

TESIS DE GRADO

MARCO A. MARTICORENA C.

" DESARROLLO HIDRAULICO EN PUQUIO "

MARCO A. MARTICORENA CASTILLO

1964 - 1965

TESIS DE GRADO

I N D I C E

- Sumario
- Capítulo I : Aspectos Económicos
- Capítulo II : Aspectos Técnicos
- Capítulo III : Aspectos de Ingeniería
- Capítulo IV : Aspectos Financieros
- Conclusiones
- Gráficos, Planos y Diagramas

TESIS DE GRADO

1

I N T R O D U C C I O N

El proyecto en estudio, tiene por finalidad, dotar de agua para riego, a la campiña de Puquio, San Andrés y Chilques, distritos de la provincia de Lucanas, en el departamento de Ayacucho; y, a la vez, procurar las plantas de energía eléctrica necesarias para satisfacer la creciente demanda de la ciudad de Puquio, capital de la provincia anteriormente mencionada.

La zona por irrigar, está situada aproximadamente entre las coordenadas: $74^{\circ}00'$ y $74^{\circ}10'$ de Longitud Oeste, y, $14^{\circ}40'$ y $14^{\circ}50'$ de Latitud Sur, a una altura que varía desde 2,600 m.s.n.m. en la zona baja de San Andrés a 3,300 m.s.n.m. en la zona alta de Puquio.

El planteamiento general, consiste en el aprovechamiento de las aguas de los ríos Jolpamayo, Chilques y Negromayo, y de las Lagunas existentes en las cercanías, situadas entre las coordenadas $73^{\circ}45'$ y $74^{\circ}00'$ de Longitud Oeste, y, $14^{\circ}35'$ y $14^{\circ}45'$ de Latitud Sur y a una altura media de 4,200 m.s.n.m. ; represando en dos lagunas: Yauriviri y Tipicocha las aguas de las otras, y lanzando luego el agua a través de cursos naturales y canales ya existentes, hasta la zona de riego, salvo la zona alta de Puquio, para la que será necesario construir un nuevo canal.

El proyecto original (estudio SCIF), contempla la irrigación de alrededor de 5,500 Ha. de tierras eriazas y el mejoramiento del riego en unas 4,000 Ha. que se encuentran actualmente en cultivo.

TESIS DE GRADO

Para el acceso, tanto a la zona de cultivo, como a la región de las lagunas, contamos con la carretera Lima - Nazca - Cuzco, que se encuentra en buen estado de conservación, deteriorándose en épocas de lluvia, pero sin llegar a interrumpir el tráfico vehicular.

Las distancias que median entre la ciudad de Puquio y los posibles mercados de consumo de la producción excedente son las representadas en el cuadro siguiente:

| | | |
|---------------------|--------------------|--------|
| Lima | Nazca | Puquio |
| Carretera Asfaltada | Carretera Afirmada | |
| 447 Km. | 607 Km. | |
| Cuzco | Abancey | Puquio |
| Carretera Afirmada | Carretera Afirmada | |
| 182 Km. | 548 Km. | |

En la actualidad, las principales actividades de la población son la agricultura, la minería, operando en San Juan de Lucanas un importante centro minero, de explotación argentífera y el comercio en menor escala.

La tierra cultivada está repartida en pequeñas parcelas, de explotación familiar, por lo que las obras, de realizarse, beneficiarán a pequeños agricultores, elevando el nivel de vida de estos, a base de mejorar una zona de condiciones favorables para el desarrollo del cultivo de pastos y consecuentemente de la ganadería.

En cuanto a la producción de energía eléctrica, el plan general con-

TESIS DE GRADO

templa la utilización de las aguas regulares para el riego, mediante un proceso de producción de energía por caída libre, de los caudales correspondientes, o partes de ellos, y su restitución a una menor altura, mediante un sistema de bombeo simple o empleando re-bombeo, obteniendo el aprovechamiento de la energía residual.

Este sistema estará, en caso de ser necesario, complementado por plantas térmicas (Diessel), situadas en la ciudad de Puquio.

Paralelamente, se hará el estudio económico de la posibilidad de que toda la energía producida sea térmica, aceptándose la que sea económicamente más beneficiosa.

El combustible, si se aceptara alguna solución en que intervengan máquinas térmicas, será llevado de la ciudad de Lima.

El combustible a usarse, sería petróleo Diessel, que resulta en todo caso más económico que la gasolina.

TESIS DE GRADO

CAPITULO I

ASPECTOS ECONOMICOS

TESIS DE GRADO

CAPITULO I

ASPECTOS ECONOMICOS

IRRIGACION.--

Las tierras, actualmente en cultivo, están distribuidas de la siguiente manera:

Puquio - 1,138 Ha.

San Andrés - 1,283 Ha.

Chilques - 1,605 Ha.

T O T A L - 4,026 Ha.

El agua, para las parcialidades mencionadas se distribuye como sigue, y mediante las obras que a continuación se expone:

La parcialidad de Chilques se riega con las aguas del río Chilques y la laguna Pucacocha - Islacocha, en la cual nace el río anterior. Por medio de una toma en el río se entrega el caudal aprovechando al canal de Chilques, que a su vez distribuye el agua para el riego.

El sobrante de las aguas de la laguna Pucacocha - Islacocha se lanza, por medio de un canal, que se encuentra en estado bastante aceptable, a la laguna Yauriviri, en la que se represa para su posterior utilización en el riego de las parcialidades de Puquio y San Andrés.

Para el riego de estas dos parcialidades, se utiliza además del sobrante de Pucacocha - Islacocha, las aguas propias de la laguna Yauriviri - Or-

TESIS DE GRADO

concocha y del río Jolpamayo.

Las aguas de la laguna Yauriviri, y las represadas allí se entregan a través de una serie de cursos naturales, túneles y canales, a los canales Bajo de Puquio y San Andrés, que a su vez distribuyen el agua en las parcialidades respectivas.

Ninguno de los canales expuestos, salvo el que une las lagunas Puca-cocha y Yauriviri, posee las características técnicas necesarias para su buen funcionamiento, por lo que su utilización adolece de fuertes pérdidas y efectos erosivos notables.

De las tierras en cultivo, gran parte se siembra al secano, los sistemas de cultivo son sumamente primitivos y el uso de abonos se desconoce por completo.

La producción agrícola actual está constituida por: trigo, cebada, papas, maíz y alfalfa, que debido a los factores anteriormente expuestos, tiene un rendimiento bastante bajo, que podría ser elevado mediante la utilización de prácticas de cultivo adecuadas, abonos y la cantidad de riego necesarios.

Según datos del Ingo. J. Sabogal, los rendimientos de los principales cultivos de la zona son: (en Kg. por Ha.)

| <u>Cultivo</u> | <u>Bajo Riego</u> | | <u>Secano</u> | |
|----------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | <u>Año Normal</u> | <u>Año Regular</u> | <u>Año Normal</u> | <u>Año Regular</u> |
| Trigo | 552 | 826 | 345 | 600 |
| Cebada | 900 | 1,200 | 828 | 1,200 |
| Papas | 4,140 | 5,520 | 2,208 | 2,760 |
| Maíz | 828 | 1,380 | | |

TESIS DE GRADO

A la alfalfa se le dá cuatro cortes al año, y alcanza una altura de 0.40 a 0.80 m.

Esta zona, presenta condiciones muy favorables para la ganadería, por lo que sería recomendable la ampliación de los cultivos de pastos.

En la actualidad, el ganado existente se reparte en :

| | | |
|------------|--------|---------|
| Vacunos | 9,200 | cabezas |
| Ovinos | 17,000 | " |
| Auquénidos | 12,000 | " |
| Equinos | 2,600 | " |
| Caprinos | 1,100 | " |
| Porcinos | 4,600 | " |

En las conclusiones del informe del SCIF, obtenemos la recomendación de cultivo de cereales, alfalfa, etc. y la creación de bosques, debido a las fuertes pendientes del terreno y su topografía ondulada, por lo que finalmente, procederemos a considerar cultivos permanentes de trigo y alfalfa.

Los productos sobrantes del consumo local podrán ser destinados a los mercados de Lima, Abancay, Cuzco y pueblos situados en el camino intermedio.

Un mercado muy amplio para los productos ganaderos, por la fuerte demanda existente, sería la ciudad de Lima, donde podría venderse ganado en pie o beneficiado en canales de la zona, pudiendo esta última posibilidad constituir una pequeña industria que redundaría en beneficio del lugar.

TESIS DE GRADO

ENERGIA ELÉCTRICA.-

La carga eléctrica, de acuerdo a la función que se le asigna, puede clasificarse en:

Carga doméstica

Carga comercial

Carga de alumbrado público

Carga industrial

Carga de obras sanitarias

Carga para irrigación y desecación

Carga minera, etc.

En el presente estudio, nos interesa principalmente el estudio de las cuatro primeras enumeradas, de las que nos iremos ocupando progresivamente.

La carga doméstica, está determinada, por la población del lugar, así como por su grado de cultura, las condiciones económicas, el clima, etc., debiéndose tener en cuenta al determinar la energía probable de la demanda, las restricciones en años anteriores y las nuevas aplicaciones que pueda darle la población, así como la afluencia de nuevos pobladores como consecuencia de la implantación de alguna industria.

El estudio de una demanda comercial, en forma separada de la carga doméstica puede conducir a un cálculo más exacto, debido a que si bien, el uso de la energía en ambos casos es aproximadamente el mismo, los ciclos de sus cargas defieren fuertemente.

TESIS DE GRADO

En el caso de Puquio, el separar la carga comercial de la doméstica, podría resultar inútil, debido a la gran similitud existente entre ellas y la pequeña importancia de la energía comercial dentro del conjunto, para pequeñas ciudades agrícolas, tales como Puquio.

Para nuestros cálculos, podemos aceptar los valores obtenidos en la India, debido a la similitud de la situación económica de los dos países, en lo que respecta a las zonas provincianas, valores que están traducidos en la tabla siguiente:

| Población de la localidad a ser electrificada | Promedio anual de consumo de energía por consumidor doméstico. (KW - h) |
|--|---|
| Menos de 2,000 | 30 - 40 |
| De 2,000 a 5,000 | 60 - 80 |
| De 5,000 a 10,000 | 90 - 100 |
| De 10,000 a 20,000 | 110 - 120 |

Nosotros aceptaremos los valores precedentes, como correspondientes a energía combinada, es decir doméstica más comercial, por lo expuesto anteriormente.

La energía demandada por el alumbrado público es relativamente pequeña, pero aun así es necesario su estudio para la determinación de un pronóstico aproximado de la demanda futura.

La demanda, en general depende del ancho y largo de las calles, el nivel de iluminación y el tipo del equipo de iluminación a usarse.

TESIS DE GRADO

En nuestro caso, el tráfico es pequeño y podemos en general considerar la iluminación correspondiente a calles con muy poco tráfico, las que exigen de 0.5 a 1.1 lumens/m² de superficie.

En el alumbrado, usaremos lámparas de vapor de mercurio, que nos dá una larga vida, buena iluminación y cierta facilidad en el manejo.

La vida de estas lámparas es de un promedio de 2,500 horas y la luminosidad producida de 27 a 45 lumens/watt.

La carga industrial, de acuerdo a la potencia utilizada podemos clasificarla en:

Industria familiar.

Pequeñas industrias con carga conectada hasta 25 bhp.

Industrias medias con carga conectada entre 25 y 100 bhp.

Grandes industrias con carga conectada entre 100 y 500 bhp.

Industrias basadas con consumo que excede de 500 bhp.

Como industria familiar pueden considerarse las fábricas operadas por su propietario, con pequeño empleo de mano de obra. En general, la carga será utilizada por elementos mecánicos, originalmente manuales, en que el reemplazo de la energía humana por pequeños motores de 2 a 5 bhp. daría mayores beneficios a la producción.

Será necesario considerar el standard de vida de las gentes de la localidad, así como la posibilidad de que las tarifas para la venta de energía estén dentro de las posibilidades de la población, y los recursos naturales de la zona.

TESIS DE GRADO

En Puquío, existe la posibilidad de la implantación de industria familiar en el ramo de los tejidos, por la abundancia de auquénidos, siendo su lana muy apreciada, no sólo en la zona sino en mercados del exterior.

Como pequeña industria, consideraremos aquellas que no exedan de 25 bhp. de potencia instalada, que puede estar constituida por pequeños talleres, aserraderos, etc.

El consumo de este tipo de energía puede considerarse de 25 a 30 KW-h por persona y año.

Podría considerarse para Puquío, como pequeña industria, el beneficio de ganado, la curtiembre de cueros, u otras industrias derivadas de la ganadería.

En lo que respecta a industria media o gran industria, por el momento, y hasta dentro de muchos años, no será posible su implantación, por lo que en el presente estudio, consideraremos sólo los dos tipos anteriormente expuestos.

Actualmente, el consumo de energía eléctrica se reduce a la producida por un generador Diessel de 32 KW y un grupo electrógeno de 10 KW, funcionando este último sólo en las horas de repunta, pero sin llegar a satisfacer la demanda, produciéndose en las horas de máxima una baja de la tensión eléctrica de 220 V hasta 180 V.

Por otra parte, el Hospital General de Puquío opera dos generadores de 30 KW cada uno para los usos particulares del hospital.

TESIS DE GRADO

11

La Cía. minera San Juan de Lucanas, posee para satisfacer su demanda en las minas, seis generadores Diessel de su propiedad, cuya capacidad oscila entre 320 KW y 430 KW, con una capacidad total de 2,310 KW y dos pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidades de 390 KW y 800 KW, respectivamente, situadas en la zona del río Lucanas.

La energía producida por estas instalaciones satisface justamente las necesidades de la mina, por lo que, no existe que pueda ser vendido y transmitido a Puquio.

Como vemos, del análisis anterior, será necesario aumentar la energía producida, con plantas nuevas que deberán construirse para aprovechar las aguas de las cuencas cercanas, o de ser más económico, plantas térmicas.

Para la determinación de las demandas futuras, consideraremos un periodo de diseño de 15 años, a partir de 1,965 hasta 1,980, después del cual, deberán hacerse nuevos cálculos, de la demanda, realizando los ajustes convenientes, considerando las tendencias, que en ese momento se observen en la demanda de energía de la población.

PREDICCIÓN DE LA DEMANDA FUTURA DE ENERGÍA .-

Según cálculos realizados por la Hidrotecnic Corporation del Perú, la población futura será la que sigue:

| | | | | |
|-----------|------------|------------|-------------|-------------|
| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
| Población | 8,450 hab. | 9,250 hab. | 10,100 hab. | 11,050 hab. |

TESIS DE GRADO

Si consideramos una densidad de 6 personas por familia (en promedio) y 200 m² de terreno por familia, tomando para área de calles y parques un 20% del área total de la ciudad, finalmente tendremos el siguiente cuadro:

| Año | Nº Familiares | Area Construida (Ha.) | Area Calles (30% del total) |
|-------|---------------|----------------------------|--------------------------------|
| 1,965 | 1,408 | 28.16 | 8.05 |
| 1,970 | 1,542 | 30.84 | 8.80 |
| 1,975 | 1,683 | 33.66 | 9.62 |
| 1,980 | 1,841 | 36.82 | 10.50 |

E N E R G I A C O M B I N A D A (DOMESTICA Y COMERCIAL)

| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|-------------------------|---------|---------|-----------|-----------|
| Consumo | | | | |
| Unitario (KW-h/hab/año) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Consumo | | | | |
| Total (KW-h/año) | 845,000 | 925,000 | 1'110,000 | 1'325,000 |

A L U M B R A D O P U B L I C O

| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|------------------|--------|--------|---------|---------|
| Area Calles (Ha) | 8.05 | 8.80 | 9.62 | 10.50 |
| Lumenes Totales | 88,500 | 97,000 | 106,000 | 115,700 |
| K.W. Totales | 2,250 | 3,230 | 3,540 | 3,845 |
| K.W. hora anual | 25,900 | 28,300 | 31,000 | 34,500 |

TESIS DE GRADO

13

NOTA : En el cálculo de energía de alumbrado público he considerado 1.1 lumens/m² y 30 lumens/watt (luz de mercurio).

