NONE	2,90143
419	P134	LL	.	7,29000	.	NONE	4,10143
420	P135	LL	.	2,95000	.	NONE	1,66429
421	P141	BS	0,13600	.	.	NONE	.
422	P142	BS	0,35200	.	.	NONE	.

100

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0,56800	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0,78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1,00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2,76000
428	P153	BS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	P155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0,88125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0,21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0,40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0,60525	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1,00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1,32000
437	P172	BS	1,00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1,00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1,00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0,78571	.	.	NONE	.
441	P161	BS	0,47000	.	.	NONE	.
442	P162	BS	0,58000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0,66000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0,79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0,90000	.	.	NONE	.

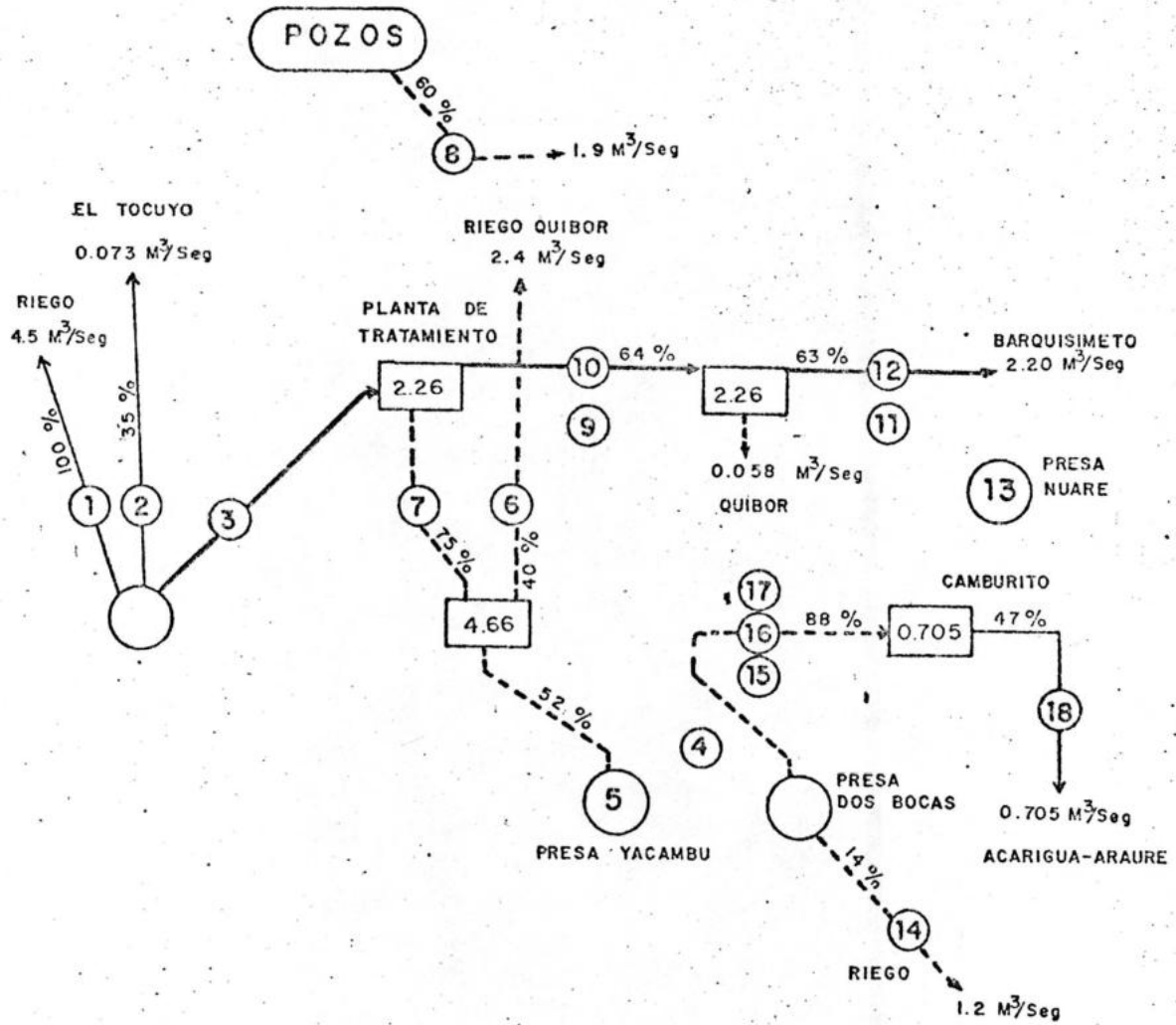
161

Anexo N.º 9

Esquema N.º 3 y Resultados del Programa

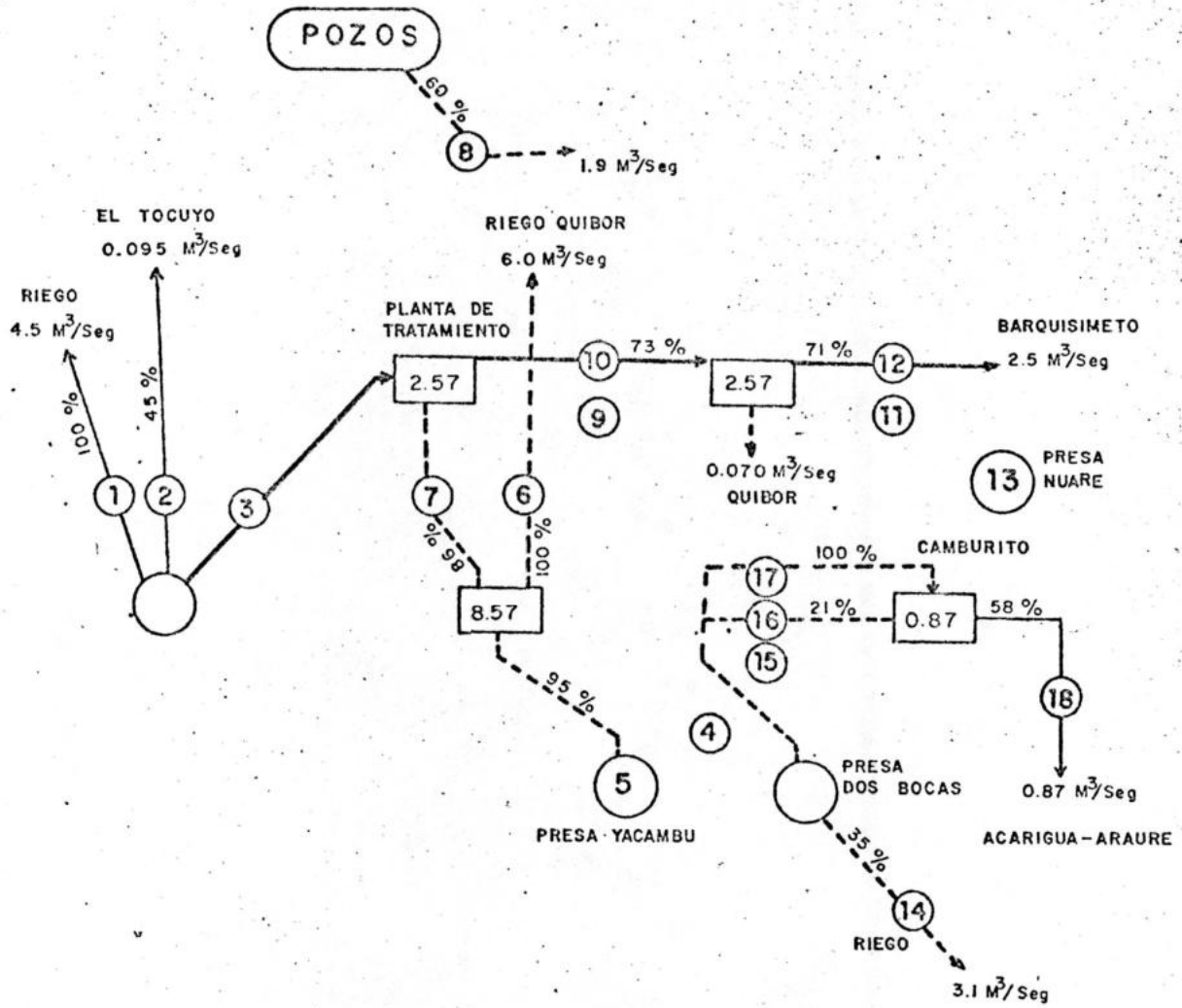
# ESQUEMA N° 3

K = 1



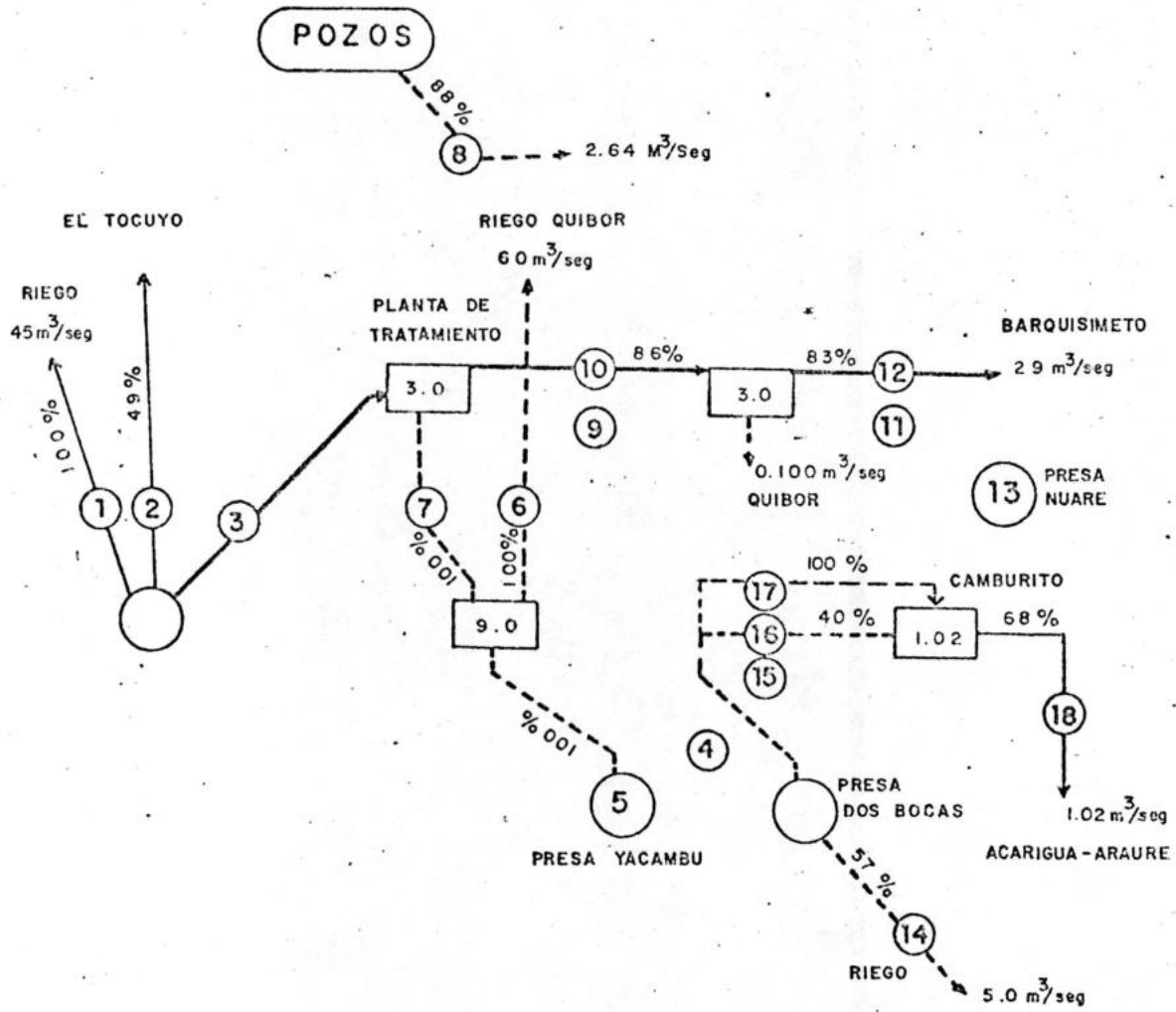
# ESQUEMA N° 3

K = 2



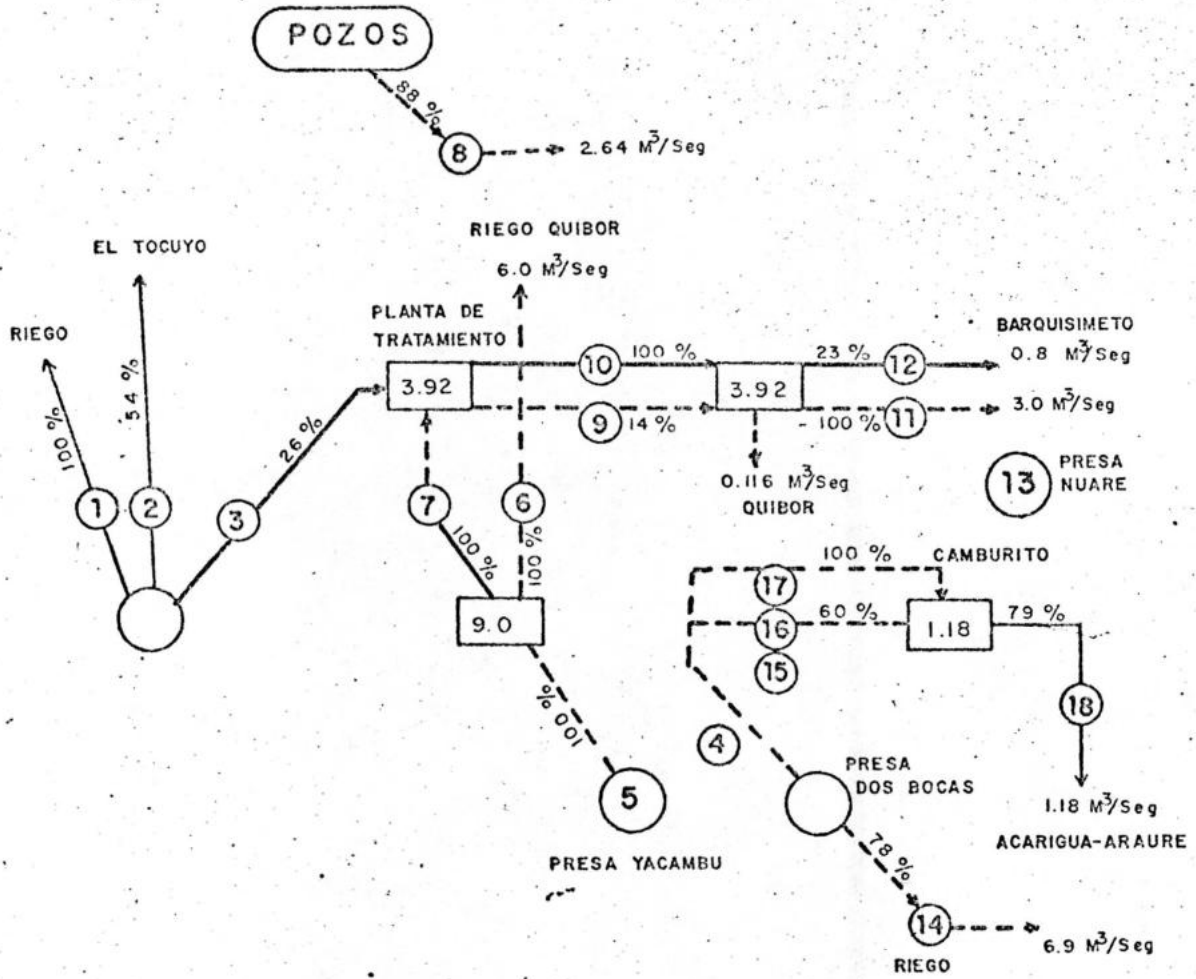
# ESQUEMA Nº 3

K = 3



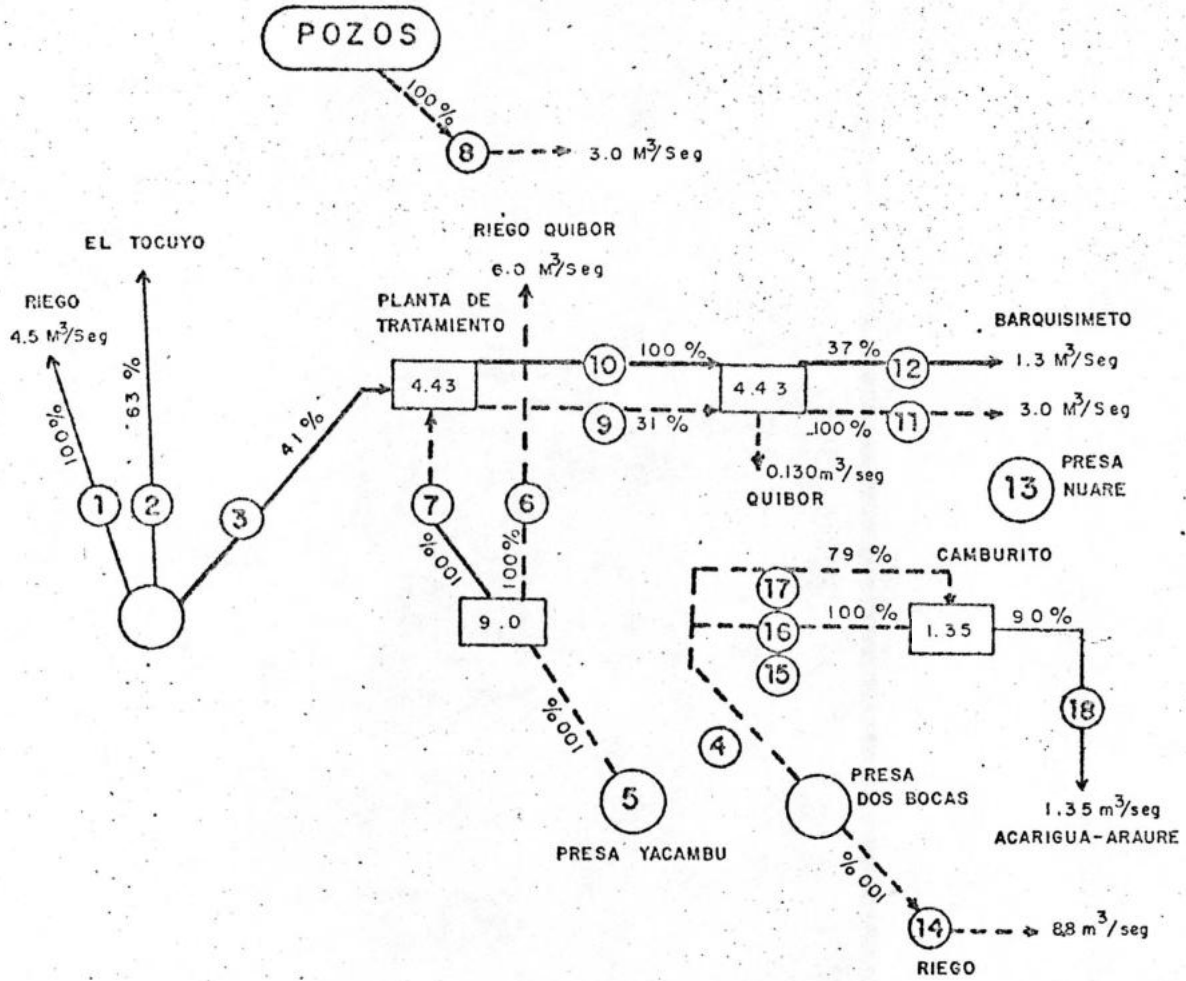
# ESQUEMA N° 3

K = 4



# ESQUEMA N° 3

K = 5



BRANCH TREE STATUSA 22 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUSA 22 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUSA 21 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUSA 21 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUSA 20 ACTIVE NODES

ESQUEMA 3

INTEGER SOLUTION

NODE \*\* 585 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
FINAL INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 674.0595  
CUTOFF NOW AT 674.059 POSTPONE AT 674.059

ACTIVE INTEGER VARIABLES

NAME	NUMBER	ACTIVITY
1. I11	241	1.00
5. I21	246	1.00
11. I31	251	1.00
21. I51	261	1.00
31. I61	271	1.00
36. I71	276	1.00
46. I81	286	1.00
54. I94	294	1.00
56. I101	296	1.00
64. I114	304	1.00
66. I121	306	1.00
76. I141	316	1.00
86. I161	326	1.00
92. I172	332	1.00
96. I181	336	1.00
101. Y1	341	1.00
102. Y2	342	1.00
103. Y3	343	1.00
104. Y4	344	1.00
105. Y5	345	1.00

EXIT MXINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE TIME--PROCESSOR = 0.44 ELAPSED = 29.74

NEW ENTRY NUMBERS ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLF)

BASES NUMBERS SAVED

BASES NUMBER IS 4 OBJECTIVE = 674.059550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 0.44 ELAPSED = 29.77

167

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
241	111	IV	1.00000	108.00000	.	1.00000	.
242	112	IV	.	69.94000	.	1.00000	69.94000
243	113	IV	.	40.26000	.	1.00000	40.26000
244	114	IV	.	19.74000	.	1.00000	19.74000
245	115	IV	.	5.46000	.	1.00000	5.46000
246	121	IV	1.00000	1.29000	.	1.00000	1.29000
247	122	IV	.	0.83000	.	1.00000	0.83000
248	123	IV	.	0.48000	.	1.00000	0.48000
249	124	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
250	125	IV	.	0.07000	.	1.00000	0.07000
251	131	IV	1.00000	58.40000	.	1.00000	.
252	132	IV	.	38.00000	.	1.00000	38.00000
253	133	IV	.	22.10000	.	1.00000	22.10000
254	134	IV	.	11.10000	.	1.00000	11.10000
255	135	IV	.	3.20000	.	1.00000	3.20000
256	141	IV	.	57.16000	.	1.00000	.
257	142	IV	.	36.83000	.	1.00000	36.83000
258	143	IV	.	21.31000	.	1.00000	21.31000
259	144	IV	.	10.78000	.	1.00000	10.78000
260	145	IV	.	3.08000	.	1.00000	3.08000
261	151	IV	1.00000	230.36000	.	1.00000	230.36000
262	152	IV	.	152.32000	.	1.00000	152.32000
263	153	IV	.	90.02000	.	1.00000	90.02000
264	154	IV	.	45.46000	.	1.00000	45.46000
265	155	IV	.	12.98000	.	1.00000	12.98000
266	1551	IV	.	230.38000	.	1.00000	230.38000
267	1552	IV	.	152.32000	.	1.00000	152.32000
268	1553	IV	.	90.02000	.	1.00000	90.02000
269	1554	IV	.	45.46000	.	1.00000	45.46000
270	1555	IV	.	12.98000	.	1.00000	12.98000
271	161	IV	1.00000	81.61000	.	1.00000	.
272	162	IV	.	55.33000	.	1.00000	-29.28000
273	163	IV	.	32.25000	.	1.00000	32.25000
274	164	IV	.	16.04000	.	1.00000	16.04000
275	165	IV	.	4.51000	.	1.00000	4.51000
276	171	IV	1.00000	11.98000	.	1.00000	5.46571
277	172	IV	.	7.77000	.	1.00000	1.25571
278	173	IV	.	4.52000	.	1.00000	-1.99429
279	174	IV	.	2.27000	.	1.00000	-0.91429
280	175	IV	.	0.05000	.	1.00000	-0.26571
281	1771	IV	.	22.54000	.	1.00000	.
282	1772	IV	.	14.62000	.	1.00000	10.34000
283	1773	IV	.	9.50000	.	1.00000	4.22000
284	1774	IV	.	4.28000	.	1.00000	.
285	1775	IV	.	1.22000	.	1.00000	-0.71143
286	181	IV	1.00000	26.16000	.	1.00000	.
287	182	IV	.	17.07000	.	1.00000	-9.09000

168

COLUMNS SECTION

NUM EM	NOME	STATUS	ACTIVIDAD	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	183	IV	.	9.76000	.	1.00000	-16.20000
289	184	IV	.	5.00000	.	1.00000	-21.16000
290	185	IV	.	1.41000	.	1.00000	-24.75000
291	191	IV	.	8.93000	.	1.00000	.
292	192	IV	.	5.88000	.	1.00000	2.43000
293	193	IV	.	3.43000	.	1.00000	.
294	194	IV	1.00000	1.72000	.	1.00000	1.72000
295	195	IV	.	0.48000	.	1.00000	0.48000
296	1101	IV	1.00000	9.49000	.	1.00000	.
297	1102	IV	.	6.23000	.	1.00000	6.23000
298	1103	IV	.	3.65000	.	1.00000	3.65000
299	1104	IV	.	1.82000	.	1.00000	1.82000
300	1105	IV	.	0.52000	.	1.00000	0.52000
301	1111	IV	.	36.11000	.	1.00000	.