ENERGIA INDUSTRIAL

| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|----------------------------|--------|---------|---------|---------|
| Energía (KW-hr/hab/año) | 10 | 20 | 20 | |
| por habitante | | | | |
| Energía (KW-hr/año) | 84,500 | 185,000 | 202,000 | 331,500 |
| Total | | | | |

ENERGIA TOTAL

| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Energía (KW-hr/año) | 845,000 | 925,000 | 1'110,000 | 1'325,000 |
| Combinada | | | | |
| Alumbrado (KW-hr/año) | 25,900 | 28,300 | 31,000 | 34,500 |
| Público | | | | |
| Energía (KW-hr/año) | 84,500 | 185,000 | 202,000 | 331,500 |
| Industrial | | | | |
| Energía (KW-hr/año) | 955,400 | 1'138,300 | 1'343,000 | 1'691,000 |
| Total | | | | |
| Consumo (KW-h/hab/año) | 113 | 121 | 133 | 153 |
| Unitario | | | | |
| Potencia (KW) | 109 | 129.5 | 154 | 193 |
| Media | | | | |

TESIS DE GRADO

14

Determinaremos el diagrama diario de cargas, siguiendo las actividades, en forma aproximada de la población, obteniendo el gráfico correspondiente (gráfico # 2), con las características siguientes:

Potencia Media = 31 % de la potencia máxima

Factor de Carga = 3.12

Con estos datos y los de potencias medias anuales obtenidas anteriormente, tendremos las potencias máximas demandadas, como se indica en el cuadro siguiente:

| Año | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Potencia (KW) Máxima | 340 | 405 | 480 | 615 |

Del diagrama de cargas, obtendremos además las curvas de potencia máxima utilizada vs energía aprovechada, y potencia media vs potencia máxima utilizada.

TESIS DE GRADO

15

Cálculo de las curvas de potencias máximas utilizadas vs. energía aprovechada y potencia media.

| Potencia máxima % del pico | Energía utilizada % del total | Potencia media % del pico |
|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 5 | 16.35 | 5 |
| 10 | 32.70 | 10 |
| 15 | 49.05 | 15 |
| 20 | 61.50 | 18.8 |
| 25 | 70.50 | 21.5 |
| 30 | 75.45 | 23.1 |
| 35 | 80.00 | 24.5 |
| 40 | 83.50 | 25.5 |
| 45 | 86.05 | |
| 50 | 88.10 | |
| 55 | 90.60 | |
| 60 | 92.40 | |
| 65 | 94.20 | |
| 70 | 95.95 | |
| 75 | 97.10 | |
| 80 | 97.90 | |
| 85 | 98.70 | |
| 90 | 99.30 | 30.3 |
| 95 | 99.90 | 30.5 |
| 100 | 100.00 | 30.7 = 31 |

TESIS DE GRADO

CAPITULO II

ASPECTOS TECNICOS

TESIS DE GRADO

17

Termometría

Puquio

Aforos

a) Correntómetros.-

Río Negro - Mayo

Río Jolpamayo

Río Chilquez

Toma de San Andrés

Canal Bajo de Puquio

Acequia de Chilquez

b) Vertederos.-

Boquilla de la laguna Yauriviri

Boquilla de la laguna Pucacocha

Boquilla de la laguna Tipicocha

Boquilla de la laguna Sahuacocha

Boquilla de la laguna Apifacocha

Los registros obtenidos en las estaciones ya indicadas son los siguientes:

TESIS DE GRADO

18

EVAPORIMETROS

LAGUNA YAURIVIRI

| Nº de días registrados | 21 | 31 | 31 | 28 | 7 |
|------------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|
| M E S | Noviembre 1,961 | Diciembre 1,961 | Enero 1,962 | Febrero 1,962 | Marzo 1,962 |
| Evaporación | | | | | |
| Total (mm) | 52.0 | 50.4 | 39.1 | 48.0 | 7.0 |

LAGUNA PUCA CO CHA

| Nº de días registrados | 20 | 31 | 31 | 28 | 7 |
|------------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|
| M E S | Noviembre 1,961 | Diciembre 1,961 | Enero 1,962 | Febrero 1,962 | Marzo 1,962 |
| Evaporación | | | | | |
| Total (mm) | 50 | 64 | 63 | 32 | |

TERMICAS

PUQUIO

| M E S | Noviembre 1,961 | Diciembre 1,961 | Enero 1,962 | Febrero 1,962 | Marzo 1,962 |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|----------------|------------------|----------------|
| Temperatura media Máxima °C | 19.8 | 20.8 | 20.1 | 19.7 | 18.2 |
| Temperatura media Mínima °C | 8.4 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 7.8 |
| Temperatura Media °C | 12.3 | 14.6 | 14.1 | 14.0 | 13.0 |

TESIS DE GRADO

En la zona de las lagunas, carecemos de datos en lo que respecta a temperatura, humedad, etc. por lo que tomaremos como ciertos los correspondientes a la Oroya, cuenca que presenta condiciones semejantes, en cuanto a altura y topografía se refiere, y que tomaremos, también como base de correlación para los datos de las lagunas de la región en estudio.

ESTACION CLIMATOLOGICA DE " LA OROYA "

TEMPERATURA MEDIA ANUAL = 6°C

HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL 60 %

Cálculo del coeficiente de esorrentía.-

Sólo las lagunas Yauriviri y Pucacocha, poseen registros de lluvias y aforos de sus cuencas respectivas, pero siendo los caudales salientes de Yauriviri, caudales regulares, no existe relación directa entre los aforos y las alturas de lluvia obtenidas, para esta laguna, y sólo será posible calcular el coeficiente de esorrentía para la laguna Pucacocha, coeficiente que haremos extensivo a todas las demas lagunas, considerando, además, que todas las lagunas poseen características geológicas y topográficas semejantes.

Area de la cuenca = 44.4 Km²

TESIS DE GRADO

20

| AÑO | MES | LLUVIA | | AFOROS Q a (Hs/s) | C = $\frac{Q a}{Q p}$ |
|-------|---------|----------------|---------------|-------------------------|-----------------------|
| | | ALTURA (mm) | Q a (Hs/s) | | |
| 1,961 | Enero | 4.75 | 2,440 | 992 | 0.408 |
| 1,962 | Febrero | 5.60 | 2,870 | 1,250 | 0.435 |
| | | | | | = 0.422 |

Coefficiente medio = 0.422

N O T A : No consideraremos los datos de Noviembre 1,961, por ser un valor representativo del tiempo de llenado de la laguna.

Los valores correspondientes al mes de Febrero, son valores excepcionales y que pueden derivarse del agua almacenada debido al efecto regular.

Considerando el efecto regular del embalse, elevaremos arbitrariamente este coeficiente hasta el valor:

Coefficiente medio = 0.50

Cuenca de la laguna Yauriviri

Determinación de la relación entre altura de lluvia y aforos.

Area de la cuenca = 40 Km²

Sea Q = aforo en lts/seg. que produce una lluvia de h mm. de altura media.

$$h \text{ mm.} \times 40 \text{ Km}^2 \times 10^8 \text{ dm}^2/\text{Km}^2 \times 10^{-2} \text{ dm/mm} \times 0.5$$

$$30 \text{ días} \times 24 \text{ h/día} \times 60 \text{ min/h.} \times 60 \text{ seg/min.}$$

Q = 7.7 h.

TESIS DE GRADO

Determinación del coeficiente de Correlación:

| AÑO | | ALTURA LLUVIA (m m) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|--------------------------|----------|-------------------------------|
| | | OROYA | YAUUVIRI | |
| 1,961 | Diciembre | 120.92 | 125.0 | 1.04 |
| 1,962 | Enero | 67.67 | 103.0 | 1.52 |
| 1,962 | Febrero | 47.75 | 96.0 | 2.01 |
| 1,962 | Marzo | 20.90 | 54.0 | 2.58 |
| | | | | 1.79 |

Coeficiente medio = 1.790

AÑO 1,950

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. YAUUVIRI |
|-----------|-------------|----------|--------------------------------|
| | OROYA | YAUUVIRI | |
| Enero | 152.0 | 272.0 | 2100.0 |
| Febrero | 89.3 | 160.0 | 1235.0 |
| Marzo | 111.0 | 198.5 | 1530.0 |
| Abril | 41.9 | 75.0 | 579.0 |
| Mayo | 15.4 | 27.5 | 212.0 |
| Junio | 1.6 | 2.9 | 22.4 |
| Julio | 7.8 | 14.0 | 108.0 |
| Agosto | 5.4 | 9.7 | 74.9 |
| Setiembre | 31.1 | 55.8 | 430.0 |
| Octubre | 47.0 | 84.1 | 649.5 |
| Noviembre | 68.0 | 122.0 | 940.0 |
| Diciembre | 99.0 | 177.0 | 1440.0 |

TESIS DE GRADO

A Ñ O 1,951

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 35.8 | 64.0 | 494.0 |
| Febrero | 10.7 | 19.2 | 148.0 |
| Marzo | 9.5 | 17.0 | 131.0 |
| Abril | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mayo | 13.4 | 33.0 | 254.0 |
| Junio | 16.6 | 29.6 | 229.0 |
| Julio | 60.0 | 107.5 | 825.0 |
| Agosto | 76.2 | 136.2 | 1050.0 |
| Setiembre | 94.1 | 168.5 | 1300.0 |
| Octubre | 96.0 | 172.0 | 1325.0 |
| Noviembre | 103.2 | 184.0 | 1415.0 |
| Diciembre | 104.5 | 187.0 | 1440.0 |

A Ñ O 1,952

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|---------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 77.98 | 139.0 | 1070.0 |
| Febrero | 86.11 | 154.0 | 1185.0 |
| Marzo | 104.65 | 187.0 | 1440.0 |
| Abril | 42.16 | 75.2 | 580.0 |
| Mayo | 10.67 | 19.2 | 148.0 |
| Junio | 14.22 | 26.0 | 200.0 |

TESIS DE GRADO

A Ñ O 1,952

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Julio | 8.64 | 15.5 | 119.5 |
| Agosto | 18.80 | 33.5 | 258.0 |
| Setiembre | 67.06 | 120.2 | 925.0 |
| Octubre | 26.42 | 47.1 | 364.0 |
| Noviembre | 140.72 | 252.0 | 1940.0 |
| Diciembre | 54.10 | 97.0 | 749.0 |

A Ñ O 1,953

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 78.99 | 141.5 | 1085.0 |
| Febrero | 119.63 | 214.0 | 1640.0 |
| Marzo | 99.06 | 178.0 | 1370.0 |
| Abril | 46.23 | 82.8 | 639.0 |
| Mayo | 20.57 | 37.0 | 285.0 |
| Junio | 12.70 | 22.7 | 174.5 |
| Julio | 6.85 | 12.3 | 94.8 |
| Agosto | 35.56 | 64.0 | 494.0 |
| Setiembre | 19.30 | 34.5 | 265.5 |
| Octubre | 45.21 | 81.0 | 623.0 |
| Noviembre | 94.74 | 169.5 | 1305.0 |
| Diciembre | 50.55 | 90.5 | 697.0 |

TESIS DE GRADO

A Ñ O 1,954

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | Oroya | Yauriviri | Yauriviri |
| Enero | 90.17 | 161.8 | 1245.0 |
| Febrero | 118.11 | 212.0 | 1635.0 |
| Marzo | 75.18 | 135.0 | 1040.0 |
| Abril | 44.96 | 80.5 | 620.0 |
| Mayo | 17.02 | 30.5 | 235.0 |
| Junio | 8.13 | 14.6 | 112.5 |
| Julio | 3.05 | 5.5 | 42.4 |
| Agosto | 5.33 | 9.6 | 74.0 |
| Setiembre | 22.35 | 40.0 | 380.0 |
| Octubre | 77.22 | 138.2 | 1070.0 |
| Noviembre | 67.06 | 120.0 | 924.0 |
| Diciembre | 115.06 | 206.0 | 1590.0 |

A Ñ O 1,955

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|---------|-------------|-----------|--------------------|
| | Oroya | Yauriviri | Yauriviri |
| Enero | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 80.26 | 143.8 | 1105.0 |
| Marzo | 105.41 | 191.0 | 1470.0 |
| Abril | 12.95 | 23.5 | 170.5 |
| Mayo | 61.21 | 111.5 | 857.0 |
| Junio | 6.60 | 12.0 | 92.3 |

TESIS DE GRADO

A Ñ O 1,955

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Julio | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 5.59 | 10.5 | 81.0 |
| Setiembre | 32.26 | 58.5 | 450.0 |
| Octubre | 29.21 | 53.0 | 409.0 |
| Noviembre | 27.94 | 50.8 | 391.0 |
| Diciembre | 72.90 | 132.0 | 1020.0 |

A Ñ O 1,956

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 78.23 | 140.0 | 1080.0 |
| Febrero | 75.69 | 136.8 | 1059.0 |
| Marzo | 106.68 | 192.0 | 1480.0 |
| Abril | 20.07 | 37.0 | 285.0 |
| Mayo | 44.45 | 79.8 | 614.0 |
| Junio | 6.10 | 10.9 | 84.0 |
| Julio | 19.81 | 35.5 | 273.0 |
| Agosto | 15.75 | 28.2 | 217.0 |
| Setiembre | 46.48 | 83.0 | 640.0 |
| Octubre | 44.20 | 79.0 | 609.0 |
| Noviembre | 44.20 | 79.0 | 609.0 |
| Diciembre | 19.05 | 34.1 | 263.0 |

TESIS DE GRADO

26

A Ñ O 1,957

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 73.81 | 132.0 | 1019.0 |
| Febrero | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Marzo | 47.14 | 84.2 | 650.0 |
| Abril | 32.38 | 57.9 | 445.0 |
| Mayo | 17.32 | 30.9 | 237.5 |
| Junio | 10.70 | 19.2 | 148.0 |
| Julio | 5.31 | 9.5 | 73.0 |
| Agosto | 21.18 | 38.0 | 292.5 |
| Setiembre | 41.96 | 75.0 | 579.0 |
| Octubre | 44.99 | 80.2 | 619.0 |
| Noviembre | 21.28 | 38.0 | 293.0 |
| Diciembre | 45.75 | 81.9 | 630.0 |

A Ñ O 1,958

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|---------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 75.87 | 135.8 | 1043.0 |
| Marzo | 94.38 | 169.0 | 1300.0 |
| Abril | 30.81 | 55.0 | 424.0 |
| Mayo | 12.83 | 23.0 | 177.0 |
| Junio | 3.64 | 6.5 | 50.0 |

TESIS DE GRADO

AÑO 1,958

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. YAURIVIRI |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 4.21 | 7.5 | 57.8 |
| Setiembre | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 62.48 | 112.0 | 862.0 |
| Noviembre | 28.53 | 51.2 | 395.0 |
| Diciembre | 57.55 | 103.0 | 793.0 |

AÑO 1,959

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. YAURIVIRI |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | |
| Enero | 113.11 | 202.0 | 1555.0 |
| Febrero | 103.32 | 184.0 | 1420.0 |
| Marzo | 46.17 | 82.7 | 635.0 |
| Abril | 35.64 | 63.9 | 490.0 |
| Mayo | 36.96 | 66.0 | 509.0 |
| Junio | 0.25 | 0.5 | 3.9 |
| Julio | 14.87 | 26.6 | 205.0 |
| Agosto | 40.30 | 72.0 | 555.0 |
| Setiembre | 31.93 | 57.0 | 439.0 |
| Octubre | 50.37 | 90.0 | 692.0 |
| Noviembre | 94.89 | 170.0 | 1810.0 |
| Diciembre | 33.75 | 60.4 | 465.0 |

TESIS DE GRADO

AÑO 1.960

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 94.13 | 168.5 | 1300.0 |
| Febrero | 102.29 | 182.5 | 1405.0 |
| Marzo | 72.24 | 133.0 | 1205.0 |
| Abril | 39.35 | 70.0 | 540.0 |
| Mayo | 30.05 | 54.5 | 420.0 |
| Junio | 23.13 | 41.4 | 318.0 |
| Julio | 2.64 | 4.7 | 36.2 |
| Agosto | 29.04 | 52.4 | 404.0 |
| Setiembre | 27.79 | 49.5 | 381.0 |
| Octubre | 43.37 | 77.4 | 595.0 |
| Noviembre | 21.61 | 38.7 | 298.0 |
| Diciembre | 116.64 | 208.0 | 1600.0 |

AÑO 1.961

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|---------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 99.60 | 178.0 | 1370.0 |
| Febrero | 60.70 | 108.5 | 835.0 |
| Marzo | 83.41 | 150.0 | 1155.0 |
| Abril | 67.54 | 120.5 | 930.0 |
| Mayo | 44.96 | 80.0 | 617.0 |
| Junio | 3.23 | 5.8 | 45.5 |

TESIS DE GRADO

29

A Ñ O 1,961

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|--------------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Julio | 1.70 | 3.4 | 26.2 |
| Agosto | 10.69 | 20.9 | 160.5 |
| Setiembre | 44.96 | 80.0 | 617.0 |
| Octubre | 45.08 | 82.0 | 630.0 |
| Noviembre | 70.79 | 126.0 | 970.0 |
| Diciembre | 120.02 | 125.0 (dato) | 960.0 |

A Ñ O 1,962

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|--------------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 64.67 | 103.0 (dato) | 790.0 |
| Febrero | 47.75 | 96.0 (dato) | 740.0 |
| Marzo | 85.29 | 153.0 | 1200.0 |
| Abril | 52.17 | 93.5 | 720.0 |
| Mayo | 10.90 | 19.5 | 150.0 |
| Junio | 0.64 | 1.1 | 8.5 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 12.62 | 22.5 | 173.5 |
| Setiembre | 21.31 | 38.0 | 292.0 |
| Octubre | 10.03 | 18.0 | 138.3 |
| Noviembre | 35.00 | 62.7 | 481.0 |
| Diciembre | 82.62 | 148.0 | 1140.0 |

TESIS DE GRADO

AÑO 1,963

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | YAURIVIRI | YAURIVIRI |
| Enero | 88.14 | 158.0 | 1220.0 |
| Febrero | 82.22 | 147.0 | 1135.0 |
| Marzo | 67.62 | 121.0 | 930.0 |
| Abril | 87.58 | 156.2 | 1205.0 |
| Mayo | 4.57 | 8.2 | 63.1 |
| Junio | 1.42 | 2.5 | 19.2 |
| Julio | 0.36 | 0.6 | 4.6 |
| Agosto | 10.14 | 18.1 | 139.5 |
| Setiembre | 51.56 | 92.0 | 710.0 |
| Octubre | 51.84 | 92.3 | 710.0 |
| Noviembre | 53.44 | 95.9 | 737.0 |
| Diciembre | 44.98 | 80.5 | 620.0 |

TESIS DE GRADO

31

Cuenca de la laguna PUCACOCHA

Relación entre altura de lluvia y aforos:

$$Q = 8.51 \text{ h.}$$

Determinación del Coeficiente de Correlación.-

| AÑO | MES | ALTURA LLUVIA (m m) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|--------------------------|-----------|-------------------------------|
| | | OROYA | PUCACOCHA | |
| 1,961 | Diciembre | 120.02 | 111.0 | 0.925 |
| 1,962 | Enero | 67.67 | 138.0 | 2.050 |
| 1,962 | Febrero | 47.75 | 66.0 | 1.385 |
| 1,962 | Marzo | 20.90 | 95.0 | (4.550) |
| | | | | 1.450 |

Coeficiente medio = 1.450

TESIS DE GRADO

A Ñ O 1,950

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 152.0 | 220.0 | 1880.0 |
| Febrero | 89.3 | 129.8 | 1105.0 |
| Marzo | 111.0 | 160.5 | 1375.0 |
| Abril | 41.9 | 60.5 | 518.0 |
| Mayo | 15.4 | 22.4 | 191.0 |
| Junio | 1.6 | 2.3 | 19.6 |
| Julio | 7.8 | 11.4 | 97.3 |
| Agosto | 5.4 | 7.8 | 66.8 |
| Setiembre | 31.1 | 45.2 | 385.5 |
| Octubre | 47.0 | 68.0 | 580.0 |
| Noviembre | 68.0 | 98.7 | 840.0 |
| Diciembre | 99.0 | 14.4 | 123.0 |

A Ñ O 1,951

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|---------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 35.8 | 52.0 | 444.0 |
| Febrero | 10.7 | 15.5 | 132.0 |
| Marzo | 9.5 | 13.8 | 117.5 |
| Abril | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mayo | 18.4 | 26.6 | 227.0 |
| Junio | 16.6 | 24.0 | 205.0 |

TESIS DE GRADO

33

AÑO 1,951

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACocha) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------------------|
| | OROYA | PUCACocha | |
| Julio | 60.0 | 87.0 | 740.0 |
| Agosto | 76.2 | 110.5 | 945.0 |
| Setiembre | 94.1 | 136.5 | 1160.0 |
| Octubre | 96.0 | 139.0 | 1180.0 |
| Noviembre | 103.2 | 149.5 | 1270.0 |
| Diciembre | 104.5 | 152.0 | 1295.0 |

AÑO 1,952

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACocha) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------------------|
| | OROYA | PUCACocha | |
| Enero | 77.98 | 112.2 | 960.0 |
| Febrero | 86.11 | 125.3 | 1065.0 |
| Marzo | 104.65 | 152.0 | 1295.0 |
| Abril | 42.16 | 61.1 | 521.0 |
| Mayo | 10.67 | 15.5 | 132.0 |
| Junio | 14.22 | 20.7 | 176.0 |
| Julio | 8.64 | 12.5 | 106.5 |
| Agosto | 18.80 | 27.2 | 232.0 |
| Setiembre | 67.06 | 97.5 | 830.0 |
| Octubre | 26.42 | 37.2 | 317.0 |
| Noviembre | 140.72 | 204.5 | 1740.0 |
| Diciembre | 54.10 | 79.0 | 672.0 |

TESIS DE GRADO

34

A Ñ O 1,953

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|-----------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 78.99 | 114.2 | 975.0 |
| Febrero | 119.63 | 173.5 | 1475.0 |
| Marzo | 99.06 | 144.0 | 1225.0 |
| Abril | 46.23 | 67.2 | 572.0 |
| Mayo | 20.57 | 30.0 | 255.0 |
| Junio | 12.70 | 18.4 | 156.0 |
| Julio | 6.85 | 9.9 | 84.2 |
| Agosto | 35.56 | 51.9 | 440.0 |
| Setiembre | 19.30 | 28.0 | 239.0 |
| Octubre | 45.21 | 65.3 | 559.5 |
| Noviembre | 94.74 | 13.7 | 116.5 |
| Diciembre | 50.55 | 73.1 | 625.0 |

A Ñ O 1,954

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) |
|---------|-------------|-----------|----------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 90.17 | 131.0 | 1115.0 |
| Febrero | 118.11 | 172.5 | 1470.0 |
| Marzo | 75.18 | 109.5 | 930.0 |
| Abril | 44.96 | 65.0 | 552.0 |
| Mayo | 17.02 | 24.6 | 210.0 |
| Junio | 8.13 | 11.8 | 100.5 |

TESIS DE GRADO

35

AÑO 1,954

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACOCHA |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | |
| Julio | 3.05 | 4.4 | 37.5 |
| Agosto | 5.33 | 7.7 | 65.3 |
| Setiembre | 22.35 | 32.3 | 275.0 |
| Octubre | 77.22 | 112.0 | 955.0 |
| Noviembre | 67.06 | 97.3 | 830.0 |
| Diciembre | 115.06 | 166.5 | 1420.0 |

AÑO 1,955

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACOCHA |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | |
| Enero | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 80.26 | 116.5 | 980.0 |
| Marzo | 105.41 | 152.5 | 1300.0 |
| Abril | 12.95 | 188.0 | 1600.0 |
| Mayo | 61.21 | 89.0 | 760.0 |
| Junio | 6.60 | 96.5 | 821.0 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 5.59 | 8.1 | 69.0 |
| Setiembre | 32.26 | 46.8 | 399.5 |
| Octubre | 29.21 | 42.4 | 360.0 |
| Noviembre | 27.94 | 40.5 | 345.0 |
| Diciembre | 72.90 | 155.0 | 1320.0 |

TESIS DE GRADO

36

A Ñ O 1,956

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 78.23 | 114.2 | 970.0 |
| Febrero | 75.69 | 109.5 | 830.0 |
| Marzo | 106.68 | 154.3 | 1320.0 |
| Abril | 20.07 | 30.0 | 255.0 |
| Mayo | 44.45 | 64.5 | 550.0 |
| Junio | 6.10 | 8.9 | 75.9 |
| Julio | 19.81 | 29.8 | 254.0 |
| Agosto | 15.75 | 22.9 | 194.0 |
| Setiembre | 46.48 | 67.5 | 575.0 |
| Octubre | 44.20 | 64.0 | 545.0 |
| Noviembre | 44.20 | 64.0 | 545.0 |
| Diciembre | 19.05 | 27.6 | 235.0 |

A Ñ O 1,957

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./ seg.) |
|---------|-------------|-----------|-----------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 73.81 | 107.0 | 910.0 |
| Febrero | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Marzo | 47.14 | 68.5 | 585.0 |
| Abril | 32.38 | 46.9 | 400.0 |
| Mayo | 17.32 | 25.1 | 214.5 |
| Junio | 10.70 | 15.5 | 132.0 |

TESIS DE GRADO

37

AÑO 1,957

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Julio | 5.31 | 7.7 | 65.7 |
| Agosto | 21.18 | 30.7 | 262.0 |
| Setiembre | 41.96 | 60.9 | 518.0 |
| Octubre | 44.99 | 65.1 | 557.0 |
| Noviembre | 21.28 | 30.9 | 263.0 |
| Diciembre | 45.75 | 66.3 | 565.0 |

AÑO 1,958

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 75.87 | 110.0 | 938.0 |
| Marzo | 94.38 | 137.0 | 1165.0 |
| Abril | 30.81 | 44.7 | 380.0 |
| Mayo | 12.83 | 18.6 | 158.5 |
| Junio | 3.64 | 5.3 | 45.2 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 4.21 | 6.1 | 52.0 |
| Setiembre | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 62.48 | 90.8 | 771.0 |
| Noviembre | 28.53 | 41.5 | 354.0 |
| Diciembre | 57.55 | 83.4 | 710.0 |

TESIS DE GRADO

38

A Ñ O 1,959

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 113.11 | 164.0 | 1400.0 |
| Febrero | 103.32 | 150.0 | 1280.0 |
| Marzo | 46.17 | 67.0 | 571.0 |
| Abril | 35.64 | 51.9 | 442.0 |
| Mayo | 36.96 | 53.4 | 455.0 |
| Junio | 0.25 | 0.4 | 3.4 |
| Julio | 14.87 | 21.6 | 184.0 |
| Agosto | 40.30 | 58.5 | 500.0 |
| Setiembre | 31.93 | 46.2 | 394.5 |
| Octubre | 50.37 | 73.0 | 622.0 |
| Noviembre | 94.89 | 138.0 | 1175.0 |
| Diciembre | 33.75 | 49.0 | 418.0 |

A Ñ O 1,960

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|---------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 94.13 | 137.0 | 1170.0 |
| Febrero | 102.29 | 148.3 | 1270.0 |
| Marzo | 72.24 | 105.0 | 895.0 |
| Abril | 39.35 | 57.0 | 486.0 |
| Mayo | 30.05 | 44.2 | 376.0 |
| Junio | 23.13 | 33.6 | 287.0 |

TESIS DE GRADO

39

A Ñ O 1,960

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Julio | 2.64 | 3.8 | 32.5 |
| Agosto | 29.04 | 42.2 | 360.0 |
| Setiembre | 27.79 | 40.4 | 344.0 |
| Octubre | 43.37 | 62.9 | 535.0 |
| Noviembre | 21.61 | 31.5 | 269.0 |
| Diciembre | 116.64 | 169.0 | 1440.0 |

A Ñ O 1,961

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. |
|-----------|-------------|-----------|--------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | PUCACOCHA |
| Enero | 99.60 | 144.0 | 1230.0 |
| Febrero | 60.70 | 88.0 | 750.0 |
| Marzo | 83.41 | 121.0 | 1035.0 |
| Abril | 67.54 | 98.0 | 835.0 |
| Mayo | 44.96 | 65.1 | 558.0 |
| Junio | 3.23 | 4.7 | 40.0 |
| Julio | 1.70 | 2.5 | 21.3 |
| Agosto | 10.69 | 15.5 | 132.0 |
| Setiembre | 44.96 | 65.1 | 558.0 |
| Octubre | 45.08 | 65.3 | 558.0 |
| Noviembre | 70.79 | 102.5 | 873.0 |
| Diciembre | 120.02 | 111.0 | 948.0 |

TESIS DE GRADO

40

A Ñ O 1,962

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACOCHA |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | |
| Enero | 67.67 | 138.0 | 1180.0 |
| Febrero | 47.75 | 66.0 | 563.0 |
| Marzo | 85.29 | 124.0 | 1060.0 |
| Abril | 52.17 | 76.0 | 649.0 |
| Mayo | 10.90 | 15.8 | 134.5 |
| Junio | 0.64 | 0.9 | 7.7 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 12.62 | 18.4 | 157.0 |
| Setiembre | 21.31 | 31.0 | 264.5 |
| Octubre | 10.03 | 14.9 | 127.0 |
| Noviembre | 35.00 | 51.0 | 435.0 |
| Diciembre | 82.62 | 119.5 | 1020.0 |