302	1112	IV	.	23.71000	.	1.00000	23.71000
303	1113	IV	.	13.89000	.	1.00000	13.89000
304	1114	IV	1.00000	6.95000	.	1.00000	6.95000
305	1115	IV	.	1.96000	.	1.00000	1.96000
306	1121	IV	1.00000	38.42000	.	1.00000	.
307	1122	IV	.	25.23000	.	1.00000	25.23000
308	1123	IV	.	14.78000	.	1.00000	14.78000
309	1124	IV	.	7.39000	.	1.00000	7.39000
310	1125	IV	.	2.09000	.	1.00000	2.09000
311	1131	IV	.	108.90000	.	1.00000	.
312	1132	IV	.	69.42000	.	1.00000	69.42000
313	1133	IV	.	40.36000	.	1.00000	40.36000
314	1134	IV	.	20.29000	.	1.00000	20.29000
315	1135	IV	.	5.76000	.	1.00000	5.76000
316	1141	IV	1.00000	50.77000	.	1.00000	.
317	1142	IV	.	33.20000	.	1.00000	-17.57000
318	1143	IV	.	19.35000	.	1.00000	-31.42000
319	1144	IV	.	9.63000	.	1.00000	-41.14000
320	1145	IV	.	2.70000	.	1.00000	-48.07000
321	1151	IV	.	4.25000	.	1.00000	-1.49000
322	1152	IV	.	2.76000	.	1.00000	.
323	1153	IV	.	1.59000	.	1.00000	1.59000
324	1154	IV	.	0.78000	.	1.00000	0.78000
325	1155	IV	.	0.22000	.	1.00000	0.22000
326	1161	IV	1.00000	1.60000	.	1.00000	1.60000
327	1162	IV	.	1.05000	.	1.00000	1.05000
328	1163	IV	.	0.62000	.	1.00000	0.62000
329	1164	IV	.	0.31000	.	1.00000	0.31000
330	1165	IV	.	0.09000	.	1.00000	0.09000
331	1171	IV	.	1.52000	.	1.00000	.
332	1172	IV	1.00000	0.99000	.	1.00000	0.99000

169

COLUMNS SECTION

NUM EP	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I173	IV	.	0.58000	.	1.00000	0.58000
334	I174	IV	.	0.29000	.	1.00000	0.29000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I181	IV	1.00000	7.45000	.	1.00000	7.45000
337	I182	IV	.	4.89000	.	1.00000	4.89000
338	I183	IV	.	2.86000	.	1.00000	2.86000
339	I184	IV	.	1.43000	.	1.00000	1.43000
340	I185	IV	.	0.40000	.	1.00000	0.40000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.82000	.	1.00000	0.82000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	.
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.34762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45238	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.49048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.23000
357	P32	LL	.	8.03000	.	NONE	5.70833
358	P33	BS	.	5.86000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.26171	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.40857	1.20000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	68.98000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.75000
366	P51	BS	0.51756	.	.	NONE	.
367	P52	BS	0.95222	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1.00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1.00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1.00000	.	.	NONE	.
371	P551	BS	.	.	.	NONE	.
A	372	P552	LL	.	.	NONE	.
	373	P553	BS	.	.	NONE	.
A	374	P554	LL	.	.	NONE	.
A	375	P555	LL	.	.	NONE	.
	376	P61	BS	0.40000	.	NONE	.
	377	P62	BS	1.00000	.	NONE	.

170

COLUMNS SECTION

NUM EP	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1.00000	.	.	NONE	.
379	P64	BS	1.00000	.	.	NONE	.
380	P65	BS	1.00000	.	.	NONE	.
381	P71	BS	0.75267	2.52000	.	NONE	.
382	P72	BS	0.85667	1.99000	.	NONE	.
383	P73	BS	1.00000	1.35000	.	NONE	.
384	P74	BS	1.00000	0.92000	.	NONE	.
385	P75	BS	1.00000	0.37000	.	NONE	.
386	P771	LI	.	25.97000	.	NONE	39.10000
387	P772	LI	.	20.48000	.	NONE	16.50000
388	P773	LI	.	13.94000	.	NONE	4.58000
389	P774	LI	.	9.49000	.	NONE	5.46143
390	P775	BS	.	0.64000	.	NONE	.
391	P81	BS	0.60000	11.63000	.	NONE	.
392	P82	BS	0.60000	9.17000	.	NONE	.
393	P83	BS	0.80000	6.24000	.	NONE	.
394	P84	BS	0.80000	4.25000	.	NONE	.
395	P85	BS	1.00000	1.72000	.	NONE	.
396	P91	LI	.	.	.	NONE	5.50000
397	P92	BS	.	.	.	NONE	.
398	P93	LI	.	.	.	NONE	3.43000
399	P94	BS	0.13867	.	.	NONE	.
400	P95	BS	0.31000	.	.	NONE	.
401	P101	BS	0.64514	.	.	NONE	.
402	P102	BS	0.73429	.	.	NONE	.
403	P103	BS	0.85714	.	.	NONE	.
404	P104	BS	1.00000	.	.	NONE	.
405	P105	BS	1.00000	.	.	NONE	.
406	P111	LI	.	.	.	NONE	36.11000
407	P112	BS	.	.	.	NONE	.
408	P113	BS	.	.	.	NONE	.
409	P114	BS	1.00000	.	.	NONE	.
410	P115	BS	1.00000	.	.	NONE	.
411	P121	BS	0.62857	.	.	NONE	.
412	P122	BS	0.71429	.	.	NONE	.
413	P123	BS	0.82857	.	.	NONE	.
414	P124	BS	0.22857	.	.	NONE	.
415	P125	BS	0.37143	.	.	NONE	.
416	P131	LI	.	19.96000	.	NONE	124.34000
417	P132	LI	.	15.64000	.	NONE	13.75000
418	P133	LI	.	10.61000	.	NONE	6.03000
419	P134	LI	.	7.29000	.	NONE	4.10143
420	P135	LI	.	2.95000	.	NONE	1.66429
421	P141	BS	0.13600	.	.	NONE	.
422	P142	BS	0.35200	.	.	NONE	.

171

COLUMNS SECTION

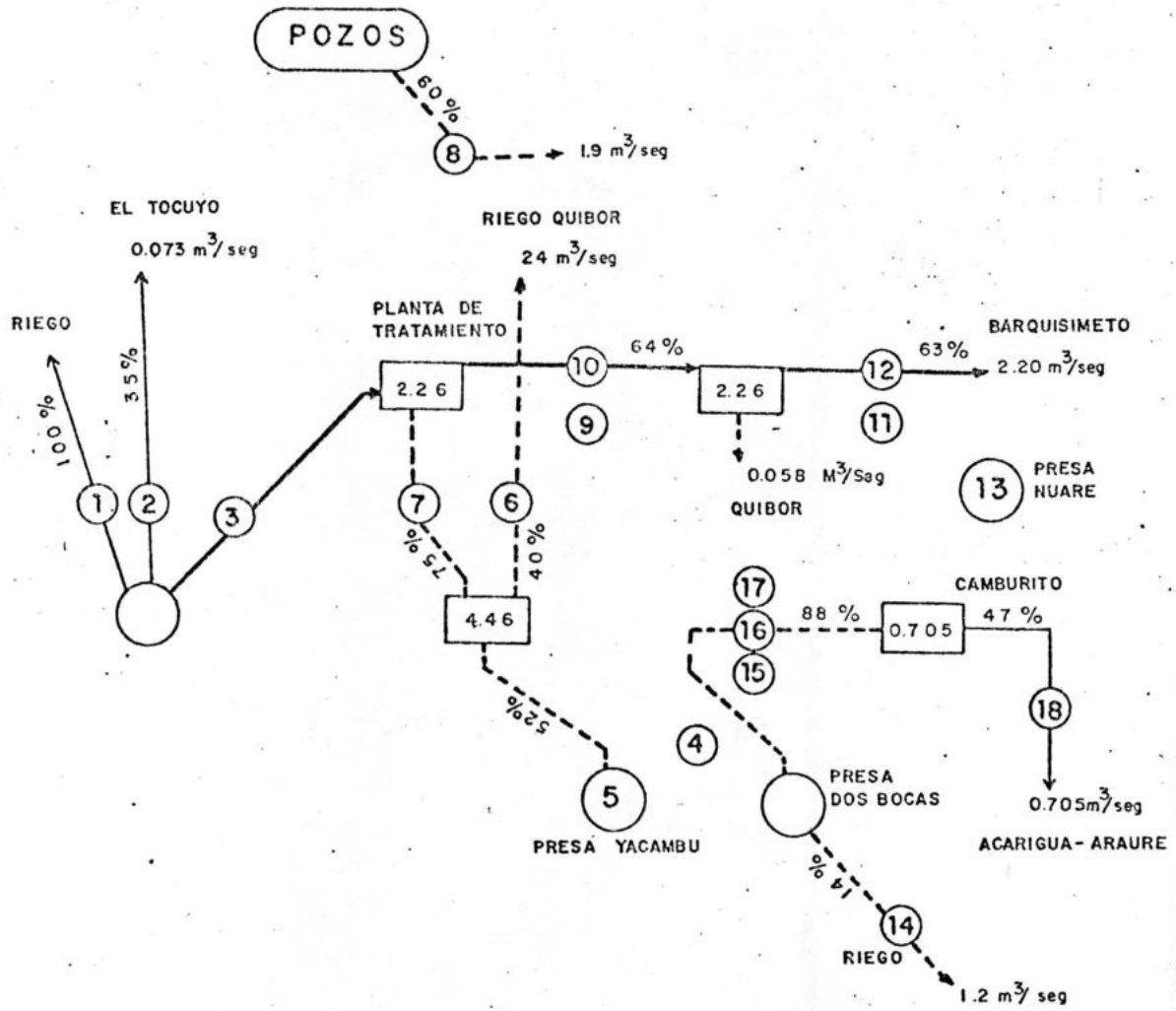
NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56800	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0.78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1.00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2.76000
428	P153	BS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	P155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0.88125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0.21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0.40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0.60625	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1.00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1.52000
437	P172	BS	1.00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1.00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1.00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0.78571	.	.	NONE	.
441	P181	BS	0.47000	.	.	NONE	.
442	P182	BS	0.55000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0.68000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0.79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0.90000	.	.	NONE	.

172

Anexo N.º 10

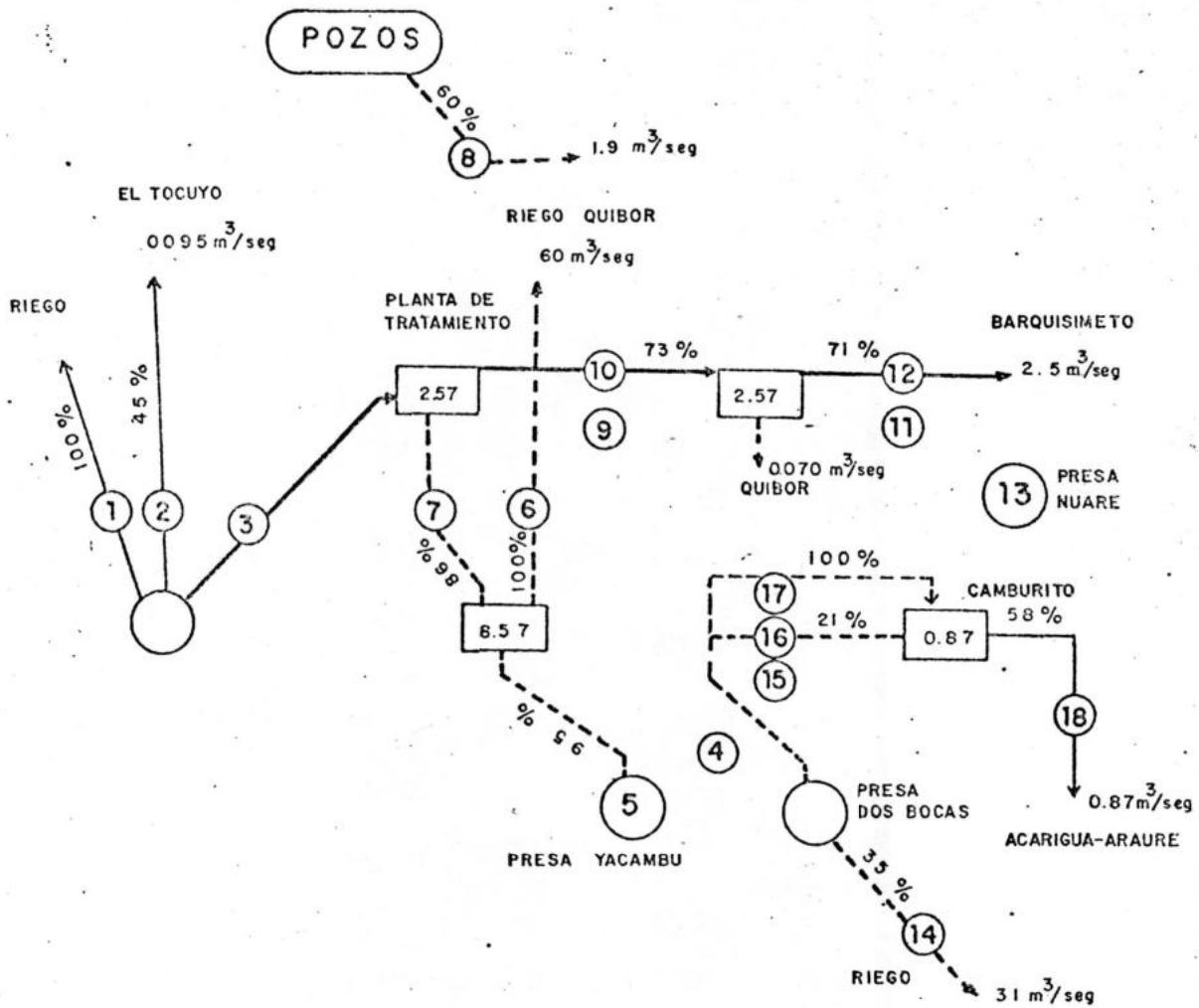
Esquema N.º 4 y Resultados del Programa

ESQUEMA N° 4  
K=1



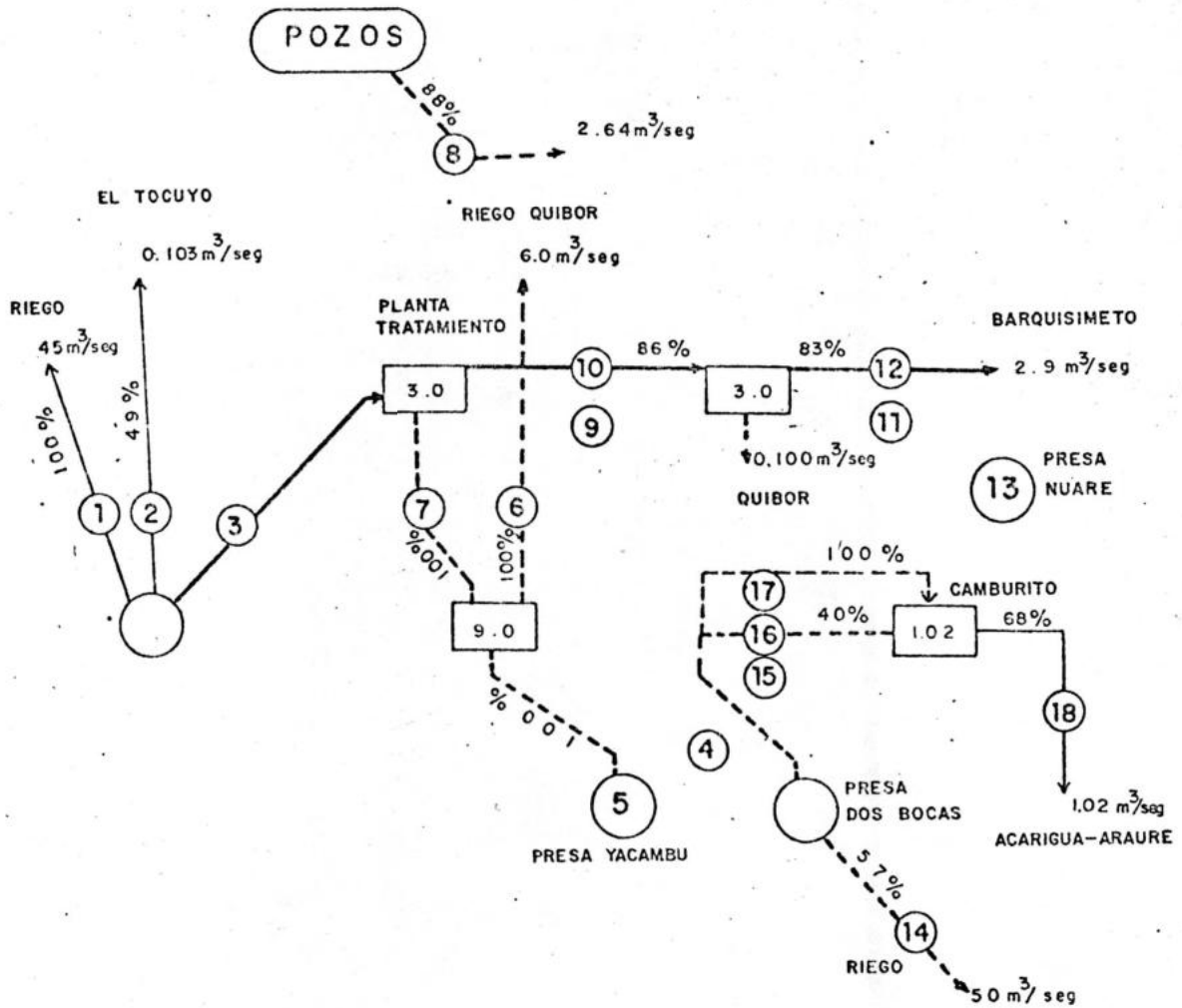
# ESQUEMA Nº 4

K = 2



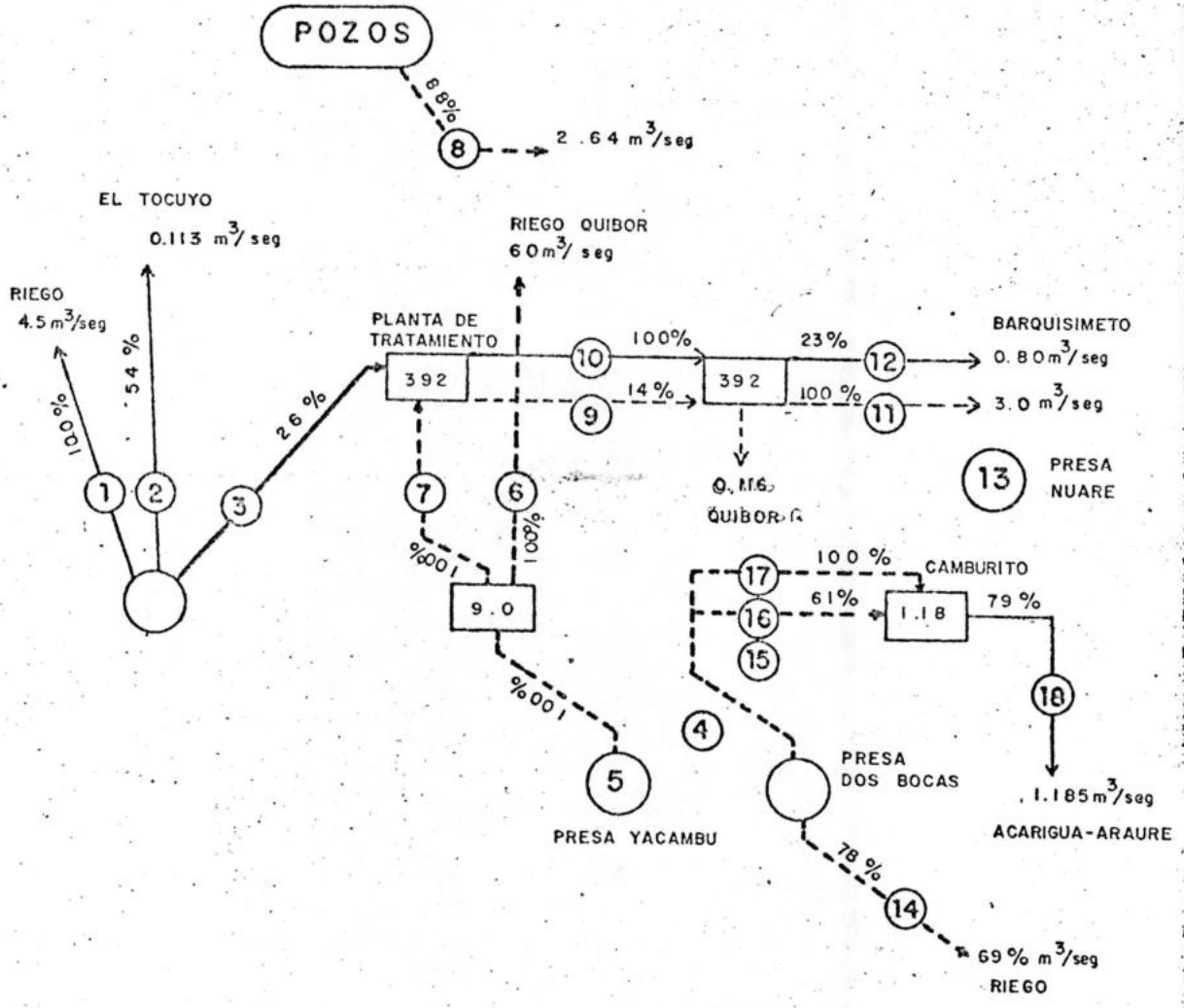
# ESQUEMA N° 4

K = 3



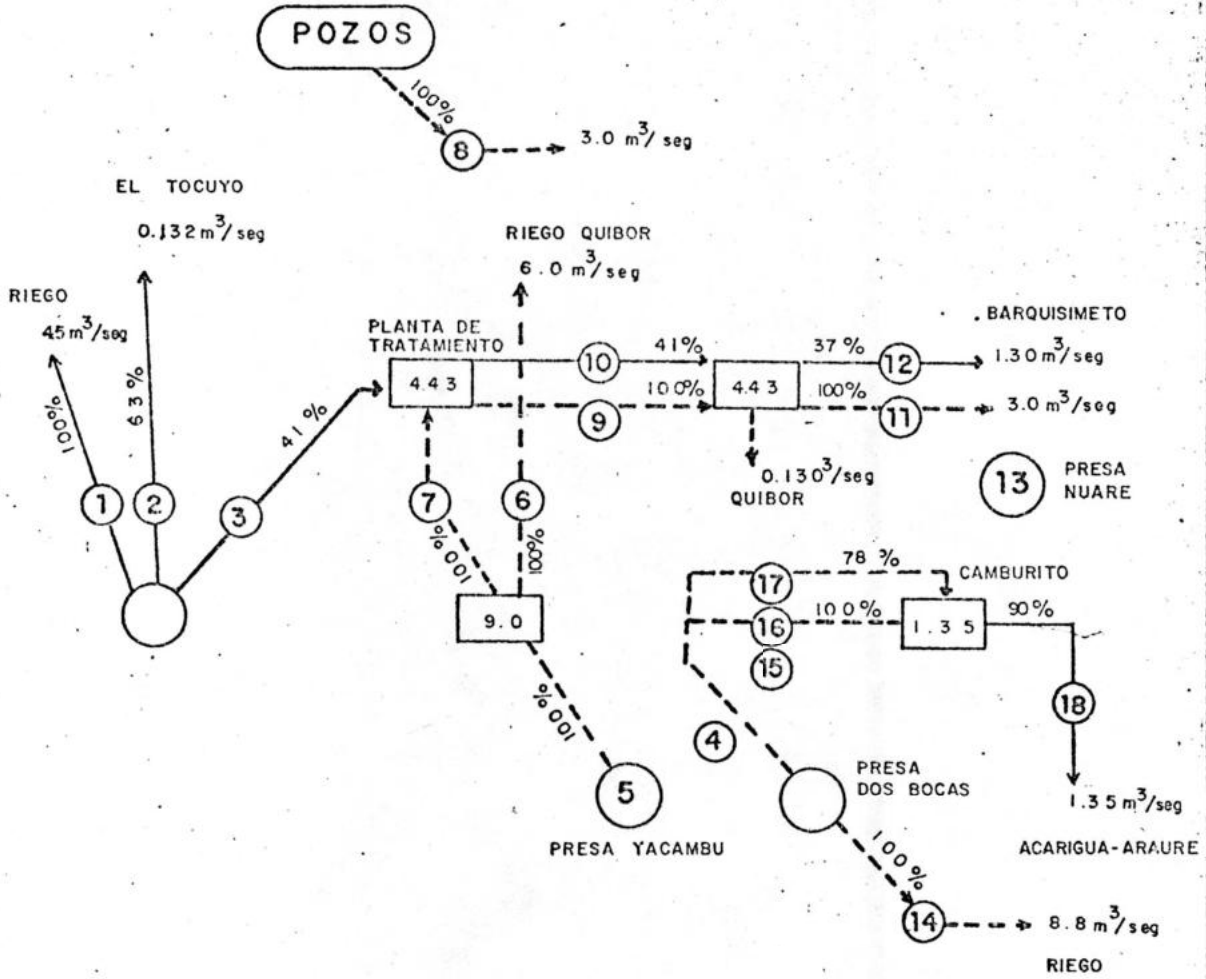
# ESQUEMA Nº 4

K = 4



# ESQUEMA Nº 4

K = 5



BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 6 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 4 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 3 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 2 ACTIVE NODES

ESQUEMA 4

I N T E G E R   S O L U T I O N

NODE \*\* 517 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
FIFTH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 315.4295  
CUTOFF NOW AT 315.429 POSTPONE AT 315.429