A Ñ O 1,963

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACOCHA |
|---------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | |
| Enero | 88.14 | 128.0 | 1090.0 |
| Febrero | 82.22 | 119.4 | 1015.0 |
| Marzo | 67.62 | 97.9 | 832.0 |
| Abril | 87.58 | 126.7 | 1080.0 |
| Mayo | 4.57 | 6.6 | 56.3 |
| Junio | 1.42 | 2.1 | 17.9 |

TESIS DE GRADO

41

A Ñ O 1,963

| AÑO | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg. PUCACOCHA |
|-----------|-------------|-----------|---------------------------------|
| | OROYA | PUCACOCHA | |
| Julio | 0.36 | 0.5 | 4.3 |
| Agosto | 10.14 | 14.7 | 125.5 |
| Setiembre | 51.56 | 74.5 | 635.0 |
| Octubre | 51.84 | 75.0 | 640.0 |
| Noviembre | 53.44 | 77.8 | 661.0 |
| Diciembre | 44.98 | 65.0 | 554.0 |

Cuencas de las lagunas Apinacocha, Sahuacocha y Tipicocha

Relación entre alturas de lluvia y aforos:

Apinacocha $Q = 2.98 \text{ h.}$

Sahuzcocha $Q = 7.70 \text{ h.}$

Tipicocha $Q = 6.10 \text{ h.}$

Cálculo del coeficiente de correlación.-

En estas lagunas, no existen estaciones pluviométricas, pero encontrándose entre las lagunas ya estudiadas de Yauriviri y Pucacocha, podemos considerar un coeficiente de correlación promedio de los calculos de las dos últimas mencionadas para ellas.

$$C = \frac{1.45 + 1.79}{2} = 1.62$$

TESIS DE GRADO

42

A Ñ O 1,950

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 152.0 | 250.0 | 745.0 | 1925.0 | 1525.0 |
| Febrero | 89.3 | 144.5 | 431.0 | 1115.0 | 880.0 |
| Marzo | 111.0 | 180.0 | 537.0 | 1385.0 | 1100.0 |
| Abril | 41.9 | 67.9 | 201.0 | 521.0 | 414.5 |
| Mayo | 15.4 | 25.6 | 76.3 | 197.5 | 157.0 |
| Junio | 1.6 | 2.6 | 7.8 | 20.0 | 15.9 |
| Julio | 7.8 | 12.8 | 38.0 | 98.7 | 78.0 |
| Agosto | 5.4 | 8.8 | 26.2 | 62.9 | 53.8 |
| Setiembre | 31.1 | 50.5 | 150.0 | 389.0 | 308.0 |
| Octubre | 47.0 | 76.0 | 226.0 | 585.0 | 464.5 |
| Noviembre | 68.0 | 110.0 | 327.0 | 849.0 | 670.0 |
| Diciembre | 99.0 | 160.0 | 486.0 | 1233.0 | 978.0 |

TESIS DE GRADO

43

AÑO 1,951

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 35.8 | 58.0 | 172.5 | 441.0 | 354.0 |
| Febrero | 10.7 | 17.4 | 52.0 | 132.0 | 106.0 |
| Marzo | 9.5 | 15.4 | 46.0 | 117.5 | 94.0 |
| Abril | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Mayo | 18.4 | 29.8 | 89.0 | 226.0 | 182.0 |
| Junio | 16.6 | 26.9 | 80.0 | 204.0 | 164.0 |
| Julio | 60.0 | 97.1 | 290.0 | 742.0 | 594.0 |
| Agosto | 76.2 | 124.0 | 370.0 | 955.0 | 758.0 |
| Setiembre | 94.1 | 152.5 | 455.0 | 1155.0 | 930.0 |
| Octubre | 96.0 | 180.0 | 538.0 | 1370.0 | 1100.0 |
| Noviembre | 103.2 | 166.5 | 496.0 | 1265.0 | 1010.0 |
| Diciembre | 104.5 | 169.5 | 505.0 | 1265.0 | 1030.0 |

TESIS DE GRADO

44

A Ñ O 1,952

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|-----------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | TIPICOCHA | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICOCHA |
| Enero | 77.98 | 126.0 | 375.0 | 970.0 | 770.0 |
| Febrero | 86.11 | 140.0 | 416.0 | 1078.0 | 855.0 |
| Marzo | 104.65 | 169.5 | 505.0 | 1300.0 | 1030.0 |
| Abril | 42.16 | 68.3 | 204.0 | 525.0 | 416.0 |
| Mayo | 10.67 | 17.3 | 50.8 | 133.0 | 105.5 |
| Junio | 14.22 | 23.1 | 69.0 | 178.0 | 141.0 |
| Julio | 8.64 | 14.0 | 41.6 | 108.0 | 85.0 |
| Agosto | 18.80 | 30.5 | 91.0 | 235.0 | 186.0 |
| Setiembre | 67.06 | 109.0 | 325.0 | 840.0 | 665.0 |
| Octubre | 26.42 | 42.6 | 127.0 | 392.0 | 260.0 |
| Noviembre | 140.72 | 237.0 | 710.0 | 1800.0 | 1445.0 |
| Diciembre | 54.10 | 88.0 | 262.0 | 678.0 | 538.0 |

TESIS DE GRADO

45

A Ñ O 1,953

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICOCHA |
| Enero | 78.99 | 128.0 | 381.0 | 985.0 | 781.0 |
| Febrero | 119.63 | 193.0 | 583.0 | 1485.0 | 1180.0 |
| Marzo | 99.06 | 161.0 | 480.0 | 1240.0 | 980.0 |
| Abril | 46.23 | 73.3 | 219.0 | 565.0 | 448.0 |
| Mayo | 20.57 | 33.5 | 100.0 | 257.0 | 205.0 |
| Junio | 12.70 | 20.5 | 61.0 | 158.0 | 125.0 |
| Julio | 6.85 | 11.1 | 33.1 | 85.4 | 67.9 |
| Agosto | 35.56 | 57.8 | 172.0 | 445.0 | 352.0 |
| Setiembre | 19.30 | 31.2 | 93.0 | 240.0 | 190.0 |
| Octubre | 45.21 | 73.1 | 218.0 | 564.0 | 446.0 |
| Noviembre | 94.74 | 153.5 | 456.0 | 1180.0 | 935.0 |
| Diciembre | 50.55 | 82.0 | 245.0 | 632.0 | 500.0 |

TESIS DE GRADO

46

A Ñ O 1,954

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APINACocha | APINACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 90.17 | 146.0 | 435.0 | 1125.0 | 890.0 |
| Febrero | 118.11 | 192.0 | 572.0 | 1480.0 | 1170.0 |
| Marzo | 75.18 | 122.0 | 364.5 | 945.0 | 745.0 |
| Abril | 44.96 | 72.9 | 216.0 | 560.0 | 455.0 |
| Mayo | 17.02 | 27.5 | 82.0 | 212.0 | 168.0 |
| Junio | 8.13 | 13.2 | 39.4 | 102.0 | 80.5 |
| Julio | 3.05 | 4.9 | 14.6 | 37.8 | 29.9 |
| Agosto | 5.33 | 8.6 | 25.6 | 66.2 | 52.4 |
| Setiembre | 22.35 | 36.2 | 108.0 | 279.0 | 220.5 |
| Octubre | 77.22 | 125.5 | 373.0 | 968.0 | 750.0 |
| Noviembre | 67.06 | 109.5 | 325.0 | 842.0 | 667.0 |
| Diciembre | 115.06 | 186.0 | 552.0 | 1435.0 | 1135.0 |

TESIS DE GRADO

47

A Ñ O 1,955

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 80.26 | 130.0 | 385.0 | 1000.0 | 793.0 |
| Marzo | 105.41 | 171.0 | 510.0 | 1318.0 | 1045.0 |
| Abril | 12.95 | 21.0 | 62.0 | 1618.0 | 1280.0 |
| Mayo | 61.21 | 99.2 | 296.0 | 763.0 | 607.0 |
| Junio | 6.60 | 10.7 | 31.7 | 82.4 | 65.3 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 5.59 | 9.0 | 26.8 | 69.0 | 55.0 |
| Setiembre | 32.26 | 52.2 | 156.0 | 404.0 | 319.5 |
| Octubre | 29.21 | 47.4 | 140.5 | 364.5 | 290.0 |
| Noviembre | 27.94 | 45.0 | 134.0 | 345.5 | 275.0 |
| Diciembre | 72.90 | 118.0 | 350.0 | 910.0 | 720.0 |

TESIS DE GRADO

A. MARTICORENA C.

48

A Ñ O 1,956

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 78.23 | 127.0 | 376.0 | 979.0 | 775.0 |
| Febrero | 75.69 | 122.5 | 364.0 | 943.0 | 750.0 |
| Marzo | 106.68 | 172.5 | 510.5 | 1330.0 | 1050.0 |
| Abril | 20.07 | 33.5 | 99.3 | 258.0 | 205.0 |
| Mayo | 44.45 | 72.0 | 215.0 | 552.0 | 440.0 |
| Junio | 6.10 | 9.9 | 29.5 | 76.2 | 60.5 |
| Julio | 19.81 | 32.1 | 95.0 | 248.0 | 196.0 |
| Agosto | 15.75 | 25.5 | 75.2 | 196.0 | 156.0 |
| Setiembre | 46.48 | 75.1 | 224.5 | 580.0 | 460.0 |
| Octubre | 44.20 | 71.7 | 213.0 | 551.0 | 437.0 |
| Noviembre | 44.20 | 71.7 | 213.0 | 551.0 | 437.0 |
| Diciembre | 19.05 | 30.9 | 91.3 | 238.0 | 188.0 |

TESIS DE GRADO

A. MARTICORENA C.

49

A Ñ O 1,957

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICOCHA |
| Enero | 73.81 | 119.5 | 355.0 | 920.0 | 729.0 |
| Febrero | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Marzo | 47.14 | 76.3 | 227.0 | 589.5 | 465.0 |
| Abril | 32.38 | 52.2 | 156.0 | 402.0 | 320.0 |
| Mayo | 17.32 | 28.0 | 83.4 | 215.5 | 175.0 |
| Junio | 10.70 | 17.4 | 52.0 | 134.0 | 106.0 |
| Julio | 5.31 | 8.6 | 25.6 | 66.3 | 52.5 |
| Agosto | 21.18 | 34.4 | 102.0 | 265.0 | 210.0 |
| Setiembre | 41.96 | 68.0 | 203.0 | 524.0 | 415.0 |
| Octubre | 44.99 | 73.0 | 218.0 | 562.0 | 445.0 |
| Noviembre | 21.28 | 34.3 | 103.0 | 264.5 | 210.0 |
| Diciembre | 45.75 | 74.0 | 220.0 | 570.0 | 452.0 |

TESIS DE GRADO

A. MARTICORENA C.

50

A Ñ O 1,958

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACocha | APIÑACocha | SAHUACocha | TIPICOCHA |
| Enero | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Febrero | 75.87 | 122.5 | 365.0 | 943.5 | 750.0 |
| Marzo | 94.38 | 153.0 | 455.0 | 1130.0 | 932.0 |
| Abril | 30.81 | 50.0 | 149.0 | 385.0 | 305.0 |
| Mayo | 12.83 | 20.8 | 60.9 | 160.0 | 127.0 |
| Junio | 3.64 | 5.9 | 17.6 | 45.5 | 36.0 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 4.21 | 6.8 | 20.3 | 52.3 | 41.5 |
| Setiembre | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 62.48 | 101.0 | 300.0 | 779.0 | 615.0 |
| Noviembre | 28.53 | 46.2 | 137.5 | 355.5 | 282.0 |
| Diciembre | 57.55 | 90.0 | 267.0 | 693.0 | 550.0 |

TESIS DE GRADO

51

A Ñ O 1,959

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACOAHA | APIÑACOAHA | SAHUACOAHA | TIPICOCHA |
| Enero | 113.11 | 180.0 | 537.0 | 1385.0 | 1100.0 |
| Febrero | 103.32 | 167.0 | 497.0 | 1285.0 | 1020.0 |
| Marzo | 46.17 | 75.0 | 223.5 | 579.0 | 459.0 |
| Abril | 35.64 | 57.9 | 172.0 | 445.0 | 352.0 |
| Mayo | 36.96 | 60.0 | 179.0 | 463.0 | 366.0 |
| Junio | 0.25 | 0.4 | 1.2 | 3.1 | 2.4 |
| Julio | 14.87 | 24.1 | 72.0 | 186.0 | 148.0 |
| Agosto | 40.30 | 65.2 | 194.0 | 503.0 | 398.0 |
| Setiembre | 31.93 | 51.9 | 154.0 | 400.0 | 315.5 |
| Octubre | 50.37 | 81.9 | 244.5 | 630.0 | 500.0 |
| Noviembre | 94.89 | 157.0 | 467.0 | 1210.0 | 960.0 |
| Diciembre | 33.75 | 54.7 | 163.0 | 420.0 | 334.0 |

TESIS DE GRADO

52

A Ñ O 1,960

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts/seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|---------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APINACocha | APINACocha | SAHUACocha | TIPICocha |
| Enero | 94.13 | 156.0 | 465.0 | 1200.0 | 951.0 |
| Febrero | 102.29 | 166.0 | 495.0 | 1280.0 | 1015.0 |
| Marzo | 72.24 | 117.0 | 349.0 | 900.0 | 713.0 |
| Abril | 39.35 | 63.7 | 189.0 | 490.0 | 388.0 |
| Mayo | 30.05 | 49.5 | 147.5 | 382.0 | 302.0 |
| Junio | 23.13 | 37.5 | 112.0 | 289.0 | 229.0 |
| Julio | 2.64 | 4.3 | 12.8 | 33.1 | 26.2 |
| Agosto | 29.04 | 47.3 | 142.2 | 365.0 | 289.0 |
| Setiembre | 27.79 | 45.0 | 134.0 | 347.0 | 275.0 |
| Octubre | 43.37 | 70.0 | 209.0 | 540.0 | 428.0 |
| Noviembre | 21.61 | 35.0 | 104.0 | 270.0 | 214.0 |
| Diciembre | 116.64 | 179.0 | 531.0 | 1380.0 | 1095.0 |

TESIS DE GRADO

53

A Ñ O 1,961

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|----------|----------------------|----------|---------|
| | OROYA | APIÑACOA | APIÑACOA | SAHUACOA | TIPICOA |
| Enero | 99.60 | 161.3 | 480.0 | 1240.0 | 983.0 |
| Febrero | 60.70 | 98.0 | 292.0 | 755.0 | 599.5 |
| Marzo | 83.41 | 135.5 | 403.0 | 1040.0 | 827.0 |
| Abril | 67.54 | 109.5 | 326.0 | 840.0 | 669.0 |
| Mayo | 44.96 | 73.0 | 218.0 | 562.0 | 445.0 |
| Junio | 3.23 | 5.2 | 15.5 | 40.0 | 31.7 |
| Julio | 1.70 | 2.8 | 8.4 | 21.5 | 17.1 |
| Agosto | 10.69 | 17.4 | 51.9 | 134.0 | 106.0 |
| Setiembre | 44.96 | 73.0 | 217.5 | 562.0 | 445.0 |
| Octubre | 45.08 | 74.0 | 220.0 | 570.0 | 452.0 |
| Noviembre | 70.79 | 114.5 | 340.0 | 880.0 | 700.0 |
| Diciembre | 120.02 | 195.0 | 580.0 | 1500.0 | 1190.0 |

TESIS DE GRADO

54

A Ñ O 1,962

| MES | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACOAHA | APIÑACOAHA | SAHUACOCHA | TIPICOCHA |
| Enero | 67.67 | 109.7 | 326.0 | 840.0 | 669.0 |
| Febrero | 47.75 | 77.1 | 230.0 | 595.0 | 471.0 |
| Marzo | 85.29 | 139.8 | 415.0 | 1078.0 | 850.0 |
| Abril | 52.17 | 84.8 | 253.0 | 652.0 | 519.0 |
| Mayo | 10.90 | 17.6 | 52.4 | 136.0 | 107.5 |
| Junio | 0.64 | 1.0 | 3.0 | 7.7 | 6.1 |
| Julio | 0.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 12.62 | 20.5 | 61.0 | 158.0 | 125.0 |
| Setiembre | 21.31 | 34.5 | 103.0 | 265.5 | 210.0 |
| Octubre | 10.03 | 16.7 | 49.7 | 128.5 | 102.0 |
| Noviembre | 35.00 | 56.8 | 169.0 | 437.0 | 346.0 |
| Diciembre | 82.62 | 134.5 | 403.0 | 1040.0 | 822.0 |

TESIS DE GRADO

55

A Ñ O 1,963

| | Lluvia (mm) | | Aforos (lts./seg.) | | |
|-----------|-------------|-------------------------------------|----------------------|------------|-----------|
| | OROYA | APIÑACOA SAHUACOCHA TIPICOCHA | APIÑACOA | SAHUACOCHA | TIPICOCHA |
| Enero | 88.14 | 144.0 | 430.0 | 1110.0 | 880.0 |
| Febrero | 82.22 | 134.0 | 400.0 | 1035.0 | 820.0 |
| Marzo | 67.62 | 110.0 | 328.0 | 849.5 | 670.0 |
| Abril | 87.58 | 142.0 | 424.0 | 1020.0 | 868.0 |
| Mayo | 4.57 | 7.4 | 22.0 | 57.0 | 45.3 |
| Junio | 1.42 | 2.3 | 6.9 | 17.8 | 14.0 |
| Julio | 0.36 | 0.6 | 1.8 | 4.6 | 3.8 |
| Agosto | 10.14 | 15.6 | 46.5 | 120.0 | 95.2 |
| Setiembre | 51.56 | 83.7 | 249.9 | 645.0 | 511.0 |
| Octubre | 51.84 | 83.9 | 250.0 | 645.0 | 511.0 |
| Noviembre | 53.44 | 86.9 | 259.0 | 660.0 | 527.0 |
| Diciembre | 44.98 | 73.0 | 218.0 | 562.0 | 445.0 |

TESIS DE GRADO

56

Cuenca del Río Chilques.-

Los datos de aforos del Río Chilques, registrados, los compararemos por correlación con los del río "Y", cuya cuenca presenta condiciones geológicas, topográficas y climatológicas, semejantes a las de la cuenca del río Chilques.

El caudal del río Chilques se incrementa con las aguas entregadas a este por la laguna Pucacocha. Esta laguna entrega el resto de su caudal, al canal que la une a la laguna Yauriviri, en el que consideraremos una pérdida por conducción del 20% del caudal, debido a las condiciones actuales del canal.

Deducidos los incrementos en los caudales, obtenemos, para el río Chilques los caudales netos:

| AÑO | 1,961 | 1,962 | 1,962 | 1,962 |
|---------------|-----------|---------|---------|---------|
| MES | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
| Q (lts./seg.) | 564.8 | 3,300.4 | 3,813.0 | 2,064.0 |

Cálculo del Coeficiente de Correlación.-

| AÑO | MES | Aforos (lts./seg.) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|--------------------|--------------|----------------------------|
| | | RIO "Y" | RIO CHILQUES | |
| 1,961 | Diciembre | 1388 | 564.8 | 0.408 |
| 1,962 | Enero | 3910 | 3300.4 | 0.845 |
| 1,962 | Febrero | 5221 | 3813.0 | 0.730 |
| 1,962 | Marzo | 5155 | 2064.0 | 0.402 |
| | | | | 0.600 |

Coeficiente medio = 0.600

TESIS DE GRADO

57

A Ñ O 1,957

| MES | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 4214 | 2530 |
| Febrero | 3164 | 1905 |
| Marzo | 3289 | 1970 |
| Abril | 2473 | 1485 |
| Mayo | 1017 | 610 |
| Junio | 761 | 458 |
| Julio | 546 | 327 |
| Agosto | 491 | 295 |
| Setiembre | 614 | 369 |
| Octubre | 1003 | 600 |
| Noviembre | 713 | 429 |
| Diciembre | 511 | 307 |

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 1217 | 728 |
| Febrero | 1863 | 1118 |
| Marzo | 4600 | 2755 |
| Abril | 2613 | 1565 |
| Mayo | 568 | 340 |
| Junio | 536 | 320 |

TESIS DE GRADO

58

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Julio | 524 | 315 |
| Agosto | 434 | 260 |
| Setiembre | 403 | 242 |
| Octubre | 399 | 240 |
| Noviembre | 689 | 412 |
| Diciembre | 348 | 209 |

A Ñ O 1,959

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 1553 | 930 |
| Febrero | 1897 | 1135 |
| Marzo | 1652 | 935 |
| Abril | 1700 | 1020 |
| Mayo | 1078 | 645 |
| Junio | 802 | 481 |
| Julio | 518 | 310 |
| Agosto | 341 | 205 |
| Setiembre | 538 | 322 |
| Octubre | 538 | 322 |
| Noviembre | 457 | 275 |
| Diciembre | 1625 | 977 |

TESIS DE GRADO

59

A Ñ O 1,960

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 1708 | 1027 |
| Febrero | 4782 | 2845 |
| Marzo | 6932 | 4160 |
| Abril | 2945 | 1760 |
| Mayo | 1251 | 750 |
| Junio | 544 | 327 |
| Julio | 471 | 284 |
| Agosto | 321 | 193 |
| Setiembre | 318 | 191 |
| Octubre | 464 | 278 |
| Noviembre | 3428 | 2050 |
| Diciembre | 1388 | 833 |

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 3911 | 2350 |
| Febrero | 5221 | 3140 |
| Marzo | 5155 | 3100 |
| Abril | 3669 | 2200 |
| Mayo | 1204 | 724 |
| Junio | 697 | 417 |

TESIS DE GRADO

60

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Julio | 424 | 254 |
| Agosto | 328 | 197 |
| Setiembre | 488 | 294 |
| Octubre | 499 | 300 |
| Noviembre | 609 | 365 |
| Diciembre | 1094 | 655 |

A Ñ O 1,962

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 2219 | 1332 |
| Febrero | 8339 | 5000 |
| Marzo | 4789 | 2870 |
| Abril | 2269 | 1360 |
| Mayo | 1077 | 647 |
| Junio | 561 | 338 |
| Julio | 478 | 286 |
| Agosto | 393 | 235 |
| Setiembre | 449 | 270 |
| Octubre | 433 | 260 |
| Noviembre | 1184 | 710 |
| Diciembre | 1430 | 854 |

TESIS DE GRADO

61

A Ñ O 1,963

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|--------------|
| | RIO "Y" | RIO CHILQUES |
| Enero | 2003 | 1200 |
| Febrero | 3639 | 2180 |
| Marzo | 4104 | 2460 |
| Abril | 1946 | 1170 |
| Mayo | 910 | 547 |
| Junio | 614 | 360 |
| Julio | 387 | 232 |
| Agosto | 309 | 185 |
| Setiembre | 288 | 173 |
| Octubre | 576 | 345 |
| Noviembre | 550 | 330 |
| Diciembre | 1192 | 714 |

TESIS DE GRADO

62

Cuenca del Rio Jolpamayo.-

Compararemos los datos del Rio Jolpamayo, con los del Rio "X", cuya cuenca posee características geológicas, topográficas y climatológicas semejantes.

El caudal del Rio Colpamayo (o Jolpamayo) , se ve incrementado por las aguas regulares de la laguna Yauriviri, por lo que, considerando una pérdida del 20% del caudal, en la conducción de este caudal adicional de Yauriviri al Rio Jolpamayo, cifra que he tomado en base a experiencias anteriores sobre el rio, y deduciendolo del caudal total, hallaremos los caudales netos siguientes:

| AÑO | 1961 | 1961 | 1962 | 1962 | 1962 |
|---------------|-----------|-----------|-------|---------|--------|
| MES | Noviembre | Diciembre | Enero | Febrero | Marzo |
| Q (lts./seg.) | 9.2 | 321.1 | 803.4 | 903.0 | 1974.0 |

Cálculo del coeficiente de correlación.-

| AÑO | MES | Aforos (lts./seg.) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|--------------------|---------------|----------------------------|
| | | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO | |
| 1,961 | Noviembre | 56.7 | 9.2 | |
| 1,961 | Diciembre | 185.2 | 321.1 | 1.74 |
| 1,962 | Enero | 262.1 | 803.4 | 3.06 |
| 1,962 | Febrero | 310.0 | 903.0 | 2.91 |
| 1,962 | Marzo | 348.4 | 1974.0 | 5.65 |
| | | | | 3.34 |

Coeficiente medio = 3.34

TESIS DE GRADO

63

A Ñ O 1,957

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 153.0 | 510.0 |
| Febrero | 437.7 | 1458.0 |
| Marzo | 494.2 | 1645.0 |
| Abril | 210.3 | 705.0 |
| Mayo | 115.6 | 385.0 |
| Junio | 71.8 | 239.0 |
| Julio | 51.0 | 170.0 |
| Agosto | 48.6 | 162.0 |
| Setiembre | 51.8 | 172.0 |
| Octubre | 57.8 | 192.0 |
| Noviembre | 53.6 | 178.0 |
| Diciembre | 56.3 | 188.0 |

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 88.4 | 295.0 |
| Febrero | 269.8 | 900.0 |
| Marzo | 272.9 | 900.0 |
| Abril | 264.3 | 877.0 |
| Mayo | 131.6 | 438.0 |
| Junio | 57.2 | 191.0 |

TESIS DE GRADO

64

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Julio | 46.4 | 154.0 |
| Agosto | 44.6 | 149.0 |
| Setiembre | 46.0 | 154.0 |
| Octubre | 49.7 | 166.0 |
| Noviembre | 52.9 | 176.0 |
| Diciembre | 54.4 | 182.0 |

A Ñ O 1,959

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 67.2 | 225.0 |
| Febrero | 277.6 | 923.0 |
| Marzo | 251.4 | 840.0 |
| Abril | 219.1 | 730.0 |
| Mayo | 82.4 | 275.0 |
| Junio | 47.6 | 159.0 |
| Julio | 38.8 | 129.0 |
| Agosto | 35.4 | 118.0 |
| Setiembre | 37.4 | 124.0 |
| Octubre | 40.3 | 134.0 |
| Noviembre | 49.2 | 164.0 |
| Diciembre | 67.1 | 225.0 |

TESIS DE GRADO

65

A Ñ O 1,960

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 114.7 | 382.0 |
| Febrero | 239.9 | 800.0 |
| Marzo | 359.2 | 1195.0 |
| Abril | 108.6 | 362.0 |
| Mayo | 67.9 | 225.0 |
| Junio | 48.1 | 160.0 |
| Julio | 38.8 | 129.0 |
| Agosto | 37.0 | 123.0 |
| Setiembre | 33.1 | 110.0 |
| Octubre | 44.5 | 148.0 |
| Noviembre | 40.6 | 136.0 |
| Diciembre | 52.2 | 174.0 |

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 51.4 | 172.0 |
| Febrero | 367.0 | 1220.0 |
| Marzo | 367.6 | 1220.0 |
| Abril | 358.4 | 1195.0 |
| Mayo | 99.7 | 332.0 |
| Junio | 52.2 | 174.0 |

TESIS DE GRADO

66

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Julio | 44.1 | 147.0 |
| Agosto | 41.5 | 138.0 |
| Setiembre | 36.8 | 122.0 |
| Octubre | 52.4 | 175.0 |
| Noviembre | 56.7 | 186.0 |
| Diciembre | 185.2 | 617.0 |

A Ñ O 1,962

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 262.1 | 839.0 |
| Febrero | 310.0 | 1035.0 |
| Marzo | 348.4 | 1160.0 |
| Abril | 134.8 | 450.0 |
| Mayo | 69.1 | 230.0 |
| Junio | 48.2 | 161.0 |
| Julio | 44.4 | 143.0 |
| Agosto | 43.5 | 145.0 |
| Setiembre | 45.4 | 151.0 |
| Octubre | 50.8 | 169.0 |
| Noviembre | 61.1 | 204.0 |
| Diciembre | 59.4 | 198.0 |

TESIS DE GRADO

67

| Mes | <u>A Ñ O</u> <u>1,963</u> | |
|-----------|---------------------------|---------------|
| | Aforos (lts./seg.) | |
| | RIO "X" | RIO JOLPAMAYO |
| Enero | 359.3 | 1195.0 |
| Febrero | 453.5 | 1510.0 |
| Marzo | 635.6 | 2120.0 |
| Abril | 145.9 | 485.0 |
| Mayo | 95.6 | 318.0 |
| Junio | 67.1 | 225.0 |
| Julio | 45.3 | 151.0 |
| Agosto | 46.2 | 154.0 |
| Setiembre | 57.4 | 191.0 |
| Octubre | 62.9 | 209.0 |
| Noviembre | 94.3 | 315.0 |
| Diciembre | 59.2 | 198.0 |

TESIS DE GRADO

68

Cuenca del Rio Negro - Mayo .-

Compararemos, por correlación, los datos registrados del Rio Negro - Mayo, en sus condiciones climatológicas, topográficas y geológicas.