ACTIVE INTEGER VARIABLES		
NAME	NUMBER	ACTIVITY
1. I11	241	1.00
6. I21	246	1.00
11. I31	251	1.00
21. I51	261	1.00
31. I61	271	1.00
36. I71	276	1.00
46. I81	286	1.00
54. I94	294	1.00
56. I101	295	1.00
64. I114	304	1.00
66. I121	306	1.00
76. I141	316	1.00
86. I161	326	1.00
92. I172	332	1.00
96. I181	336	1.00
101. Y1	341	1.00
102. Y2	342	1.00
103. Y3	343	1.00
104. Y4	344	1.00
105. Y5	345	1.00

EXIT MXINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

178

SAVE TIME--PROCESSOR = 9.60 ELAPSED = 23.91

NEW ENTRY NUARE3 ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLF)  
BASIS NUARE3 SAVED  
BASIS NUMBER IS 3 OBJECTIVE = 315.429550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 9.60 ELAPSED = 23.94

## COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
241	111	IV	1.00000	60.23000	.	1.00000	.
242	112	IV	.	35.63000	.	1.00000	35.63000
243	113	IV	.	21.96000	.	1.00000	21.96000
244	114	IV	.	10.61000	.	1.00000	10.61000
245	115	IV	.	2.89000	.	1.00000	2.89000
246	121	IV	1.00000	0.66000	.	1.00000	.
247	122	IV	.	0.42000	.	1.00000	0.42000
248	123	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
249	124	IV	.	0.12000	.	1.00000	0.12000
250	125	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
251	131	IV	1.00000	23.30000	.	1.00000	.
252	132	IV	.	14.91000	.	1.00000	14.91000
253	133	IV	.	8.56000	.	1.00000	8.56000
254	134	IV	.	4.31000	.	1.00000	4.31000
255	135	IV	.	1.23000	.	1.00000	1.23000
256	141	IV	.	57.10000	.	1.00000	.
257	142	IV	.	36.83000	.	1.00000	36.83000
258	143	IV	.	21.31000	.	1.00000	21.31000
259	144	IV	.	10.78000	.	1.00000	10.78000
260	145	IV	.	3.08000	.	1.00000	3.08000
261	151	IV	1.00000	22.97000	.	1.00000	.
262	152	IV	.	14.73000	.	1.00000	14.73000
263	153	IV	.	8.37000	.	1.00000	8.37000
264	154	IV	.	4.05000	.	1.00000	4.05000
265	155	IV	.	1.10000	.	1.00000	1.10000
266	1551	IV	.	15.73000	.	1.00000	15.73000
267	1552	IV	.	10.09000	.	1.00000	10.09000
268	1553	IV	.	5.74000	.	1.00000	5.74000
269	1554	IV	.	2.77000	.	1.00000	2.77000
270	1555	IV	.	0.75000	.	1.00000	0.75000
271	161	IV	1.00000	84.61000	.	1.00000	.
272	162	IV	.	55.33000	.	1.00000	-29.28000
273	163	IV	.	32.25000	.	1.00000	32.25000
274	164	IV	.	16.04000	.	1.00000	16.04000
275	165	IV	.	4.51000	.	1.00000	4.51000
276	171	IV	1.00000	11.98000	.	1.00000	5.46571
277	172	IV	.	7.77000	.	1.00000	1.25571
278	173	IV	.	4.52000	.	1.00000	-1.99429
279	174	IV	.	2.27000	.	1.00000	-0.91429
280	175	IV	.	0.65000	.	1.00000	-0.26571
281	1771	IV	.	22.54000	.	1.00000	.
282	1772	IV	.	14.62000	.	1.00000	6.12000
283	1773	IV	.	8.50000	.	1.00000	.
284	1774	IV	.	4.28000	.	1.00000	.
285	1775	IV	.	1.22000	.	1.00000	-0.71143
286	181	IV	1.00000	8.11000	.	1.00000	.
287	182	IV	.	5.19000	.	1.00000	-2.92000

179

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	183	IV	.	2,97000	.	1,00000	-5,14000
289	184	IV	.	1,49000	.	1,00000	-6,62000
290	185	IV	.	0,42000	.	1,00000	-7,69000
291	191	IV	.	8,43000	.	1,00000	.
292	192	IV	.	5,86000	.	1,00000	5,66000
293	193	IV	.	3,43000	.	1,00000	3,43000
294	194	IV	1,00000	1,72000	.	1,00000	1,72000
295	195	IV	.	0,48000	.	1,00000	0,48000
296	1101	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	.
297	1102	IV	.	0,64000	.	1,00000	0,64000
298	1103	IV	.	0,36000	.	1,00000	0,36000
299	1104	IV	.	0,17000	.	1,00000	0,17000
300	1105	IV	.	0,05000	.	1,00000	0,05000
301	1111	IV	.	36,11000	.	1,00000	.
302	1112	IV	.	23,71000	.	1,00000	23,71000
303	1113	IV	.	13,89000	.	1,00000	13,89000
304	1114	IV	1,00000	6,95000	.	1,00000	6,95000
305	1115	IV	.	1,96000	.	1,00000	1,96000
306	1121	IV	1,00000	3,98000	.	1,00000	.
307	1122	IV	.	2,55000	.	1,00000	2,55000
308	1123	IV	.	1,45000	.	1,00000	1,45000
309	1124	IV	.	0,70000	.	1,00000	0,70000
310	1125	IV	.	0,19000	.	1,00000	0,19000
311	1131	IV	.	106,50000	.	1,00000	.
312	1132	IV	.	69,42000	.	1,00000	69,42000
313	1133	IV	.	40,36000	.	1,00000	40,36000
314	1134	IV	.	20,29000	.	1,00000	20,29000
315	1135	IV	.	5,76000	.	1,00000	5,76000
316	1141	IV	1,00000	50,77000	.	1,00000	.
317	1142	IV	.	33,20000	.	1,00000	-17,57000
318	1143	IV	.	19,35000	.	1,00000	-31,42000
319	1144	IV	.	9,63000	.	1,00000	-41,14000
320	1145	IV	.	2,70000	.	1,00000	-48,07000
321	1151	IV	.	4,25000	.	1,00000	1,49000
322	1152	IV	.	2,76000	.	1,00000	.
323	1153	IV	.	1,59000	.	1,00000	1,59000
324	1154	IV	.	0,78000	.	1,00000	0,78000
325	1155	IV	.	0,22000	.	1,00000	0,22000
326	1161	IV	1,00000	1,60000	.	1,00000	1,60000
327	1162	IV	.	1,05000	.	1,00000	1,05000
328	1163	IV	.	0,62000	.	1,00000	0,62000
329	1164	IV	.	0,31000	.	1,00000	0,31000
330	1165	IV	.	0,09000	.	1,00000	0,09000
331	1171	IV	.	1,52000	.	1,00000	.
332	1172	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	0,99000

180

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I175	IV	.	0.58000	.	1.00000	0.58000
334	I174	IV	.	0.29000	.	1.00000	0.29000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I181	IV	1.00000	0.72000	.	1.00000	.
337	I182	IV	.	0.46000	.	1.00000	0.46000
338	I185	IV	.	0.26000	.	1.00000	0.26000
339	I184	IV	.	0.13000	.	1.00000	0.13000
340	I185	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.82000	.	1.00000	0.82000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	.
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.34762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45238	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.49048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.23000
357	P32	LL	.	8.03000	.	NONE	5.70833
358	P33	BS	.	5.46000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.26171	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.40857	1.50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	68.98000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.75000
366	P51	BS	0.51756	.	.	NONE	.
367	P52	BS	0.95222	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1.00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1.00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1.00000	.	.	NONE	.
A	371	P551	LL	.	.	NONE	.
A	372	P552	LL	.	.	NONE	.
A	373	P553	LL	.	.	NONE	.
A	374	P554	LL	.	.	NONE	.
A	375	P555	LL	.	.	NONE	.
	376	P61	BS	0.40000	.	NONE	.
	377	P62	BS	1.00000	.	NONE	.

181

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1.00000	.	.	NONE	.
379	P64	BS	1.00000	.	.	NONE	.
380	P65	BS	1.00000	.	.	NONE	.
381	P71	BS	0.75267	2.52000	.	NONE	.
382	P72	BS	0.85667	1.99000	.	NONE	.
383	P73	BS	1.00000	1.35000	.	NONE	.
384	P74	BS	1.00000	0.92000	.	NONE	.
385	P75	BS	1.00000	0.37000	.	NONE	.
386	P771	LL	.	25.97000	.	NONE	34.97000
387	P772	LL	.	20.48000	.	NONE	16.50000
388	P773	LL	.	13.94000	.	NONE	6.80000
389	P774	LL	.	9.49000	.	NONE	5.46143
390	P775	BS	.	0.64000	.	NONE	.
391	PA1	BS	0.60000	11.63000	.	NONE	.
392	PA2	BS	0.60000	9.17000	.	NONE	.
393	PA3	BS	0.88000	6.24000	.	NONE	.
394	PA4	BS	0.88000	4.25000	.	NONE	.
395	PA5	BS	1.00000	1.72000	.	NONE	.
396	PA1	LL	.	.	.	NONE	8.93000
397	PA2	BS	.	.	.	NONE	.
398	PA3	BS	.	.	.	NONE	.
399	PA4	BS	0.13867	.	.	NONE	.
400	PA5	BS	1.00000	.	.	NONE	.
401	P101	BS	0.64514	.	.	NONE	.
402	P102	BS	0.73429	.	.	NONE	.
403	P103	BS	0.85714	.	.	NONE	.
404	P104	BS	1.00000	.	.	NONE	.
405	P105	BS	0.40857	.	.	NONE	.
406	P111	LL	.	.	.	NONE	36.11000
407	P112	BS	.	.	.	NONE	.
408	P113	BS	.	.	.	NONE	.
409	P114	BS	1.00000	.	.	NONE	.
410	P115	BS	1.00000	.	.	NONE	.
411	P121	BS	0.62857	.	.	NONE	.
412	P122	BS	0.71429	.	.	NONE	.
413	P123	BS	0.82857	.	.	NONE	.
414	P124	BS	0.22857	.	.	NONE	.
415	P125	BS	0.37143	.	.	NONE	.
416	P131	LL	.	19.96000	.	NONE	124.54000
417	P132	LL	.	15.74000	.	NONE	13.75000
418	P133	LL	.	10.71000	.	NONE	6.03000
419	P134	LL	.	7.29000	.	NONE	4.10143
420	P135	LL	.	2.95000	.	NONE	1.66429
421	P141	BS	0.13600	.	.	NONE	.
422	P142	BS	0.35200	.	.	NONE	.

182

COLUMNS SECTION

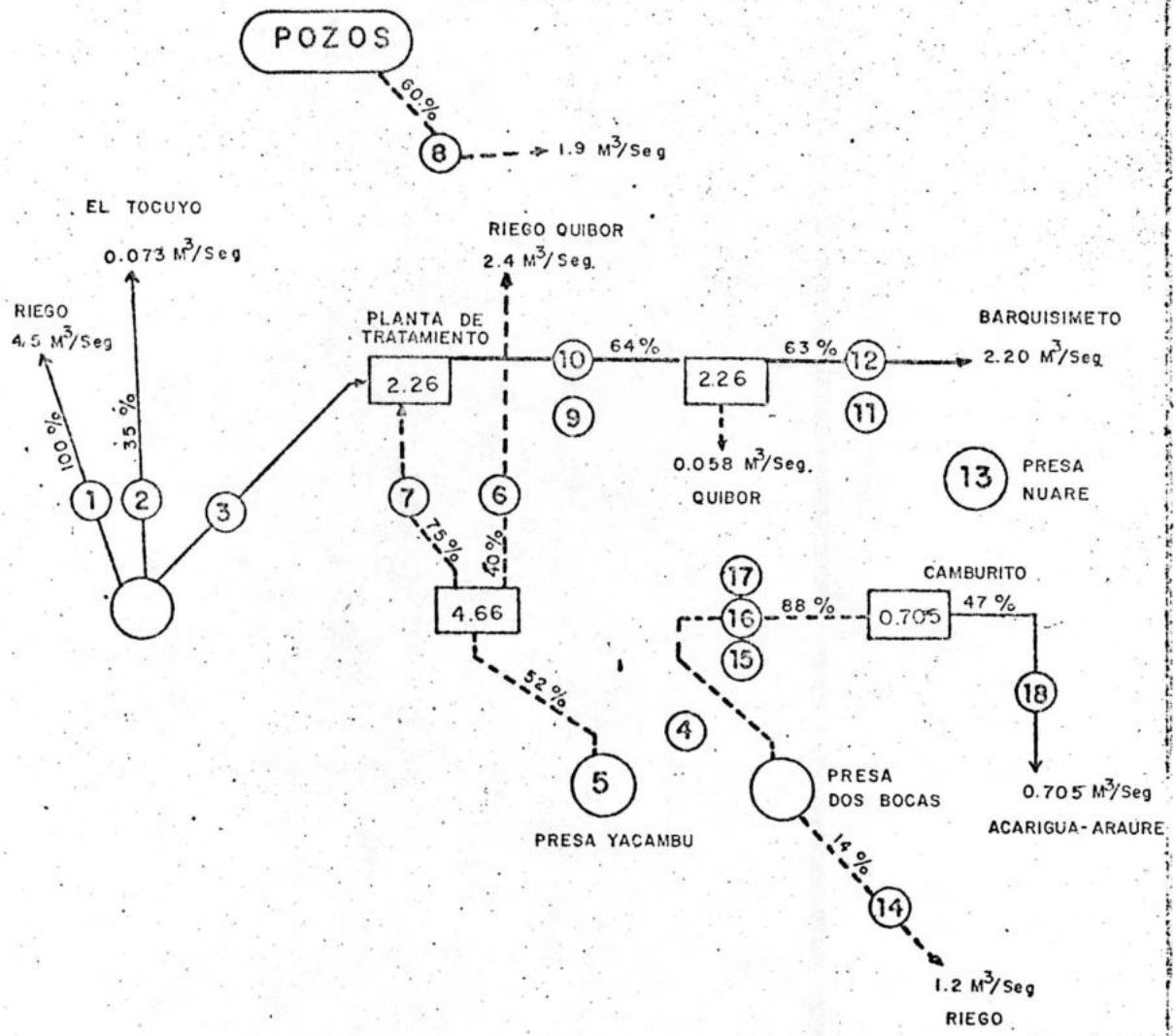
NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56800	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0.78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1.00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2,76000
428	P153	BS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	P155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0.88125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0.21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0.40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0.60625	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1.00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1,52000
437	P172	BS	1.00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1.00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1.00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0.78571	.	.	NONE	.
441	P181	BS	0.47000	.	.	NONE	.
442	P182	BS	0.58000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0.68000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0.79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0.90000	.	.	NONE	.