Cálculo del Coeficiente de Correlación.-

| AÑO | MES | Aforos (lts./seg.) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|--------------------|---------------|----------------------------|
| | | RIO "X" | RIO NEGROMAYO | |
| 1,961 | Noviembre | 56.7 | 129 | 2.28 |
| 1,961 | Diciembre | 185.2 | 354 | 1.91 |
| 1,962 | Enero | 262.1 | 1033 | 3.92 |
| 1,962 | Febrero | 310.0 | 1319 | 4.25 |
| 1,962 | Marzo | 348.4 | 1923 | 5.53 |
| | | | | 3.58 |

Coeficiente medio = 3.58

TESIS DE GRADO

69

A Ñ O 1,957

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 153.0 | 549.0 |
| Febrero | 437.7 | 1563.0 |
| Marzo | 494.2 | 1762.0 |
| Abril | 210.8 | 757.0 |
| Mayo | 115.6 | 413.0 |
| Junio | 71.8 | 256.0 |
| Julio | 51.0 | 182.5 |
| Agosto | 48.6 | 174.0 |
| Setiembre | 51.8 | 182.5 |
| Octubre | 57.8 | 206.0 |
| Noviembre | 53.6 | 182.0 |
| Diciembre | 56.3 | 202.0 |

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 88.4 | 317.0 |
| Febrero | 269.8 | 965.0 |
| Marzo | 272.9 | 980.0 |
| Abril | 264.3 | 943.0 |
| Mayo | 131.6 | 470.0 |
| Junio | 57.2 | 205.0 |

TESIS DE GRADO

70

A Ñ O 1,958

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|------------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Julio | 46.4 | 166.0 |
| Agosto | 44.6 | 160.0 |
| Septiembre | 46.0 | 164.5 |
| Octubre | 49.7 | 178.0 |
| Noviembre | 52.9 | 188.5 |
| Diciembre | 54.4 | 195.0 |

A Ñ O 1,959

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|------------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 67.2 | 241.0 |
| Febrero | 277.6 | 995.0 |
| Marzo | 251.4 | 900.0 |
| Abril | 219.1 | 782.0 |
| Mayo | 82.4 | 295.0 |
| Junio | 47.6 | 171.0 |
| Julio | 38.8 | 139.0 |
| Agosto | 35.4 | 126.5 |
| Septiembre | 37.4 | 134.0 |
| Octubre | 40.3 | 144.0 |
| Noviembre | 49.2 | 176.0 |
| Diciembre | 67.1 | 241.0 |

TESIS DE GRADO

71

A Ñ O 1,960

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 114.7 | 410.0 |
| Febrero | 239.9 | 860.0 |
| Marzo | 359.2 | 1280.0 |
| Abril | 108.6 | 390.0 |
| Mayo | 67.9 | 243.0 |
| Junio | 48.1 | 172.0 |
| Julio | 58.8 | 149.0 |
| Agosto | 37.0 | 132.5 |
| Setiembre | 33.1 | 118.5 |
| Octubre | 44.5 | 159.5 |
| Noviembre | 40.6 | 146.0 |
| Diciembre | 52.2 | 187.5 |

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|---------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 51.4 | 184.5 |
| Febrero | 367.0 | 1315.0 |
| Marzo | 367.6 | 1320.0 |
| Abril | 358.4 | 1280.0 |
| Mayo | 99.7 | 356.0 |
| Junio | 52.2 | 187.5 |

TESIS DE GRADO

72

A Ñ O 1,961

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Julio | 44.1 | 158.0 |
| Agosto | 41.5 | 148.5 |
| Setiembre | 56.8 | 132.0 |
| Octubre | 52.4 | 188.0 |
| Noviembre | 56.7 | 203.0 |
| Diciembre | 185.2 | 661.0 |

A Ñ O 1,962

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 262.1 | 940.0 |
| Febrero | 310.0 | 1110.0 |
| Marzo | 348.4 | 1250.0 |
| Abril | 134.8 | 455.0 |
| Mayo | 69.1 | 248.0 |
| Junio | 48.2 | 172.5 |
| Julio | 44.4 | 159.0 |
| Agosto | 43.5 | 156.0 |
| Setiembre | 45.4 | 162.0 |
| Octubre | 50.8 | 182.0 |
| Noviembre | 61.1 | 219.5 |
| Diciembre | 59.4 | 213.0 |

TESIS DE GRADO

73

A Ñ O 1,963

| Mes | Aforos (lts./seg.) | |
|-----------|--------------------|---------------|
| | RIO "X" | RIO NEGROMAYO |
| Enero | 359.3 | 1285.0 |
| Febrero | 543.5 | 1620.0 |
| Marzo | 635.6 | 2270.0 |
| Abril | 145.9 | 512.0 |
| Mayo | 95.6 | 342.0 |
| Junio | 67.1 | 241.0 |
| Julio | 45.3 | 162.0 |
| Agosto | 46.2 | 165.5 |
| Setiembre | 57.4 | 205.0 |
| Octubre | 62.9 | 225.0 |
| Noviembre | 94.8 | 339.5 |
| Diciembre | 59.2 | 212.0 |

TESIS DE GRADO

74

Zona de Cultivo.-

Latitud 14°42'00" S.

Longitud 74°07'30" O.

Compararemos los datos pluviométricos de la zona por irrigar, con los de la estación "Mojón", en la cuenca del Rio Pativilca, de condiciones generales, semejantes a las de la estación "Puquio".

Cálculo del Coeficiente de Correlación:

| AÑO | MES | Lluvia Total (mm) | | COEFICIENTE DE CORRELACION |
|-------|-----------|----------------------|--------|-------------------------------|
| | | MOJON | PUQUIO | |
| 1,961 | Diciembre | | 78.0 | |
| 1,962 | Enero | 138.5 | 94.5 | 0.68 |
| 1,962 | Febrero | 145.8 | 83.0 | 0.57 |
| | | | | 0.625 |

Coeficiente medio = 0.625

NOTA: Para los efectos del trabajo de Tesis, desconociendo los datos posteriores a 1,960 en la Estación "Mojón", he realizado un corrimiento cronológico, considerando los datos de 1,960 como correspondientes a 1,962, lo que nos dará valores del coeficiente de correlación distintos de los reales, pero que en caso de carecerse de otros datos, podrían considerarse, dando en todo caso, un factor de seguridad.

TESIS DE GRADO

75

A Ñ O 1,957

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 79.0 | 49.5 |
| Febrero | 238.8 | 149.5 |
| Marzo | 227.8 | 142.5 |
| Abril | 66.8 | 41.7 |
| Mayo | 41.3 | 25.9 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 0.0 | 0.0 |
| Setiembre | 23.1 | 14.5 |
| Octubre | 35.8 | 22.5 |
| Noviembre | 26.1 | 16.4 |
| Diciembre | 77.8 | 48.5 |

A Ñ O 1,958

| Mes | Lluvia (mm) | |
|---------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 133.7 | 83.2 |
| Febrero | 85.1 | 53.3 |
| Marzo | 194.4 | 122.0 |
| Abril | 139.7 | 87.0 |
| Mayo | 59.5 | 37.3 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |

TESIS DE GRADO

76

A Ñ O 1,958

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 21.3 | 13.4 |
| Setiembre | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 26.1 | 16.4 |
| Noviembre | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 0.0 | 0.0 |

A Ñ O 1,959

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 124.5 | 78.0 |
| Febrero | 31.6 | 19.8 |
| Marzo | 80.2 | 50.3 |
| Abril | 63.2 | 39.6 |
| Mayo | 4.3 | 2.7 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 0.0 | 0.0 |
| Setiembre | 16.4 | 10.3 |
| Octubre | 85.0 | 53.3 |
| Noviembre | 15.8 | 9.9 |
| Diciembre | 21.3 | 13.4 |

TESIS DE GRADO

77

A Ñ O 1,960

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 115.6 | 72.0 |
| Febrero | 109.3 | 68.1 |
| Marzo | 176.0 | 110.0 |
| Abril | 30.4 | 19.0 |
| Mayo | 21.3 | 13.4 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 0.0 | 0.0 |
| Setiembre | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 60.1 | 37.6 |
| Noviembre | 9.1 | 5.7 |
| Diciembre | 47.8 | 29.8 |

A Ñ O 1,961

| Mes | Lluvia (mm) | |
|---------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 32.2 | 20.2 |
| Febrero | 0.0 | 0.0 |
| Marzo | 243.0 | 152.0 |
| Abril | 153.7 | 95.8 |
| Mayo | 82.0 | 51.3 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |

TESIS DE GRADO

78

A Ñ O 1,961

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 0.0 | 0.0 |
| Setiembre | 0.0 | 0.0 |
| Octubre | 49.2 | 30.8 |
| Noviembre | 0.0 | 0.0 |
| Diciembre | 225.4 | 141.5 |

A Ñ O 1,962

| Mes | Lluvia (mm) | |
|-----------|----------------|-----------------|
| | ESTACION MOJON | ESTACION PUQUIO |
| Enero | 138.5 | 86.2 |
| Febrero | 145.8 | 91.0 |
| Marzo | 120.3 | 75.3 |
| Abril | 132.4 | 83.0 |
| Mayo | 27.9 | 17.4 |
| Junio | 0.0 | 0.0 |
| Julio | 0.0 | 0.0 |
| Agosto | 0.0 | 0.0 |
| Setiembre | 13.4 | 8.4 |
| Octubre | 39.5 | 24.7 |
| Noviembre | 65.6 | 41.0 |
| Diciembre | 27.3 | 17.1 |

TESIS DE GRADO

79

Geología.-

En lo que respecta a la geología de la región, la única información que poseemos es el informe del reconocimiento preliminar de la zona de las lagunas, realizado por el Ing. J. Luis Sayán, en Diciembre de 1,958, en el que leemos:

" La zona de Yauriviri, geológicamente se extiende sobre una zona de rocas, en que predominan las ígneas, desde el tipo andesítico, hasta las basálticas, en la laguna Pucacocha.

Tiene diaclases que le son características, como las del tipo columnar, pero la desintegración que ocasionan en la roca no es muy considerable para afectar a su consistencia.

Cubriendo el área de Yauriviri, tenemos materiales detríticos, arcillosos principalmente, así como también algunos depósitos de arena en las playas de la lagunas "

Si bien, de este informe obtenemos una visión panorámica de la geología de la región, carecemos en absoluto del conocimiento de las condiciones geológicas de las boquillas de las lagunas en las que habrá de construirse presas o anclarse estructuras de toma, así como de las fajas de canales y túneles, información que será necesaria para el diseño de estas obras.

Fluviografía.-

La región de Puquio, en general, es una quebrada, por cuyo fondo corre el rio Chilques.

TESIS DE GRADO

80

Las tierras cultivadas, están constituidas por las laderas de los cerros, caracterizados por su topografía ondulada y de fuertes pendientes, que oscilan entre el 20 y 40%.

Debido, justamente a estas pendientes, es posible, que bajo el riego se produzcan erosiones considerables, por lo que se deberá usar prácticas de cultivo especiales, siendo recomendable sembrar trigo, cebada, alfalfa, etc., así como bosques tupidos, y, en general cultivos de alta densidad, que no permitan el lavado del terreno.

Suelos.-

La clasificación de suelos, tiene por objeto, el determinar dentro de las tierras, que resulten aptas para el cultivo, cuales son las que poseen mejores condiciones y además, cuales son las que no deberán usarse, ya que su utilización sería antieconómica debido a los fuertes desembolsos que originaría su preparación.

En la clasificación de los suelos, se consideran esencialmente tres factores: suelo, topografía y drenaje, pudiéndose en ciertos casos, variar esta clasificación en función de factores económicos o sociales.

En el caso de la sierra peruana, en que la mayor parte del terreno cultivable, posee características extremadamente malas, sobre todo, en lo referente a topografía, no es posible aceptar la clasificación general de suelos, ya que gran parte de las tierras no cumplirían con las condiciones mínimas exigidas para la consideración de tierra apta.

Del estudio de suelos, realizado por el SCIF, en la zona, se concluye

TESIS DE GRADO

81

que los suelos de la región, son de origen residual, cuyo desarrollo se ha experimentado in-situ, a partir del material madre, que casi no ha sufrido transporte.

En general, los suelos de Puquio pueden clasificarse en dos series:

- a) Serie Puquio
- b) Serie San Andrés

Los suelos de la serie Puquio, son profundos, de textura franco arcilloso limoso, color gris oscuro, con concreciones blancas de 0.5 a 1 cm. de diámetro, estructura de bloques angulares muy finos. De demaje bueno, pendiente de 2 a 3% , ondulada. Erosión ligera y con una capa arcillosa de 1.80 a 2.00 m. de profundidad.

El área ocupada por esta serie es pequeña (5 a 10% del área total de la zona explotada actualmente); lo que impera es la serie San Andrés.

Los suelos de la serie San Andrés, abarcan casi la totalidad de los taludes de los cerros, de pendientes oscilantes entre 20 y 40% , de caracter ondulado y que constituye la zona explotada agricolamente en Puquio.

El suelo es poco profundo (30 a 40 cm.), de textura franco limosa a franco arcilloso limosa, marrón rojizo y de consistencia dura. A más de 30 ó 40 cm. se encuentra el material o la roca madre.

Drenaje topográfico; 20 a 30% de grava superficial de 6 a 8 cm. de diámetro.

La erosión producida es moderada en toda la extensión.

Los suelos de Puquio, en general, poseen bajo contenido de Nitrógeno y materia orgánica, por lo que será necesario dotarlos de estos elementos.

TESIS DE GRADO

82

En cuanto a elementos fosfatados, potásicos y CaO, los suelos de la zona los contienen en cantidad suficiente.

Como conclusión del análisis anterior, encontramos que la mayor parte de las tierras no son aptas para el cultivo, pero considerando prácticas de cultivo y rotación adecuadas, podrán ser aprovechadas, sobre todo para pastos y cultivos de cereales o forestales.

La región, presenta, en cambio condiciones muy favorables para la ganadería, por lo que incidiremos en este punto, considerando una rotación de cultivos anuales de trigo y alfalfa, dando la mayor parte de las tierras al cultivo de alfalfa, y las de mejores condiciones, al cultivo de trigo.

TESIS DE GRADO

Las tierras del proyecto, están constituidas por 4,026 Ha. actualmente en uso, aunque gran parte de ella se cultiva al seco, y 5,800 Ha. nuevas, de tierras incultas, en la zona alta de Puquio, que habrán de irrigarse en caso que exista un volúmen sobrante de agua, suficiente para ellas, después de deducir los gastos en las tierras actualmente en cultivo para las que habrá que mejorar el riego.

Estudiaremos, primeramente, la posibilidad de irrigar el total de 9,826 Ha., con la distribución siguiente:

| | |
|---------|-----------|
| Alfalfa | 7,800 Ha. |
| Trigo | 2,026 Ha. |

Las fuentes de obtención del agua, serían:

Rio Chilques
Río Jolpamayo
Río Negro-Mayo
Laguna Yauriviri
Laguna Pucacocha
Laguna Tipicocha
Laguna Sahuacocha
Laguna Apiñacocha,

que nos darán, aparte de la precipitación local en la zona a irrigarse, el máximo volúmen aprovechable.

ESTUDIO DE LA POSIBILIDAD DE IRRIGAR EL TOTAL DE 9,826 Ha.

REQUERIMIENTOS DE AGUA

| MES | %Horas de Sol | Temperatura °C | $F = \frac{(1.8t + 32)}{100} \times P$ | Alfalfa (7,800 Ha.) K Um = K x F (cm.) | Trigo (2,026 Ha.) K Um = K x F (cm.) |
|-----------|------------------|-------------------|--|--|--|
| Enero | 9.03 | 14.4 | 5.25 | 2.10 11.05 | 1.78 9.35 |
| Febrero | 9.96 | 13.7 | 5.65 | 2.10 11.90 | 1.78 10.05 |
| Marzo | 8.54 | 14.2 | 4.91 | 2.10 10.35 | 1.78 8.75 |
| Abril | 7.99 | 13.8 | 4.54 | 2.10 9.51 | 1.78 8.08 |
| Mayo | 8.02 | 12.4 | 4.36 | 2.10 9.18 | 1.78 7.76 |
| Junio | 7.64 | 11.9 | 4.09 | 2.10 8.58 | 1.78 7.29 |
| Julio | 7.96 | 11.3 | 4.18 | 2.10 8.80 | 1.78 7.44 |
| Agosto | 8.16 | 12.1 | 4.38 | 2.10 9.20 | 1.78 7.80 |
| Setiembre | 8.17 | 12.9 | 4.51 | 2.10 9.50 | 1.78 8.04 |
| Octubre | 8.72 | 14.1 | 5.00 | 2.10 10.50 | 1.78 8.90 |
| Noviembre | 8.69 | 14.3 | 5.00 | 2.10 10.50 | 1.78 8.90 |
| Diciembre | 9.11 | 14.0 | 5.22 | 2.10 11.00 | 1.78 9.30 |

REQUERIMIENTOS DE AGUA (CONTINUACION)

| MES | Lluvia (cm.) 75% de persistencia | Alfalfa (7,800 Ha.) | | Trigo (2,026 Ha.) | | Volúmen Total 60% de eficiencia (+) | Volúmen Total acumulado (+) |
|------------|-------------------------------------|---------------------|----------------|-------------------|----------------|---|-----------------------------------|
| | | Um-Lluvia (cm) | Volúmen (+) | Um-Lluvia (cm) | Volúmen (+) | | |
| Enero | 6.07 | 4.98 | 3.99 | 3.28 | 0.665 | 7.790 | 7.790 |
| Febrero | 5.70 | 6.20 | 4.84 | 4.35 | 0.880 | 9.550 | 17.340 |
| Marzo | 9.26 | 1.09 | 0.85 | 0.00 | 0.000 | 1.415 | 18.755 |
| Abril | 4.06 | 5.45 | 4.25 | 4.02 | 0.815 | 8.420 | 27.175 |
| Mayo | 1.54 | 7.64 | 5.97 | 6.22 | 1.260 | 12.050 | 39.225 |
| Junio | 0.00 | 8.58 | 6.70 | 7.29 | 1.485 | 13.600 | 52.825 |
| Julio | 0.00 | 8.80 | 6.87 | 7.44 | 1.510 | 13.950 | 66.775 |
| Agosto | 0.00 | 9.20 | 7.18 | 7.80 | 1.580 | 14.550 | 81.325 |
| Septiembre | 0.00 | 9.50 | 7.41 | 8.04 | 1.630 | 15.050 | 96.375 |
| Octubre | 2.36 | 8.14 | 6.35 | 6.54 | 1.325 | 12.800 | 109.175 |
| Noviembre | 0.49 | 10.01 | 7.80 | 8.41 | 1.705 | 15.850 | 125.025 |
| Diciembre | 1.52 | 9.48 | 7.78 | 7.78 | 1.575 | 14.900 | 139.925 |

TOTAL = 139.925 mil. de m³

(+) millones de m³

TESIS DE GRADO

102

El agua que discurre por el Rio Jolpamayo, así como las aguas provenientes de las lagunas Yauriviri y Pucacocha, se dividen entre las parcialidades de Puquio y San Andrés, y según el presente estudio, deberá incrementarse la dotación de las mismas, aprovechando las aguas de las otras lagunas de la zona, salvo las de Apiñacocha, y las de Sahuacocha; esta última, en caso que el aprovechamiento de las aguas del Rio Negro-Mayo resulte más económico.

Esto nos proporciona dos alternativas de aprovechamiento hidroeléctrico:

a) Utilización de las aguas de regadío de la parcialidad de Puquio, produciendo energía por caída libre, del caudal total, o parte de él, y restituyendo por medio de un sistema de bombeo el agua a una menor altura, lo que nos proporcionará una cantidad de energía aprovechable igual a la diferencia entre la energía total producida y la utilizada en la restitución del agua para riego.

b) Derivación de las aguas de la laguna Apiñacocha, para su utilización en la producción de energía eléctrica primeramente, sirviendo luego estas aguas para los regantes situados a lo largo del rio Jolpamayo, aguas abajo de Puquio.

Esta solución comprendería las obras de un corte, para dar salida a las aguas de la laguna Apiñacocha, así como la ampliación de los canales Pucacocha-Yauriviri (2º tramo) y el canal de Puquio, así como también la elevación de la presa en la laguna Yauriviri, para regular la salida de este nuevo caudal.

TESIS DE GRADO

103

Estas alternativas hidroeléctricas, deberán compararse económicamente con la alternativa de una central térmica de producción eléctrica en Puquio.

Para el estudio de la energía producida, bajo distintas condiciones de flujo, consideraremos:

$$\text{Caudal máximo} = Q$$

$$\text{Altura máxima de caída (neta)} = h$$

$$\text{Potencia máxima producida} = \gamma Q_1 h_1 \eta_1$$

$$\text{Potencia de restitución} = \gamma Q_2 h_2 / \eta_2$$

$$Q_1 = Q_2 = f(Q)$$

$$h_2 = f(Q)$$

$$\eta_1 = \text{perdida en turbina-generador}$$

$$\eta_2 = \text{pérdida en bomba-motor}$$

$$\eta_1 = 0.92 \times 0.97 = 0.890$$

$$\eta_2 = 0.85 \times 0.90 = 0.765$$

$$\gamma = 1,000 \text{ Kg./m}^3$$

$$N^{\circ} \text{ seg./año} = 31'550,000$$

Consideraremos, además, que entre dos curvas de nivel cualquiera, queda encerrada un área constante e igual para todas las curvas.

TESIS DE GRADO

104

Estudiaremos, primeramente, el sistema de obtención de energía eléctrica mediante la utilización de las aguas de regadío correspondientes a la parcialidad de Puquio.

Primera Alternativa.-

El proceso consiste en verter las aguas provenientes del canal de Puquio, a través de una tubería forzada a la casa de máquinas situada a la altura aproximada del cauce del río, de donde pasará a un depósito, y de allí se bombeará nuevamente hacia arriba, por medio de una tubería con salidas a distintas alturas (cada $1/8$ de la altura total).

Por cada una de estas salidas, se verterá a los canales correspondientes, que son simplemente los canales de regadío, la parte del caudal que corresponda.

Si consideramos el centro de gravedad de los canales a que se bombea, la altura de este centro de gravedad, nos dará la altura media de restitución, a la que podemos considerar que se ha elevado el total del caudal bonbeado.

La energía total aprovechable, será la diferencia entre la energía total producida y la necesaria para el bombeo.

Este sistema nos da una gran flexibilidad en la producción, de manera que de ser más económica una potencia hidráulica menor que la que nos dé el gasto de máxima eficiencia, podríamos disminuirla, simplemente lanzando un menor caudal, lo que nos daría una menor altura de restitución, ya que evitaríamos elevar el caudal que correspondería a uno o más canales de la parte superior.

TESIS DE GRADO

105

El sistema de control de la distribución, resultaría sumamente complicado, siendo necesario el uso de valvulas a cada nivel de salida, las que habrían de gobernarse electricamente. Este control demandaría la presencia de personal especializado, elevando fuertemente los costos anuales.

En vista de este impase, nos vemos obligados a buscar una variante del sistema, tal como la que estudiaremos como segunda alternativa y que consiste en bombear a una altura intermedia el total del caudal, y rebombear a la altura total la parte del caudal correspondiente.

De todas maneras, procederemos a efectuar algunos cálculos de este sistema, como ilustración, teniendo en cuenta, además, que en obras de mayor embargadura podría resultar económicamente factible.

PRIMERA ALTERNATIVA DE BOMBEO

Determinación de la potencia media aprovechable para distintas fracciones del gasto total de regadío utilizado en la producción de energía eléctrica.

| Q_n Gasto usado = $f(Q)$ | Potencia máxima producida = $\sum Q_n h \eta_1$ | Altura media de restitución $h_n = f(h)$ | Potencia de restitución $N_R = \sum Q_n h_n \eta_2$ | Potencia media aprovechable $N_A = \sum Q_n \left(\eta_1 - \frac{h_n}{h} \times \frac{1}{\eta_2} \right)$ |
|-------------------------------|--|---|--|--|
| Q | 890 Qh | 0.562 h | 736 Qh | 154 Qh |
| 7/8 Q | 779 Qh | 0.500 h | 573 Qh | 206 Qh |
| 3/4 Q | 668 Qh | 0.438 h | 429 Qh | 239 Qh |
| 5/8 Q | 557 Qh | 0.375 h | 305 Qh | 252 Qh |
| 1/2 Q | 445 Qh | 0.313 h | 204 Qh | 241 Qh |
| 3/8 Q | 334 Qh | 0.250 h | 123 Qh | 211 Qh |
| 1/4 Q | 222 Qh | 0.188 h | 61.5 Qh | 160.5 Qh |
| 1/8 Q | 111 Qh | 0.125 h | 15.5 Qh | 95.5 Qh |

De la tabulación anterior, encontramos que el gasto de máxima eficiencia corresponde a $Q_n = 5/8 Q$, que nos da una potencia media utilizable, en función de Q y h , igual a $N_A = 252 Qh$

TESIS DE GRADO

108

Segunda Alternativa.-

Considerando la dificultad que representa el sistema de control del bombeo a varios niveles, procederemos a estudiar, lo que podría considerarse una variante del método de restitución anterior.

Esta variante consiste, en bombear el total del caudal utilizado hasta una altura igual a la mitad de la máxima de restitución.

A partir de este punto, la mitad del caudal se distribuirá por su respectivo canal de riego. El resto del caudal se rebombeará hasta alcanzar la altura máxima de restitución.

El sistema en estudio, nos dá una gran rigidez, en cuanto a funcionamiento se refiere, ya que la altura de restitución es constante, o sea que el porcentaje del caudal total que se use en el aprovechamiento hidroeléctrico será invariable, y como consecuencia, la capacidad de la central hidroeléctrica deberá ser igual a la máxima producible en el mes de máxima demanda para irrigación, con el porcentaje del caudal que nos de la máxima eficiencia, que puede no ser la fórmula más económica, en conjunto con la central térmica, que la complementaría.

TESIS DE GRADO

111

Consideraciones sobre el bombeo:

Dentro de este aspecto, se nos presentan dos posibilidades:

a) bombeo continuo

b) bombeo intermitente (se dejaría de bombear a las horas de pico).

El primer sistema propuesto exigiría la construcción de un depósito de regulación, en la parte alta de la tubería de presión, para satisfacer la variación de la demanda diaria, y otro en el desagüe de las turbinas, donde se guardaría la parte del agua lanzada en las horas de pico, que no pudiera ser elevada a esas mismas horas por las bombas, y hasta el instante en que la capacidad sobrante de estas permita su elevación (horas de baja en el consumo diario, en que la potencia necesaria para elevar el caudal lanzado es menor que la capacidad máxima de las bombas).

El sistema de bombeo intermitente, exigiría también un depósito para la regulación diaria, pero, debido a la falta de bombeo, en las horas de pico, todo el volumen vertido en este lapso, debería ser almacenado en el depósito colocado en el desagüe de las turbinas, que por esta razón deberá ser de mayores dimensiones que el necesario para el primer sistema.

La construcción de éste último depósito sería sumamente cara, debido a los grandes cortes que deberían hacerse en las escarpadas laderas, en la zona cercana al río, en que habría de llevarse a cabo.

Por otra parte, las bombas deberían ser más potentes que en el primer caso, manteniéndose inactivas durante las horas de máxima demanda, lo que significa siempre una pérdida.

TESIS DE GRADO

112

De las consideraciones anteriores, concluimos, que es más conveniente el uso del sistema de bombeo continuo, salvo el mes de Marzo, en que no se restituirá el caudal, y las bombas permanecerán absolutamente inactivas, pudiéndose aprovechar este lapso, para la revisión y arreglos necesarios de estas máquinas.

TESIS DE GRADO

113

Determinación de las potencias hidráulicas y térmicas instaladas.-

Considerando que, por cada 100 m. sobre el nivel del mar a que funcione un motor de explosión este pierde 1% de su potencia indicada, y que las máquinas en estudio trabajarán a 3,000 m. s.n.m., la pérdida de la potencia respectiva será de 30% de la indicada.

A partir de esto obtenemos:

POTENCIAS NECESARIAS

| AÑO | Potencia hidráulica (K W) | Potencia Térmica (K W) |
|-------|------------------------------|---------------------------|
| 1,965 | 340 | 420 |
| 1,970 | 340 | 510 |
| 1,975 | 340 | 610 |
| 1,980 | 340 | 810 |

Las potencias instaladas serán:

| | |
|-------|-------------------------------|
| 1,965 | Central hidráulica de 340 K W |
| | Grupo térmico de 420 K W |
| 1,970 | Grupo térmico de 200 K W |
| 1,980 | Grupo térmico de 200 K W |

TESIS DE GRADO

114

En cuanto al sistema de bombeo, utilizaremos en el primer bombeo, una unidad de 680 lts./seg. de capacidad, y potencia de 84 K W.

En el rebombeo, una de 340 lts./seg. de capacidad, y 42 K W de potencia.

TESIS DE GRADO

115

Potencias útiles máximas, hidráulicas y térmicas, y energías absorbidas.

A Ñ O 1,965

| MES | Potencia max. hidráulica (K W) | Energía absor. (KW-hr) | Potencia max. térmica (K W) | Energía absor. (KW-hr) |
|-----------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Enero | 51.0 | 39,800 | 289.0 | 41,200 |
| Febrero | 97.0 | 56,100 | 243.0 | 19,900 |
| Marzo | 340.0 | 81,000 | | |
| Abril | 59.7 | 42,800 | 280.3 | 35,800 |
| Mayo | 119.0 | 64,500 | 221.0 | 16,500 |
| Junio | 228.0 | 74,500 | 112.0 | 4,000 |
| Julio | 211.0 | 75,700 | 129.0 | 5,300 |
| Agosto | 298.0 | 80,500 | 42.0 | 500 |
| Setiembre | 340.0 | 78,500 | | |
| Octubre | 290.0 | 80,100 | 50.0 | 900 |
| Noviembre | 340.0 | 78,500 | | |
| Diciembre | 310.5 | 80,600 | 29.5 | 400 |
| T O T A L | | 832,600 | | 122,800 |

A Ñ O 1,970

| <u>MES</u> | Potencia max. hidráulica (K W) | Energía absor. (KW-hr.) | Potencia max. térmica (K W) | Energía absor. (KW-hr) |
|------------|--------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Enero | 51.0 | 39,800 | 354.0 | 56,400 |
| Febrero | 73.8 | 56,100 | 331.2 | 30,900 |
| Marzo | 245.0 | 89,200 | 160.0 | 7,000 |
| Abril | 59.0 | 42,800 | 346.0 | 50,300 |
| Mayo | 92.0 | 64,500 | 313.0 | 31,700 |
| Junio | 144.0 | 74,500 | 261.0 | 18,600 |
| Julio | 134.0 | 75,700 | 271.0 | 20,500 |
| Agosto | 154.0 | 80,500 | 251.0 | 15,700 |
| Setiembre | 198.5 | 82,000 | 206.5 | 11,100 |
| Octubre | 105.5 | 80,100 | 299.5 | 16,100 |
| Noviembre | 245.0 | 86,500 | 160.0 | 6,600 |
| Diciembre | 162.0 | 80,600 | 243.0 | 15,600 |
| T O T A L | | 852,300 | | 286,000 |

TESIS DE GRADO

116

A Ñ O 1,975

| <u>MES</u> | Potencia max. hidráulica (K W) | Energía absor. (KW-hr) | Potencia max. térmica (K W) | Energía absor. (KW-hr) |
|------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Enero | 51.0 | 39,800 | 429.0 | 74,400 |
| Febrero | 71.0 | 56,100 | 409.0 | 47,400 |
| Marzo | 158.0 | 89,200 | 322.0 | 25,000 |
| Abril | 59.0 | 42,800 | 421.0 | 67,800 |
| Mayo | 86.5 | 64,500 | 393.5 | 49,700 |
| Junio | 113.0 | 74,500 | 367.0 | 36,100 |
| Julio | 109.0 | 75,700 | 371.0 | 38,500 |
| Agosto | 120.0 | 80,500 | 360.0 | 33,700 |
| Setiembre | 137.0 | 82,000 | 343.0 | 28,600 |
| Octubre | 93.7 | 80,100 | 386.3 | 34,100 |
| Noviembre | 158.0 | 86,500 | 322.0 | 24,100 |
| Diciembre | 121.6 | 80,600 | 358.4 | 33,600 |
| T O T A L | | 852,300 | | 490,700 |

A Ñ O 1,980

| <u>MES</u> | Potencia max. hidráulica (K W) | Energía absor. (KW-hr) | Potencia max. térmica (K W) | Energía absor. (KW-hr) |
|------------|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| Enero | 51.0 | 39,800 | 564.0 | 103,900 |
| Febrero | 71.0 | 56,100 | 543.6 | 73,600 |
| Marzo | 123.0 | 89,200 | 492.0 | 54,500 |
| Abril | 59.0 | 42,800 | 556.0 | 96,200 |
| Mayo | 83.0 | 64,500 | 532.0 | 79,200 |
| Junio | 100.0 | 74,500 | 515.0 | 64,500 |
| Julio | 98.5 | 75,700 | 516.5 | 68,000 |
| Agosto | 104.5 | 80,500 | 510.5 | 63,200 |
| Setiembre | 114.0 | 82,000 | 501.0 | 57,000 |
| Octubre | 88.7 | 80,100 | 526.3 | 63,600 |
| Noviembre | 123.0 | 86,500 | 492.0 | 52,500 |
| Diciembre | 106.3 | 80,600 | 508.7 | 63,100 |
| T O T A L | | 852,300 | | 838,700 |

TESIS DE GRADO

117

El sistema de aprovechamiento hidroeléctrico utilizando las aguas de la La. Apañacocha, contempla un corte de aproximadamente 600 m. para dar salida a las aguas de la laguna hacia el canal colector Pucacocha-Yauriviri, así como el cierre del desagüe natural de la laguna a la quebrada de Huana-copampa el ensanchamiento del canal colector, el canal de Puquio y la elevación del nivel de la presa de Yauriviri, en caso de arovase una regulación en el gasto.