Anexo N.º 11

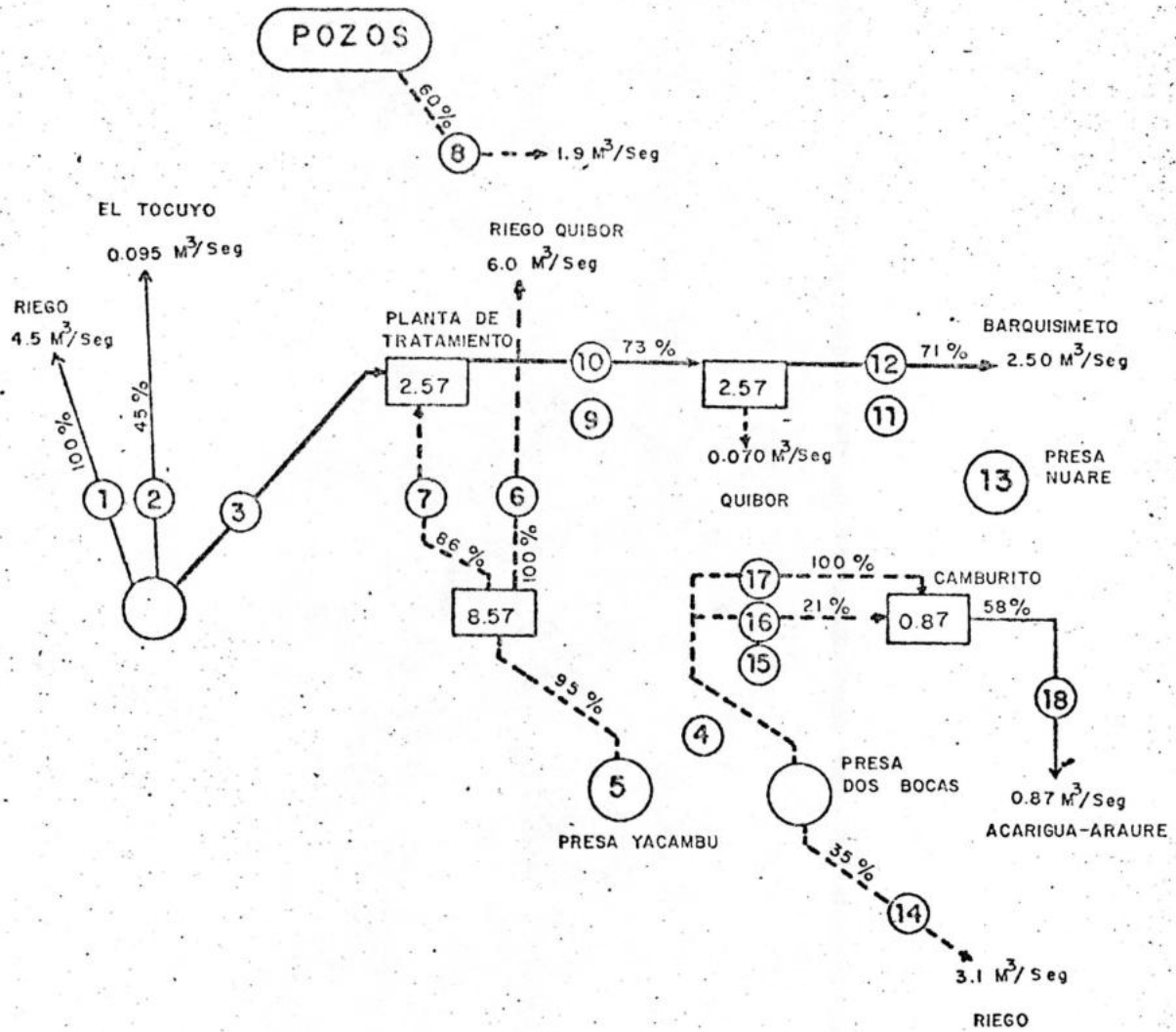
Esquema N.º 5 y Resultados del Programa

# ESQUEMA N° 5

K = 1

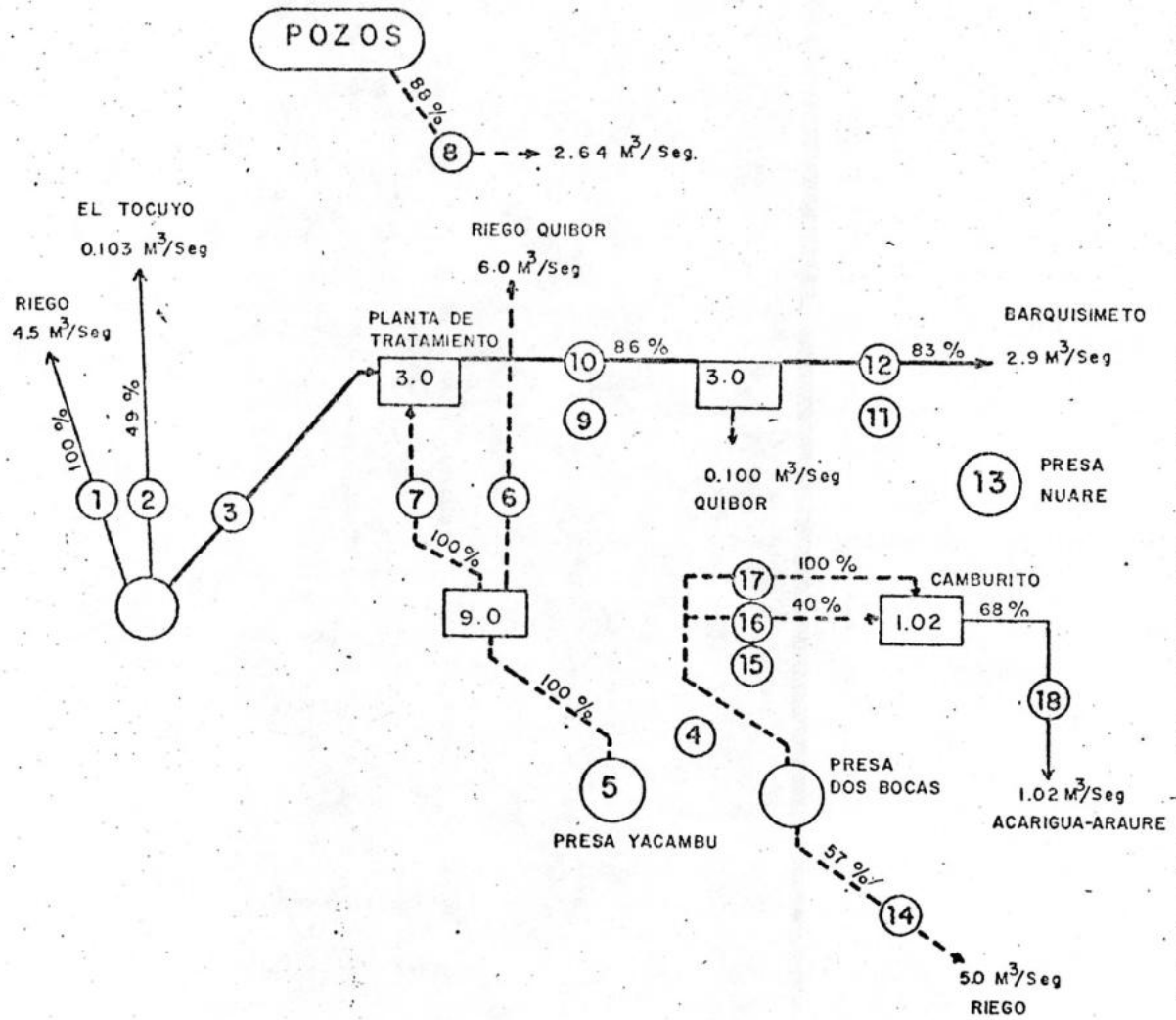


ESQUEMA N° 5  
K= 2



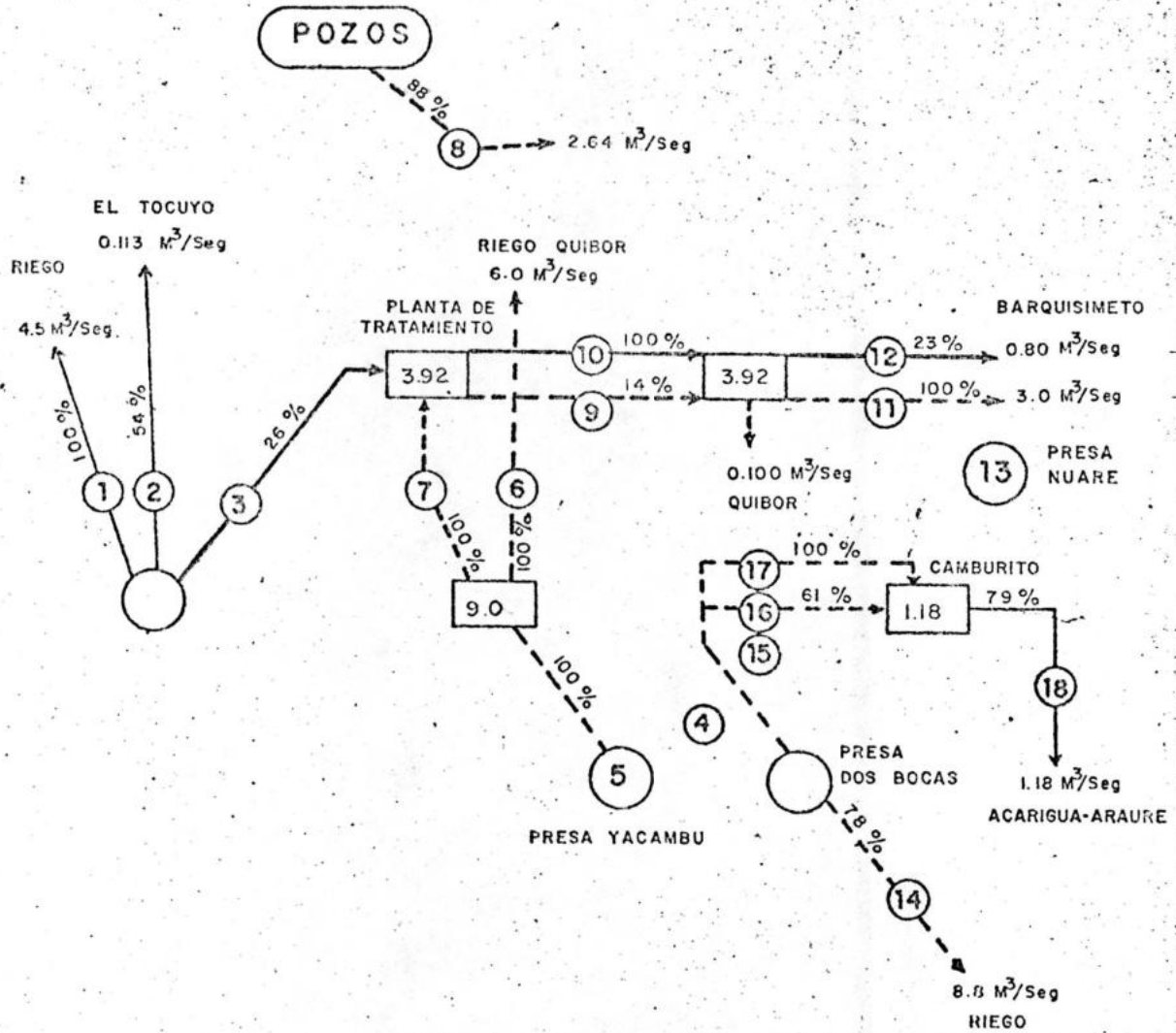
# ESQUEMA N° 5

K = 3



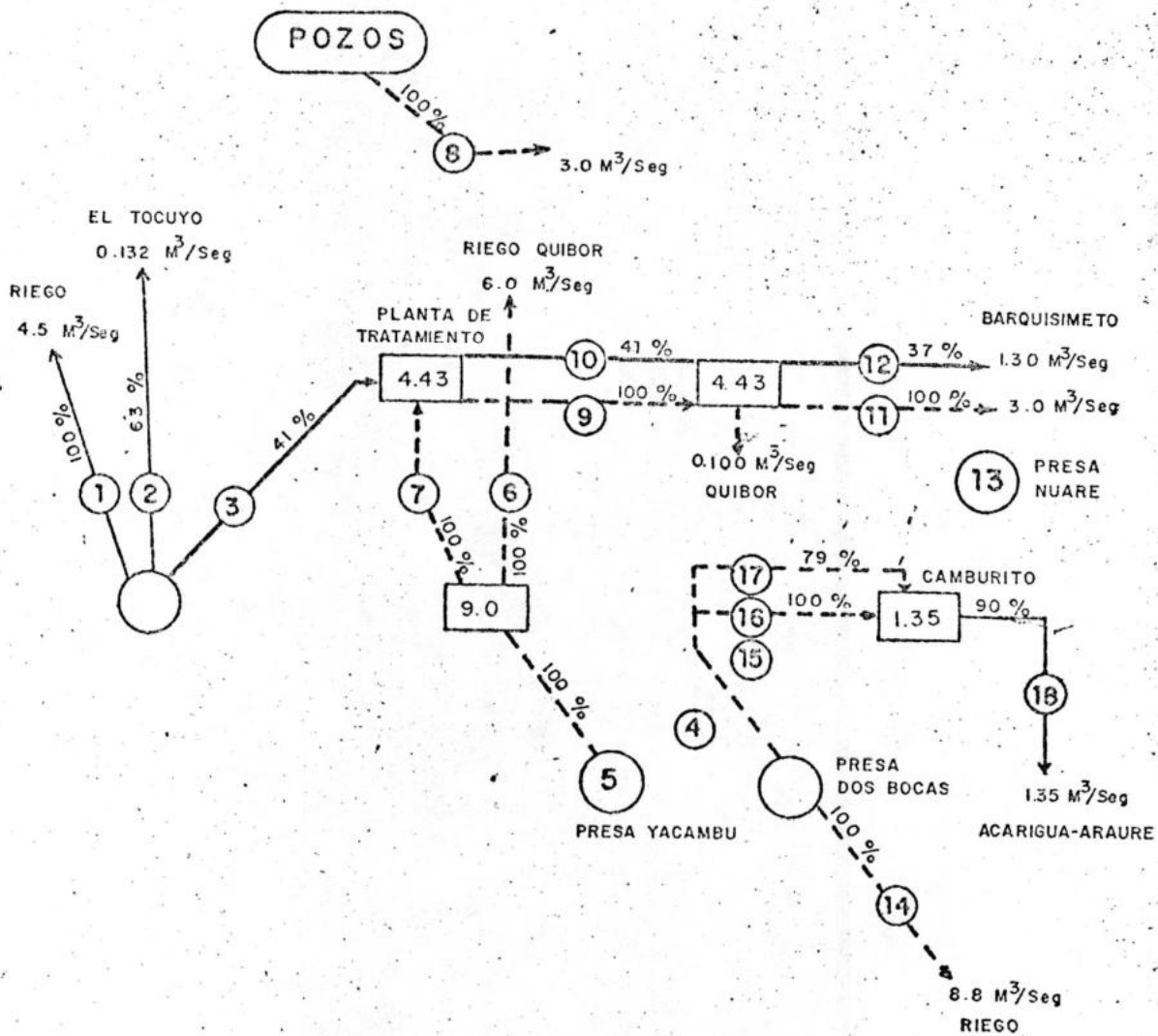
# ESQUEMA Nº 5

K = 4.



# ESQUEMA Nº 5

K = 5.



MXINT TIME--PROCESSOR = 2.22 ELAPSED = 3.25

\*\* RETURN TO MXINT FROM DEMAND EXIT \*\*

BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 9 ACTIVE NODES

ESQUEMA 5

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 9 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 9 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 8 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 7 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 6 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES

BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE

BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES

BRANCH TREE STATUS: 4 ACTIVE NODES

I N T E G E R   S O L U T I O N

NODE \*\* 241 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE

FIFTH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 321.1895

CUTOFF NOW AT 321.189 POSTPONE AT 321.189

A C T I V E   I N T E G E R   V A R I A B L E S

NAME	NUMBER	ACTIVITY
1, 111	241	1.00
6, 121	246	1.00
11, 131	251	1.00
21, 151	261	1.00
31, 161	271	1.00
36, 171	276	1.00
46, 181	286	1.00
54, 194	294	1.00
56, 1101	296	1.00
64, 1114	304	1.00
66, 1121	306	1.00

75.	I135	315	1.00
76.	I141	316	1.00
86.	I161	326	1.00
92.	I172	332	1.00
96.	I181	335	1.00
101.	Y1	341	1.00
102.	Y2	342	1.00
103.	Y3	343	1.00
104.	Y4	344	1.00
105.	Y5	345	1.00

EXIT MXINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE TIME--PROCESSOR = 5.14 ELAPSED = 4.63

OLD ENTRY NUARE3 DELETED ON ZPROF (OR ZSOLF)

NEW ENTRY NUARE3 ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLF)

BASIS NUARE3 SAVED

BASIS NUMBER IS 3 OBJECTIVE = 321.189550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 3.14 ELAPSED = 4.66

190

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
241	111	IV	1.00000	60.23000	.	1.00000	.
242	112	IV	.	38.63000	.	1.00000	38.63000
243	113	IV	.	21.96000	.	1.00000	21.96000
244	114	IV	.	10.61000	.	1.00000	10.61000
245	115	IV	.	2.89000	.	1.00000	2.89000
246	121	IV	1.00000	0.68000	.	1.00000	.
247	122	IV	.	0.42000	.	1.00000	0.42000
248	123	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
249	124	IV	.	0.12000	.	1.00000	0.12000
250	125	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
251	131	IV	1.00000	23.30000	.	1.00000	.
252	132	IV	.	14.91000	.	1.00000	14.91000
253	133	IV	.	8.56000	.	1.00000	8.56000
254	134	IV	.	4.31000	.	1.00000	4.31000
255	135	IV	.	1.23000	.	1.00000	1.23000
256	141	IV	.	57.16000	.	1.00000	.
257	142	IV	.	36.83000	.	1.00000	36.83000
258	143	IV	.	21.31000	.	1.00000	21.31000
259	144	IV	.	10.78000	.	1.00000	10.78000
260	145	IV	.	3.08000	.	1.00000	3.08000
261	151	IV	1.00000	22.97000	.	1.00000	.
262	152	IV	.	14.73000	.	1.00000	14.73000
263	153	IV	.	8.37000	.	1.00000	8.37000
264	154	IV	.	4.05000	.	1.00000	4.05000
265	155	IV	.	1.10000	.	1.00000	1.10000
266	1551	IV	.	15.73000	.	1.00000	15.73000
267	1552	IV	.	10.09000	.	1.00000	10.09000
268	1553	IV	.	5.74000	.	1.00000	5.74000
269	1554	IV	.	2.77000	.	1.00000	2.77000
270	1555	IV	.	0.75000	.	1.00000	0.75000
271	161	IV	1.00000	84.61000	.	1.00000	.
272	162	IV	.	55.33000	.	1.00000	-29.28000
273	163	IV	.	32.25000	.	1.00000	32.25000
274	164	IV	.	16.04000	.	1.00000	16.04000
275	165	IV	.	4.51000	.	1.00000	4.51000
276	171	IV	1.00000	11.98000	.	1.00000	5.46571
277	172	IV	.	7.77000	.	1.00000	1.25571
278	173	IV	.	4.52000	.	1.00000	-1.99429
279	174	IV	.	2.27000	.	1.00000	-0.91429
280	175	IV	.	0.65000	.	1.00000	-0.26571
281	1771	IV	.	22.54000	.	1.00000	.
282	1772	IV	.	14.62000	.	1.00000	12.68857
283	1773	IV	.	8.50000	.	1.00000	6.56857
284	1774	IV	.	4.28000	.	1.00000	2.34857
285	1775	IV	.	1.22000	.	1.00000	-0.71143
286	181	IV	1.00000	8.11000	.	1.00000	.
287	182	IV	.	5.19000	.	1.00000	-2.92000

161

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	183	IV	.	2.97000	.	1.00000	-5.14000
289	184	IV	.	1.49000	.	1.00000	-6.62000
290	185	IV	.	0.42000	.	1.00000	-7.69000
291	191	IV	.	8.93000	.	1.00000	.
292	192	IV	.	5.06000	.	1.00000	5.86000
293	193	IV	.	3.43000	.	1.00000	3.43000
294	194	IV	1.00000	1.72000	.	1.00000	1.72000
295	195	IV	.	0.48000	.	1.00000	0.48000
296	1101	IV	1.00000	0.99000	.	1.00000	.
297	1102	IV	.	0.64000	.	1.00000	0.64000
298	1103	IV	.	0.36000	.	1.00000	0.36000
299	1104	IV	.	0.17000	.	1.00000	0.17000
300	1105	IV	.	0.05000	.	1.00000	0.05000
301	1111	IV	.	36.11000	.	1.00000	.
302	1112	IV	.	23.71000	.	1.00000	23.71000
303	1113	IV	.	13.89000	.	1.00000	13.89000
304	1114	IV	1.00000	6.95000	.	1.00000	6.95000
305	1115	IV	.	1.96000	.	1.00000	1.96000
306	1121	IV	1.00000	3.98000	.	1.00000	.
307	1122	IV	.	2.55000	.	1.00000	2.55000
308	1123	IV	.	1.45000	.	1.00000	1.45000
309	1124	IV	.	0.70000	.	1.00000	0.70000
310	1125	IV	.	0.19000	.	1.00000	0.19000
311	1131	IV	.	106.90000	.	1.00000	.
312	1132	IV	.	69.42000	.	1.00000	63.66000
313	1133	IV	.	40.36000	.	1.00000	34.60000
314	1134	IV	.	20.29000	.	1.00000	14.53000
315	1135	IV	1.00000	5.76000	.	1.00000	.
316	1141	IV	1.00000	50.77000	.	1.00000	.
317	1142	IV	.	33.20000	.	1.00000	-17.57000
318	1143	IV	.	19.35000	.	1.00000	-31.42000
319	1144	IV	.	9.63000	.	1.00000	-41.14000
320	1145	IV	.	2.70000	.	1.00000	-48.07000
321	1151	IV	.	4.25000	.	1.00000	1.49000
322	1152	IV	.	2.76000	.	1.00000	.
323	1153	IV	.	1.59000	.	1.00000	1.59000
324	1154	IV	.	0.78000	.	1.00000	0.78000
325	1155	IV	.	0.22000	.	1.00000	0.22000
326	1161	IV	1.00000	1.60000	.	1.00000	1.60000
327	1162	IV	.	1.05000	.	1.00000	1.05000
328	1163	IV	.	0.62000	.	1.00000	0.62000
329	1164	IV	.	0.31000	.	1.00000	0.31000
330	1165	IV	.	0.09000	.	1.00000	0.09000
331	1171	IV	.	1.52000	.	1.00000	.
332	1172	IV	1.00000	0.99000	.	1.00000	0.99000

102

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I173	IV	.	0.56000	.	1.00000	0.56000
334	I174	IV	.	0.29000	.	1.00000	0.29000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I181	IV	1.00000	0.72000	.	1.00000	.
337	I182	IV	.	0.46000	.	1.00000	0.46000
338	I183	IV	.	0.26000	.	1.00000	0.26000
339	I184	IV	.	0.13000	.	1.00000	0.13000
340	I185	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.82000	.	1.00000	0.82000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	.
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.34762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45238	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.09048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.23000
357	P32	LL	.	8.03000	.	NONE	5.70833
358	P33	BS	.	5.44000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.26171	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.40857	1.50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	66.98000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.75000
366	P51	BS	0.51756	.	.	NONE	.
367	P52	BS	0.95222	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1.00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1.00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1.00000	.	.	NONE	.
A	371	P551	LL	.	.	NONE	.
A	372	P552	LL	.	.	NONE	.
A	373	P553	LL	.	.	NONE	.
A	374	P554	LL	.	.	NONE	.
A	375	P555	LL	.	.	NONE	.
	376	P61	BS	0.40000	.	NONE	.
	377	P62	BS	1.00000	.	NONE	.

193

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1.00000	.	.	NONE	.
379	P64	BS	1.00000	.	.	NONE	.
380	P65	BS	1.00000	.	.	NONE	.
381	P71	BS	0.75267	2.52000	.	NONE	.
382	P72	BS	0.85667	1.99000	.	NONE	.
383	P73	BS	1.00000	1.35000	.	NONE	.
384	P74	BS	1.00000	0.92000	.	NONE	.
385	P75	BS	1.00000	0.37000	.	NONE	.
386	P771	LL	.	25.97000	.	NONE	41.53857
387	P772	LL	.	20.48000	.	NONE	16.50000
388	P773	LL	.	13.94000	.	NONE	4.58000
389	P774	LL	.	9.49000	.	NONE	3.11286
390	P775	BS	.	0.64000	.	NONE	.
391	P81	BS	0.60000	11.63000	.	NONE	.
392	P82	BS	0.60000	9.17000	.	NONE	.
393	P83	BS	0.83000	6.24000	.	NONE	.
394	P84	BS	0.88000	4.25000	.	NONE	.
395	P85	BS	1.00000	1.72000	.	NONE	.
396	P91	LL	.	.	.	NONE	8.93000
397	P92	BS	.	.	.	NONE	.
398	P93	BS	.	.	.	NONE	.
399	P94	BS	0.13867	.	.	NONE	.
400	P95	BS	1.00000	.	.	NONE	.
401	P101	BS	0.64514	.	.	NONE	.
402	P102	BS	0.73429	.	.	NONE	.
403	P103	BS	0.85714	.	.	NONE	.
404	P104	BS	1.00000	.	.	NONE	.
405	P105	BS	0.40657	.	.	NONE	.
406	P111	LL	.	.	.	NONE	36.11000
407	P112	BS	.	.	.	NONE	.
408	P113	BS	.	.	.	NONE	.
409	P114	BS	1.00000	.	.	NONE	.
410	P115	BS	1.00000	.	.	NONE	.
411	P121	BS	0.62857	.	.	NONE	.
412	P122	BS	0.71429	.	.	NONE	.
413	P123	BS	0.82857	.	.	NONE	.
414	P124	BS	0.22857	.	.	NONE	.
415	P125	BS	0.37143	.	.	NONE	.
416	P131	LL	.	19.96000	.	NONE	118.58000
417	P132	LL	.	15.74000	.	NONE	13.75000
418	P133	LL	.	10.71000	.	NONE	6.03000
419	P134	LL	.	7.29000	.	NONE	4.10143
420	P135	LL	.	2.95000	.	NONE	1.06429
421	P141	BS	0.13600	.	.	NONE	.
422	P142	BS	0.35200	.	.	NONE	.

194

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56800	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0.78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1.00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2.76000
428	P153	BS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	P155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0.88125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0.21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0.40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0.60625	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1.00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1.52000
437	P172	BS	1.00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1.00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1.00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0.78571	.	.	NONE	.
441	P181	BS	0.47000	.	.	NONE	.
442	P182	BS	0.58000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0.68000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0.79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0.90000	.	.	NONE	.

Anexo N.º 12

Resultados del Programa del Esquema N.º 6

BRANCH TREE STATUS: 147 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 146 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 145 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 144 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 143 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 142 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 141 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 140 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 139 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 138 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 137 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 136 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 135 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 134 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES  
 BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
 BRANCH TREE STATUS: 133 ACTIVE NODES

ESQUEMA 6

196

INTEGER SOLUTION

NODE \*\*1230 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
 12TH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 624,429  
 CUTOFF AG AT 624,429 POSTPONE AT 624,429  
 ACTIVE INTEGER VARIABLES

	NAME	NUMBER	ACTIVITY
1.	111	241	1.00
6.	121	240	1.00
14.	134	230	1.00
21.	151	261	1.00
31.	161	271	1.00
35.	171	275	1.00
40.	181	285	1.00
51.	191	291	1.00
59.	1104	299	1.00
61.	1111	301	1.00
69.	1124	309	1.00

D8700/7700 10-PU  
VERSION: 27,500,000

NUARE  
ABASTECIMIENTO BARRUISIRETO

70.	1141	315	1.00
80.	1101	325	1.00
92.	1172	332	1.00
90.	1101	330	1.00
101.	Y1	341	1.00
102.	Y2	342	1.00
103.	Y3	343	1.00
104.	Y4	344	1.00
105.	Y5	345	1.00

EXIT MXINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE TIME--PROCESSOR = 32.97 ELAPSED = 48.04

NEW ENTRY NUARES... ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLE)  
BASIS NUARES SAVED  
BASIS NUMBER IS 7 OBJECTIVE = 624.429550

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 33.00 ELAPSED = 48.08

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
241	111	IV	1,00000	106,00000	1,00000	1,00000	69,94000
242	112	IV	.	69,94000	1,00000	1,00000	40,26000
243	113	IV	.	40,26000	1,00000	1,00000	19,74000
244	114	IV	.	19,74000	1,00000	1,00000	5,46000
245	115	IV	.	5,46000	1,00000	1,00000	1,29000
246	121	IV	1,00000	1,29000	1,00000	1,00000	0,53000
247	122	IV	.	0,53000	1,00000	1,00000	0,46000
248	123	IV	.	0,46000	1,00000	1,00000	0,24000
249	124	IV	.	0,24000	1,00000	1,00000	0,07000
250	125	IV	.	0,07000	1,00000	1,00000	20,40000
251	131	IV	.	58,40000	1,00000	1,00000	
252	132	IV	.	38,00000	1,00000	1,00000	15,90000
253	133	IV	.	22,10000	1,00000	1,00000	11,10000
254	134	IV	1,00000	11,10000	1,00000	1,00000	3,20000
255	135	IV	.	3,20000	1,00000	1,00000	
256	141	IV	.	57,16000	1,00000	1,00000	33,75000
257	142	IV	.	36,83000	1,00000	1,00000	18,23000
258	143	IV	.	21,31000	1,00000	1,00000	7,70000
259	144	IV	.	10,78000	1,00000	1,00000	
260	145	IV	.	3,08000	1,00000	1,00000	149,06286
261	151	IV	1,00000	230,38000	1,00000	1,00000	71,00286
262	152	IV	.	152,32000	1,00000	1,00000	8,70286
263	153	IV	.	90,02000	1,00000	1,00000	44,59286
264	154	IV	.	45,46000	1,00000	1,00000	11,91286
265	155	IV	.	12,98000	1,00000	1,00000	121,95714
266	1551	IV	.	230,38000	1,00000	1,00000	43,89714
267	1552	IV	.	152,32000	1,00000	1,00000	18,40286
268	1553	IV	.	90,02000	1,00000	1,00000	44,03714
269	1554	IV	.	45,46000	1,00000	1,00000	11,55714
270	1555	IV	.	12,98000	1,00000	1,00000	
271	161	IV	1,00000	84,61000	1,00000	1,00000	29,23000
272	162	IV	.	55,33000	1,00000	1,00000	32,25000
273	163	IV	.	32,25000	1,00000	1,00000	16,04000
274	164	IV	.	16,04000	1,00000	1,00000	4,51000
275	165	IV	.	4,51000	1,00000	1,00000	
276	171	IV	1,00000	11,98000	1,00000	1,00000	4,21000
277	172	IV	.	7,77000	1,00000	1,00000	7,45000
278	173	IV	.	4,52000	1,00000	1,00000	0,55657
279	174	IV	.	2,27000	1,00000	1,00000	0,09000
280	175	IV	.	0,65000	1,00000	1,00000	
281	1771	IV	.	22,54000	1,00000	1,00000	3,27714
282	1772	IV	.	18,62000	1,00000	1,00000	2,54286
283	1773	IV	.	6,50000	1,00000	1,00000	
284	1774	IV	.	4,28000	1,00000	1,00000	
285	1775	IV	.	1,22000	1,00000	1,00000	
286	181	IV	1,00000	26,15000	1,00000	1,00000	9,09000
287	182	IV	.	17,07000	1,00000	1,00000	

193

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	183	IV	.	9,96000	.	1,00000	-16,20000
289	184	IV	.	5,00000	.	1,00000	-21,16000
290	185	IV	.	1,41000	.	1,00000	-24,75000
291	191	IV	1,00000	8,93000	.	1,00000	5,80143
292	192	IV	.	5,86000	.	1,00000	2,73143
293	193	IV	.	3,43000	.	1,00000	0,30143
294	194	IV	.	1,72000	.	1,00000	1,72000
295	195	IV	.	0,48000	.	1,00000	0,48000
296	1101	IV	.	9,44000	.	1,00000	5,64000
297	1102	IV	.	6,23000	.	1,00000	2,78000
298	1103	IV	.	3,65000	.	1,00000	.
299	1104	IV	1,00000	1,62000	.	1,00000	1,62000
300	1105	IV	.	0,52000	.	1,00000	0,52000
301	1111	IV	1,00000	36,11000	.	1,00000	36,11000
302	1112	IV	.	23,71000	.	1,00000	23,71000
303	1113	IV	.	13,49000	.	1,00000	13,49000
304	1114	IV	.	6,45000	.	1,00000	6,45000
305	1115	IV	.	1,96000	.	1,00000	1,96000
306	1121	IV	.	36,42000	.	1,00000	36,42000
307	1122	IV	.	25,23000	.	1,00000	25,23000
308	1123	IV	.	14,78000	.	1,00000	14,78000
309	1124	IV	1,00000	7,39000	.	1,00000	7,39000
310	1125	IV	.	2,09000	.	1,00000	2,09000
311	1131	IV	.	166,90000	.	1,00000	.
312	1132	IV	.	69,42000	.	1,00000	39,75000
313	1133	IV	.	40,36000	.	1,00000	10,89000
314	1134	IV	.	20,29000	.	1,00000	20,29000
315	1135	IV	.	5,76000	.	1,00000	5,76000
316	1141	IV	1,00000	50,77000	.	1,00000	.
317	1142	IV	.	33,20000	.	1,00000	-17,57000
318	1143	IV	.	19,35000	.	1,00000	-31,42000
319	1144	IV	.	9,63000	.	1,00000	-41,14000
320	1145	IV	.	2,70000	.	1,00000	-48,07000
321	1151	IV	.	4,25000	.	1,00000	1,89000
322	1152	IV	.	2,76000	.	1,00000	.
323	1153	IV	.	1,59000	.	1,00000	1,59000
324	1154	IV	.	0,78000	.	1,00000	0,78000
325	1155	IV	.	0,22000	.	1,00000	0,22000
326	1161	IV	1,00000	1,60000	.	1,00000	1,60000
327	1162	IV	.	1,05000	.	1,00000	1,05000
328	1163	IV	.	0,62000	.	1,00000	0,62000
329	1164	IV	.	0,31000	.	1,00000	0,31000
330	1165	IV	.	0,09000	.	1,00000	0,09000
331	1171	IV	.	1,52000	.	1,00000	.
332	1172	IV	1,00000	0,49000	.	1,00000	0,49000

661

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I175	IV	.	0.58000	.	1.00000	0.58000
334	I174	IV	.	0.29000	.	1.00000	0.29000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I101	IV	1.00000	7.45000	.	1.00000	7.45000
337	I102	IV	.	4.09000	.	1.00000	4.09000
338	I103	IV	.	2.08000	.	1.00000	2.08000
339	I104	IV	.	1.43000	.	1.00000	1.43000
340	I105	IV	.	0.40000	.	1.00000	0.40000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.82000	.	1.00000	0.82000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.34762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45235	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.49048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.23000
357	P32	LL	.	6.03000	.	NONE	5.10833
358	P33	BS	.	5.46000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.26171	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.40657	1.50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	65.90000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.63000
366	P51	BS	0.51755	.	.	NONE	.
367	P52	BS	0.95222	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1.00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1.00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1.00000	.	.	NONE	.
371	P551	BS	.	.	.	NONE	.
372	P552	BS	.	.	.	NONE	.
373	P553	BS	.	.	.	NONE	.
374	P554	BS	.	.	.	NONE	.
375	P555	BS	.	.	.	NONE	.
376	P61	BS	0.40000	.	.	NONE	.
377	P62	BS	1.00000	.	.	NONE	.

200

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
378	P63	BS	1.00000			NONE	
379	P64	BS	1.00000			NONE	
380	P65	BS	1.00000			NONE	
381	P71	BS	0.75267	2,52000		NONE	
382	P72	BS	0.85667	1,99000		NONE	
383	P73	BS	1.00000	1,35000		NONE	
384	P74	BS	1.00000	0,92000		NONE	
385	P75	BS	1.00000	0,37000		NONE	
386	P771	LL		25,97000		NONE	32,12714
387	P772	LL		20,43000		NONE	16,50000
388	P773	BS		13,94000		NONE	
389	P774	LL		9,49000		NONE	6,17266
390	P775	BS		0,64000		NONE	
391	P81	BS	0.60000	11,63000		NONE	
392	P82	BS	0.60000	9,17000		NONE	
393	P83	BS	0.86000	6,24000		NONE	
394	P84	BS	0.86000	4,25000		NONE	
395	P85	BS	1.00000	1,72000		NONE	
396	P91	BS	0.75267			NONE	
397	P92	BS	0.85667			NONE	
398	P93	BS	1.00000			NONE	
399	P94	BS	0.13867			NONE	
400	P95	BS	0.31000			NONE	
401	P101	BS				NONE	
A 402	P102	LL				NONE	
403	P103	BS				NONE	
404	P104	BS	1.00000			NONE	
405	P105	BS	1.00000			NONE	
406	P111	BS	0.73333			NONE	
407	P112	BS	0.83333			NONE	
408	P113	BS	0.98667			NONE	
409	P114	BS	1.00000			NONE	
410	P115	BS	0.26667			NONE	
A 411	P121	BS				NONE	
A 412	P122	LL				NONE	
A 413	P123	LL				NONE	
414	P124	BS	0.22657			NONE	
415	P125	BS	1.00000			NONE	
416	P131	LL		19,96000		NONE	94,67000
417	P132	LL		15,74000		NONE	13,75000
418	P133	BS		10,71000		NONE	
419	P134	LL		7,29000		NONE	4,10143
420	P135	LL		2,45000		NONE	1,66429
421	P141	BS	0.13600			NONE	
422	P142	BS	0.35200			NONE	

201

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56800			NONE	
424	P144	BS	0.75400			NONE	
425	P145	BS	1.00000			NONE	
426	P151	BS				NONE	2,6000
427	P152	LL				NONE	
428	P153	BS				NONE	
429	P154	BS				NONE	
430	P155	BS				NONE	
431	P161	BS	0.85125			NONE	
432	P162	BS	0.21250			NONE	
433	P163	BS	0.40000			NONE	
434	P164	BS	0.60625			NONE	
435	P165	BS	1.00000			NONE	1,52000
436	P171	LL				NONE	
437	P172	BS	1.00000			NONE	
438	P173	BS	1.00000			NONE	
439	P174	BS	1.00000			NONE	
440	P175	BS	0.78571			NONE	
441	P181	BS	0.47000			NONE	
442	P182	BS	0.58000			NONE	
443	P183	BS	0.68000			NONE	
444	P184	BS	0.79000			NONE	
445	P185	BS	0.90000			NONE	

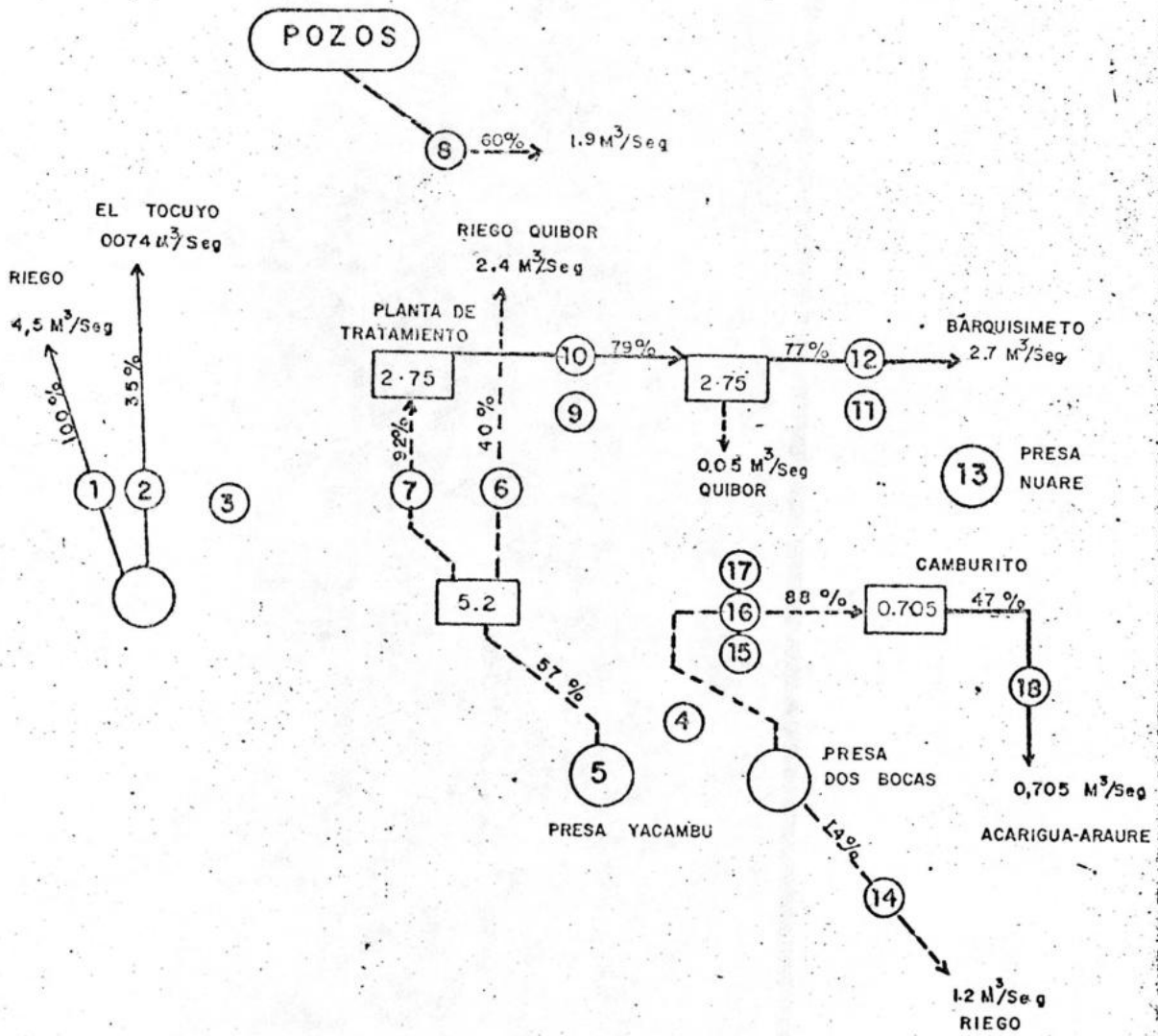
202

Anexo N.º 13

Esquema N.º 7 y Resultados del Programa

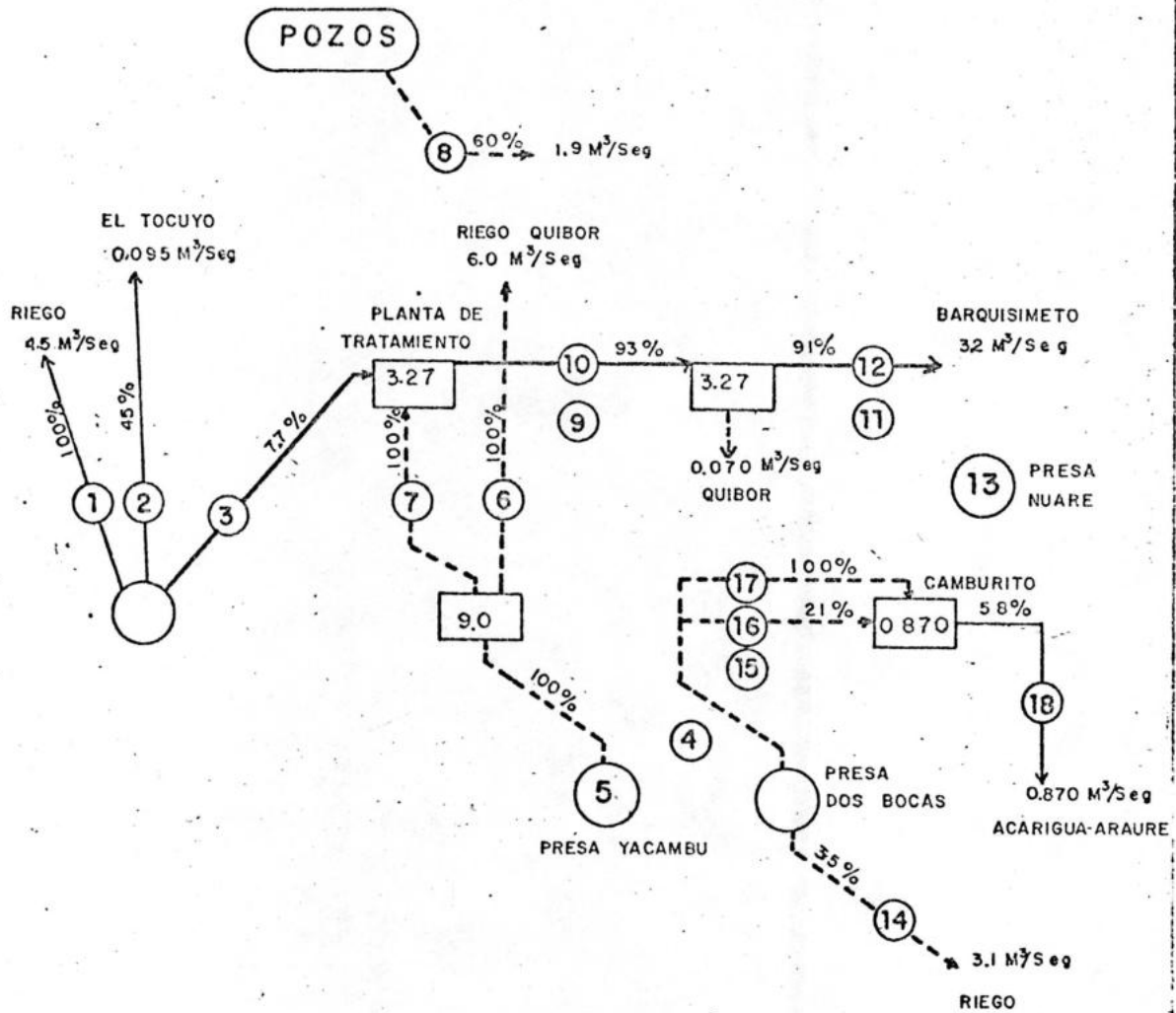
# ESQUEMA N° 7

K=1.



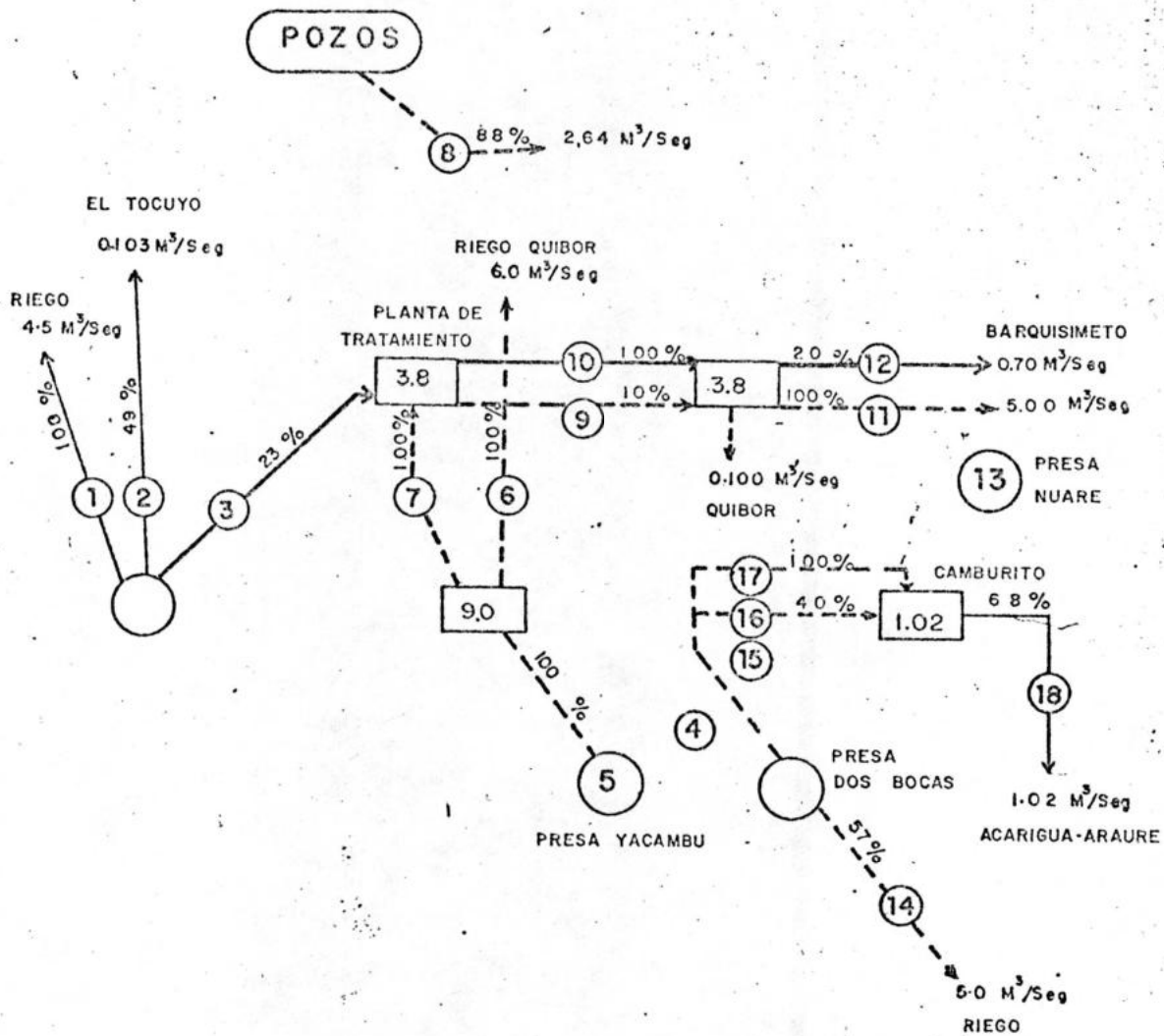
# ESQUEMA N° 7

K=2



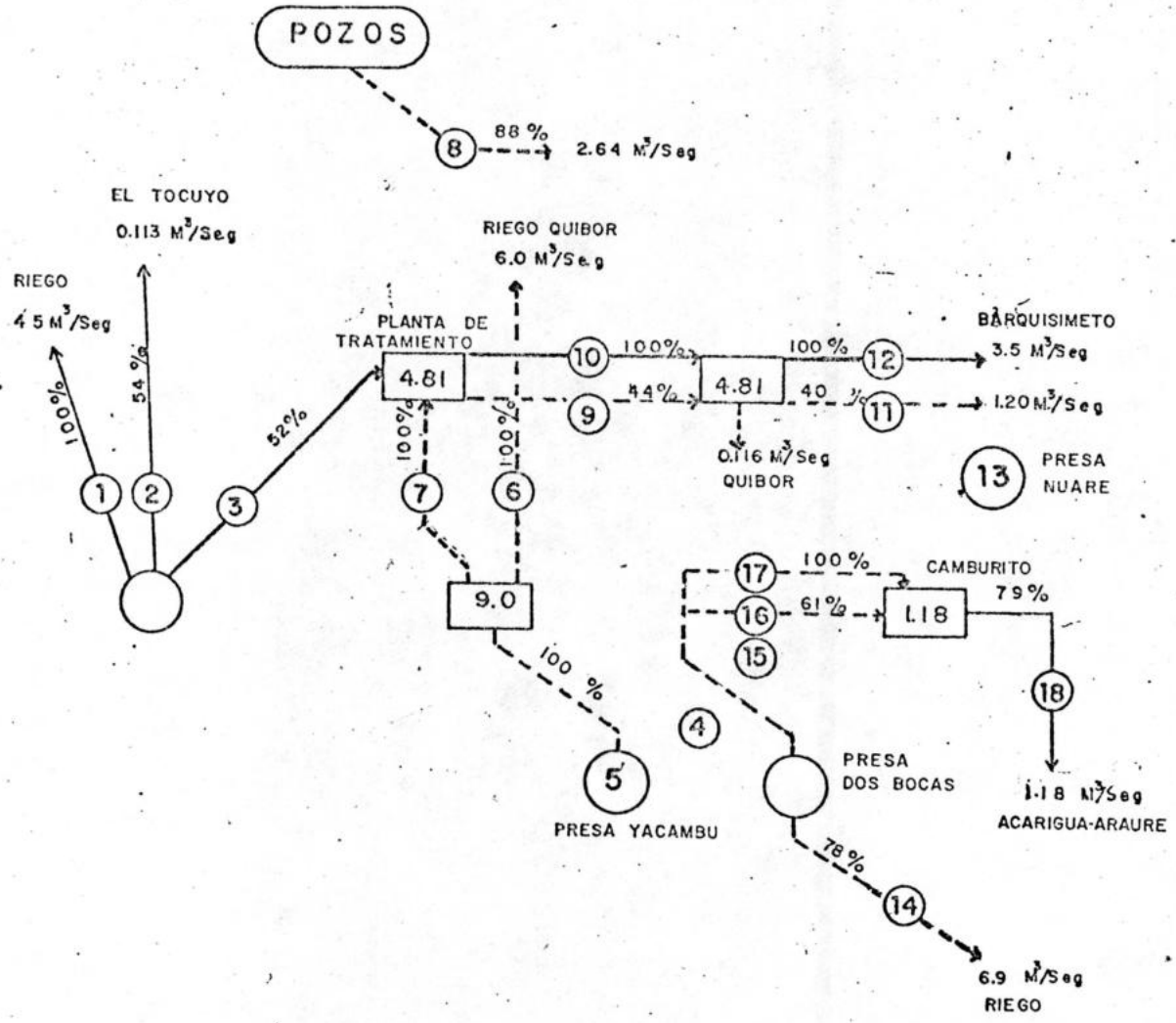
# ESQUEMA N° 7

K=3



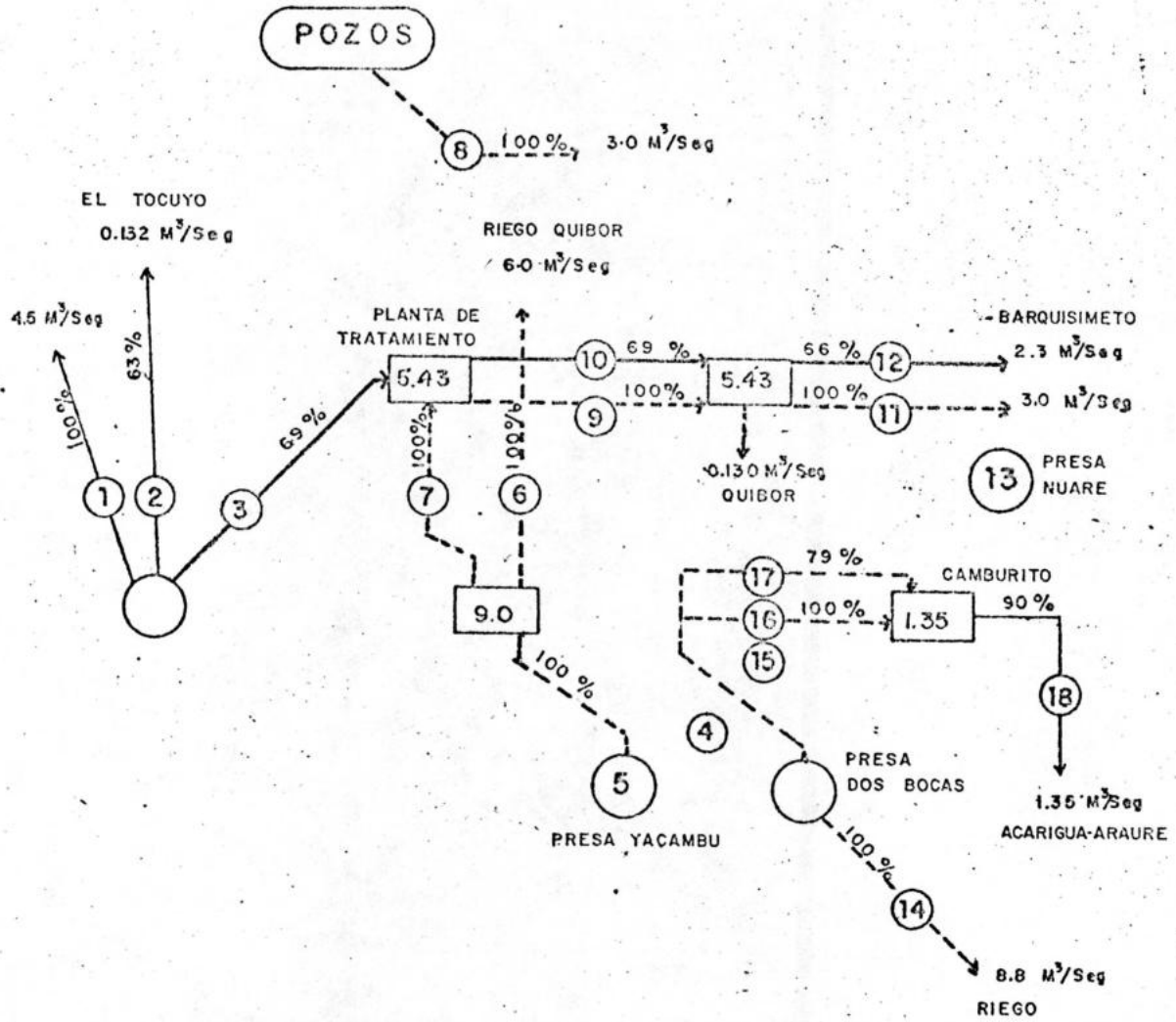
# ESQUEMA N°7

K=4



# ESQUEMA N° 7

K=5



MXINT TIME--PROCESSOR = 0.41 ELAPSED = 1.46

\*\* RETURN TO MXINT FROM DEMAND EXIT \*\*

BRANCH TREE STATUS: 16 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 15 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 14 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 13 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 12 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 12 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 11 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 10 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 9 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 8 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 7 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 6 ACTIVE NODES  
BEST PROJECTED COST ABOVE CUTOFF -- DROP NODE  
BRANCH TREE STATUS: 5 ACTIVE NODES  
BRANCH TREE STATUS: 4 ACTIVE NODES

ESQUEMA 7

208

INTEGER SOLUTION

NODE \*\* 137 \*\* OPTIMIZED INTEGER NODE  
FOURTH INTEGER SOLUTION OBJECTIVE = 328.0374  
CUTOFF NOW AT 328.037 POSTPONE AT 328.037

ACTIVE INTEGER VARIABLES

NAME	NUMBER	ACTIVITY
1. 111	241	1.00
6. 131	246	1.00
11. 131	251	1.00
21. 151	261	1.00
31. 161	271	1.00
36. 171	276	1.00
46. 181	286	1.00
55. 193	293	1.00
56. 1101	296	1.00

63. I113	303	1.00
65. I121	306	1.00
70. I141	315	1.00
86. I161	326	1.00
92. I172	332	1.00
96. I181	336	1.00
101. Y1	341	1.00
102. Y2	342	1.00
103. Y3	343	1.00
104. Y4	344	1.00
105. Y5	345	1.00

EXIT MXINT ON INTEGER SOLUTION DEMAND

SAVE . TIME--PROCESSOR = 1.40 ELAPSED = 3.41

OLD ENTRY NUARES DELETED ON ZPROF (OR ZSOLF)  
NEW ENTRY NUARES ENTERED ON ZPROF (OR ZSOLF)  
BASIS NUARES SAVED  
BASIS NUMBER IS 2 OBJECTIVE = 328.037383

OUTPUT TIME--PROCESSOR = 1.41 ELAPSED = 3.46

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST.
241	I11	IV	1.00000	60.23000	.	1.00000	.
242	I12	IV	.	38.63000	.	1.00000	38.63000
243	I13	IV	.	21.96000	.	1.00000	21.96000
244	I14	IV	.	10.61000	.	1.00000	10.61000
245	I15	IV	.	2.89000	.	1.00000	2.89000
246	I21	IV	1.00000	0.66000	.	1.00000	.
247	I22	IV	.	0.42000	.	1.00000	0.42000
248	I23	IV	.	0.24000	.	1.00000	0.24000
249	I24	IV	.	0.12000	.	1.00000	0.12000
250	I25	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
251	I31	IV	1.00000	23.30000	.	1.00000	.
252	I32	IV	.	14.91000	.	1.00000	14.91000
253	I33	IV	.	8.56000	.	1.00000	8.56000
254	I34	IV	.	4.31000	.	1.00000	4.31000
255	I35	IV	.	1.23000	.	1.00000	1.23000
256	I41	IV	.	57.16000	.	1.00000	.
257	I42	IV	.	36.63000	.	1.00000	36.63000
258	I43	IV	.	21.31000	.	1.00000	21.31000
259	I44	IV	.	10.78000	.	1.00000	10.78000
260	I45	IV	.	3.08000	.	1.00000	3.08000
261	I51	IV	1.00000	22.97000	.	1.00000	.
262	I52	IV	.	14.73000	.	1.00000	14.73000
263	I53	IV	.	8.37000	.	1.00000	8.37000
264	I54	IV	.	4.05000	.	1.00000	4.05000
265	I55	IV	.	1.10000	.	1.00000	1.10000
266	I551	IV	.	15.73000	.	1.00000	15.73000
267	I552	IV	.	10.09000	.	1.00000	10.09000
268	I553	IV	.	5.74000	.	1.00000	5.74000
269	I554	IV	.	2.77000	.	1.00000	2.77000
270	I555	IV	.	0.75000	.	1.00000	0.75000
271	I61	IV	1.00000	84.61000	.	1.00000	.
272	I62	IV	.	55.33000	.	1.00000	-29.26000
273	I63	IV	.	32.25000	.	1.00000	32.25000
274	I64	IV	.	16.04000	.	1.00000	16.04000
275	I65	IV	.	4.51000	.	1.00000	4.51000
276	I71	IV	1.00000	11.98000	.	1.00000	0.57286
277	I72	IV	.	7.77000	.	1.00000	-3.65714
278	I73	IV	.	4.52000	.	1.00000	-1.94284
279	I74	IV	.	2.27000	.	1.00000	-0.91429
280	I75	IV	.	0.65000	.	1.00000	-0.26571
281	I771	IV	.	22.54000	.	1.00000	.
282	I772	IV	.	14.62000	.	1.00000	6.12000
283	I773	IV	.	8.50000	.	1.00000	.
284	I774	IV	.	4.26000	.	1.00000	.
285	I775	IV	.	1.22000	.	1.00000	-0.71143
286	I81	IV	1.00000	8.11000	.	1.00000	.
287	I82	IV	.	5.19000	.	1.00000	-2.92000

210

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
288	183	IV	.	2,97000	.	1,00000	-5,14000
289	184	IV	.	1,49000	.	1,00000	-6,62000
290	185	IV	.	0,42000	.	1,00000	-7,69000
291	191	IV	.	8,93000	.	1,00000	.
292	192	IV	.	5,86000	.	1,00000	.
293	193	IV	1,00000	3,43000	.	1,00000	5,43000
294	194	IV	.	1,72000	.	1,00000	1,72000
295	195	IV	.	0,48000	.	1,00000	0,48000
296	1101	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	.
297	1102	IV	.	0,64000	.	1,00000	0,64000
298	1103	IV	.	0,36000	.	1,00000	0,36000
299	1104	IV	.	0,17000	.	1,00000	0,17000
300	1105	IV	.	0,05000	.	1,00000	0,05000
301	1111	IV	.	36,11000	.	1,00000	.
302	1112	IV	.	23,71000	.	1,00000	.
303	1113	IV	1,00000	13,69000	.	1,00000	13,69000
304	1114	IV	.	6,95000	.	1,00000	6,95000
305	1115	IV	.	1,96000	.	1,00000	1,96000
306	1121	IV	1,00000	3,98000	.	1,00000	.
307	1122	IV	.	2,55000	.	1,00000	2,55000
308	1123	IV	.	1,45000	.	1,00000	1,45000
309	1124	IV	.	0,70000	.	1,00000	0,70000
310	1125	IV	.	0,19000	.	1,00000	0,19000
311	1131	IV	.	106,90000	.	1,00000	.
312	1132	IV	.	69,42000	.	1,00000	69,42000
313	1133	IV	.	40,36000	.	1,00000	40,36000
314	1134	IV	.	20,29000	.	1,00000	20,29000
315	1135	IV	.	5,76000	.	1,00000	5,76000
316	1141	IV	1,00000	50,77000	.	1,00000	.
317	1142	IV	.	33,20000	.	1,00000	-17,57000
318	1143	IV	.	19,35000	.	1,00000	-31,42000
319	1144	IV	.	9,63000	.	1,00000	-41,14000
320	1145	IV	.	2,70000	.	1,00000	-48,07000
321	1151	IV	.	4,25000	.	1,00000	1,49000
322	1152	IV	.	2,76000	.	1,00000	.
323	1153	IV	.	1,59000	.	1,00000	1,59000
324	1154	IV	.	0,78000	.	1,00000	0,78000
325	1155	IV	.	0,22000	.	1,00000	0,22000
326	1161	IV	1,00000	1,60000	.	1,00000	1,60000
327	1162	IV	.	1,05000	.	1,00000	1,05000
328	1163	IV	.	0,62000	.	1,00000	0,62000
329	1164	IV	.	0,31000	.	1,00000	0,31000
330	1165	IV	.	0,09000	.	1,00000	0,09000
331	1171	IV	.	1,52000	.	1,00000	.
332	1172	IV	1,00000	0,99000	.	1,00000	0,99000

211

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
333	I173	IV	.	0.58000	.	1.00000	0.58000
334	I174	IV	.	0.29000	.	1.00000	0.29000
335	I175	IV	.	0.08000	.	1.00000	0.08000
336	I181	IV	1.00000	0.72000	.	1.00000	.
337	I182	IV	.	0.46000	.	1.00000	0.46000
338	I183	IV	.	0.26000	.	1.00000	0.26000
339	I184	IV	.	0.13000	.	1.00000	0.13000
340	I185	IV	.	0.03000	.	1.00000	0.03000
341	Y1	IV	1.00000	1.49000	.	1.00000	1.49000
342	Y2	IV	1.00000	1.17000	.	1.00000	1.17000
343	Y3	IV	1.00000	0.82000	.	1.00000	0.82000
344	Y4	IV	1.00000	0.59000	.	1.00000	0.59000
345	Y5	IV	1.00000	0.22000	.	1.00000	.
346	P11	BS	1.00000	.	.	NONE	.
347	P12	BS	1.00000	.	.	NONE	.
348	P13	BS	1.00000	.	.	NONE	.
349	P14	BS	1.00000	.	.	NONE	.
350	P15	BS	1.00000	.	.	NONE	.
351	P21	BS	0.34762	0.24000	.	NONE	.
352	P22	BS	0.45238	0.19000	.	NONE	.
353	P23	BS	0.49048	0.13000	.	NONE	.
354	P24	BS	0.53810	0.09000	.	NONE	.
355	P25	BS	0.62857	0.03000	.	NONE	.
356	P31	LL	.	10.17000	.	NONE	7.23000
357	P32	BS	0.07714	8.03000	.	NONE	.
358	P33	BS	0.22857	5.46000	.	NONE	.
359	P34	BS	0.51866	3.72000	.	NONE	.
360	P35	BS	0.69429	1.50000	.	NONE	.
361	P41	LL	.	11.82000	.	NONE	68.98000
362	P42	LL	.	9.32000	.	NONE	9.32000
363	P43	LL	.	6.35000	.	NONE	6.35000
364	P44	LL	.	4.32000	.	NONE	4.32000
365	P45	LL	.	1.75000	.	NONE	1.75000
366	P51	BS	0.57311	.	.	NONE	.
367	P52	BS	1.00000	.	.	NONE	.
368	P53	BS	1.00000	.	.	NONE	.
369	P54	BS	1.00000	.	.	NONE	.
370	P55	BS	1.00000	.	.	NONE	.
A	371	P551	LL	.	.	NONE	.
A	372	P552	LL	.	.	NONE	.
A	373	P553	LL	.	.	NONE	.
A	374	P554	LL	.	.	NONE	.
A	375	P555	LL	.	.	NONE	.
	376	P61	BS	0.40000	.	NONE	.
	377	P62	BS	1.00000	.	NONE	.

212

COLUMNS SECTION

NUMBER	NAME	STATUS	ACTIVITY	INPUT COST	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	REDUCED COST
423	P143	BS	0.56800	.	.	NONE	.
424	P144	BS	0.78400	.	.	NONE	.
425	P145	BS	1.00000	.	.	NONE	.
426	P151	BS	.	.	.	NONE	.
427	P152	LL	.	.	.	NONE	2.76000
428	P153	FS	.	.	.	NONE	.
429	P154	BS	.	.	.	NONE	.
430	F155	BS	.	.	.	NONE	.
431	P161	BS	0.88125	.	.	NONE	.
432	P162	BS	0.21250	.	.	NONE	.
433	P163	BS	0.40000	.	.	NONE	.
434	P164	BS	0.60625	.	.	NONE	.
435	P165	BS	1.00000	.	.	NONE	.
436	P171	LL	.	.	.	NONE	1.52000
437	P172	BS	1.00000	.	.	NONE	.
438	P173	BS	1.00000	.	.	NONE	.
439	P174	BS	1.00000	.	.	NONE	.
440	P175	BS	0.78571	.	.	NONE	.
441	P181	BS	0.47000	.	.	NONE	.
442	P182	BS	0.56000	.	.	NONE	.
443	P183	BS	0.68000	.	.	NONE	.
444	P184	BS	0.79000	.	.	NONE	.
445	P185	BS	0.90000	.	.	NONE	.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE MECANICA E HIDROLOGIA