Las aguas de la La. Apañacocha, después de servir a la central hidroeléctrica, seguirían su curso por el río Jolpamayo, pudiéndose usar aguas abajo en la irrigación de San Pedro, de ser económica su utilización.

El presente sistema, presenta también dos alternativas que analizaremos inmediatamente:

- 1) Utilización de los gastos naturales de la cuenca de la laguna, sin regulación alguna.
- 2) Regulación de los gastos en la presa de Yauriviri.

PRIMERA ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS DE LA LAGUNA APIÑACOCHA

Determinación de las potencias medias y energías máximas, mensuales aprovechadas, para los gastos mensuales respectivos.

| | Caudales totales (m ³ /seg) | Pérdidas en transporte y desarenador 25% del total (m ³ /seg) | Caudal aprovechable (m ³ /seg) | Potencia media aprovechable (Kg-m/seg) | Energía máxima (Kg-m) |
|-----------|---|---|--|--|--------------------------|
| Enero | 0.377 | 0.094 | 0.283 | 26,000 | 699.0 x 10 ⁸ |
| Febrero | 0.364 | 0.091 | 0.273 | 25,050 | 610.0 x 10 ⁸ |
| Marzo | 1.129 | 0.164 | 0.965 | 77,900 | 2090.0 x 10 ⁸ |
| Abril | 0.097 | 0.024 | 0.073 | 6,700 | 174.0 x 10 ⁸ |
| Mayo | 0.055 | 0.014 | 0.041 | 3,700 | 99.0 x 10 ⁸ |
| Junio | 0.009 | 0.002 | 0.007 | 620 | 16.1 x 10 ⁸ |
| Julio | 0.014 | 0.003 | 0.011 | 970 | 26.0 x 10 ⁸ |
| Agosto | 0.030 | 0.007 | 0.023 | 2,070 | 55.7 x 10 ⁸ |
| Setiembre | 0.093 | 0.023 | 0.070 | 6,410 | 166.0 x 10 ⁸ |
| Octubre | 0.170 | 0.043 | 0.127 | 11,750 | 315.0 x 10 ⁸ |
| Noviembre | 0.123 | 0.031 | 0.092 | 8,500 | 220.0 x 10 ⁸ |
| Diciembre | 0.186 | 0.047 | 0.139 | 12,850 | 345.0 x 10 ⁸ |

NOTA: En el mes de Marzo, consideraremos el caudal de la laguna Apiñococha, más el caudal sobrante del río Jolpamayo.

TESIS DE GRADO

Como observamos, en la tabulación anterior, las producciones mensuales de energía difieren fuertemente entre ellas, lo que nos obligaría, en caso de no tener una regulación anual, a considerar grupos térmicos, que complementen a la central hidroeléctrica en el mes de mínima producción, constituyendo, durante gran parte del año, una potencia instalada repetida.

En vista de lo expuesto, concluimos, que será necesario el estudio de una segunda alternativa:

Segunda Alternativa:

Esta segunda alternativa, consistiría, en regular las aguas de la La. .Apiñatocha en el embalse de Yauriviri, o de ser necesario en su propio vaso, de manera que tendríamos un caudal aprovechable mensual de $0.1725 \text{ m}^3/\text{seg}$, durante once meses del año.

En el mes de Marzo, en que el río Jolpamayo trae un gran exedente, podríamos absorber parte de este volumen ($0.1725 \text{ m}^3/\text{seg}$), para satisfacer la demanda de producción hidroeléctrica.

El aprovechamiento de este caudal, significa una producción mensual de energía de $355 \times 10^8 \text{ Kg-m}$, con una potencia media de $13,200 \text{ Kg-m}/\text{seg}$, salvo que por consideraciones económicas no se considere el aprovechamiento total de las aguas de la laguna.

TESIS DE GRADO

120

Determinación de las potencias hidráulicas y térmicas instaladas.

| AÑO | POTENCIAS NECESARIAS' | |
|-------|--------------------------------|-----------------------------|
| | Potencia hidráulica (K W) | Potencia térmica (K W) |
| 1,965 | 340 | |
| 1,970 | 340 | 93 |
| 1,975 | 340 | 350 |
| 1,980 | | 667 |

Las potencias instaladas serán:

| | |
|-------|------------------------------|
| 1,965 | Central hidráulica de 340 KW |
| 1,970 | Grupo térmico de 100 KW |
| 1,975 | Grupo térmico de 285 KW |
| 1,980 | Grupo térmico de 285 KW |

NOTA:

No se considerará la instalación de una central hidroeléctrica de 405 KW de capacidad, la que podría absorber la demanda total hasta 1,970 inclusive, debido a que ésta trabajaría muy corto tiempo con esa potencia, siendo preferible instalar un grupo térmico de 100 KW, para complementar a la central de 340 KW, en la satisfacción de la demanda, a partir de 1,970

TESIS DE GRADO

121

Potencias útiles máximas, hidráulicas y térmicas, y energías absorbidas

| AÑO | Potencia max. hidráulica (K W) | Energía absor. (KW-hr) | Potencia max. térmica (K W) | Energía absor. (KW-hr) |
|-------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| 1,965 | 340.0 | 955,400 | | |
| 1,970 | 340.0 | 1'120,000 | 65.0 | 18,300 |
| 1,975 | 234.5 | 1'165,000 | 245.5 | 178,000 |
| 1,980 | 148.0 | 1'165,000 | 467.0 | 526,000 |

Paralelamente a los sistemas hidráulicos de producción eléctrica, estudiaremos la posibilidad de instalar una central térmica, en Puquio, que de ser más económica que las soluciones hidráulicas será considerada como la solución final.

Determinación de las potencias térmicas instaladas.

| AÑO | POTENCIAS NECESARIAS | | | |
|----------|----------------------|--------|--------|--------|
| | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
| Potencia | 485 KW | 580 KW | 685 KW | 880 KW |

Las potencias instaladas serán:

| | |
|-------|-------------------------|
| 1,965 | Grupo térmico de 490 KW |
| 1,970 | Grupo térmico de 130 KW |
| 1,975 | Grupo térmico de 130 KW |
| 1,980 | Grupo térmico de 130 KW |

Potencias útiles máximas y energías absorbidas

| AÑO | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|---------------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Potencia máx(KW) | 340 | 405 | 480 | 615 |
| Energía absor. (KW-hr) | 955,400 | 1'138,300 | 1'343,000 | 1'691,000 |

TESIS DE GRADO

C A P I T U L O I I I

A S P E C T O S D E I N G E N I E R I A

TESIS DE GRADO

122 |

CAPITULO III

ASPECTOS DE INGENIERIA

IRRIGACION.-

Discusión de las soluciones posibles en cabecera.

La utilización de las aguas de las lagunas Pucacocha-Islacocha, Orcancocha-Yauriviri y Tipicocha no las discutiremos, tanto por las obras ya construidas a partir de ellas como por los volúmenes anuales de agua que sus cuencas reúnen, constituyendo por estas razones la base del aprovechamiento en estudio.

La discusión de posibles soluciones la haremos sobre la utilización de las aguas del Rio Negromayo o de la laguna Sahuacocha; presentando esta segun da solución dos alternativas, tal como veremos seguidamente.

TESIS DE GRADO

Solución Negromayo.-

La llamada solución Negromayo, demandará la construcción de un barraje de unos 10 m. de altura, obras de toma en el río, un canal de aproximadamente 15 Km. de longitud, que lo una a la laguna Tipicocha, cuya construcción se desarrollará en terreno rocoso y accidentado, y el ensanchamiento de los canales Tipicocha - Islacocha y canal colector, obras que constituirán un elevado costo.

Por otra parte, esta solución exigirá un gran volumen almacenado en la laguna Yauriviri, lo que debe evitarse debido al extenso espejo de agua que ésta presenta y la consecuente pérdida de un apreciable volumen de agua por evaporación, derivada de él.

Igual problema se presentará en caso de quererse almacenar un gran volumen en la laguna Tipicocha.

Deberá pues, de ser posible buscarse una solución más apropiada, considerando la deficiencia de agua en la zona y el costo que la utilización de las otras posibles fuentes de agua, para suplir la evaporación que se produce, demandaría.

TESIS DE GRADO

124

Solución Sahuacocha - 1

Construcción de un cinturón de drenaje alrededor de la laguna, captando las aguas de su cuenca y derivándolas a la laguna Yauriviri.

Esta solución presenta el mismo problema de almacenamiento que la solución Negromayo, pero con el agravante de que toda el agua proveniente de la cuenca de Sahuacocha deberá ser almacenada en la laguna Yauriviri, aumentando así el volumen perdido por evaporación y obligando la construcción de una presa, de manera de poder recibir tanto el almacenamiento útil como el volumen necesario para contrarrestar la evaporación y filtración, volumen que solo podrá ser almacenado sobre la cota de desagüe natural de la laguna; y también de las respectivas obras de alivio.

Además, el canal que constituya el cinturón de drenaje presentará las siguientes dificultades:

Ser un extenso canal de 15 Km. de longitud que deberá ser calculado, para el caudal de máxima avenida, a fin de que no quede destruido por ésta.

Si tenemos en cuenta el material arrastrado que inevitablemente ingresará al canal, tendremos que elegir entre dar al mencionado canal una pendiente muy fuerte, de manera que se produzca el arrastre de todo el material hasta la laguna Yauriviri, lo que exigirá a su vez un revestimiento total del canal para evitar la erosión en el mismo.

Caso contrario, dando al canal una menor pendiente será necesaria la colocación de una serie de desarenadores y trampas de piedras, cuyo uso en forma continua, representará una pérdida considerable en el caudal a aprovecharse.

Podría también utilizarse un sistema de limpieza periódica, la que además de disminuir la eficiencia del canal, constituiría un proceso costoso.

TESIS DE GRADO

Solución Sahuacocha - 2

Construcción de un canal que derive las aguas de la laguna Sahuacocha a la quebrada Huaycasta.

Esta solución contempla la construcción de una toma de fondo en la laguna Sahuacocha, así como un canal no revestido, de 15 Km. de longitud.

La construcción de la toma y el canal a la quebrada Huaycasta será menos costosa que las obras de la solución Negromayo o la solución Sahuacocha - 1 ; quedando en último caso justificada ésta solución por el hecho de presentar dos espejos de agua en los que el volumen total evaporado será menor que en el caso de tener únicamente el almacenamiento en Yauriviri y la consideración adicional, de que no será necesario en ninguno de los almacenamientos la construcción de presas o aliviadores, ya que como veremos más adelante, los volúmenes a depositarse en ambos reservorios tendrán cabida de bajo de la cota del desagüe natural de ellos, teniendo en caso de avenidas, alivios naturales por Huanacopampa la laguna Sahuacocha y por Cceñua, a través de la salida en que se encuentra la actual presa, la laguna Yauriviri.

TESIS DE GRADO

126

Estudio de represas.-

Laguna Tipicocha.- En esta laguna deberá regularse el caudal que irrigue la campiña de Chilques, necesitándose para el mencionado proceso un almacenamiento de 4.5 millones de m^3 de agua.

De la curva volúmenes vs. cotas, observaremos que a la cota 4458 m. s.n.m., cota de desagüe de la laguna, puede almacenarse alrededor de 11 millones de m^3 , que es más de lo que representa el volumen útil a depositarse en ella, adicionada del posible volumen de evaporación y filtración.

De la exposición anterior se concluye que no será necesario represar esta laguna para obtener la regulación anual de sus aguas.

Lagunas Sahuacocha y Yauriviri.- Los vasos de estas dos lagunas, nos servirán para lograr la regulación de las aguas destinadas a la irrigación de las campiñas de Puquio y San Andrés.

De las respectivas curvas volúmenes almacenados vs. cotas, obtenemos que a las cotas de alivio natural de ellas, es posible retener, 5.9 millones de m^3 en Sahuacocha y 10.2 millones de m^3 en Yauriviri.

Construyendo, con los datos de las tablas de requerimientos de agua y fuentes de obtención, un diagrama masa, a base de los volúmenes deficitarios acumulados y los volúmenes sobrantes acumulados, concluimos, que para la irrigación de Puquio y San Andrés propuesta, deberá almacenarse un volumen total de 11.178 millones de m^3 , quedando al final, un sobrante de 7.476 mi

TESIS DE GRADO

127

llones de m^3 , que contrarrestarán las pérdidas por evaporación y filtración en los tres reservorios propuestos.

Del volumen útil a embalsarse, el reservorio de Sahuacocha, podrá tomar 4.5 millones de m^3 , reservándose el resto de su capacidad disponible, para el volumen representado por las pérdidas de evaporación y filtración.

La laguna Yauriviri, deberá pues, embalsar los 6.678 millones de m^3 restantes, quedándole también un amplio margen para el volumen de evaporación y filtración.

TESIS DE GRADO

Estudio de tomas.-

Las tomas propuestas son las de las lagunas Tipicocha y Sahuacocha, ya que las de regulación del agua en las otras lagunas, así como las tomas de quebrada necesarias, se encuentran ya en funcionamiento, en el actual sistema de riego de Puquio, debiéndose tan sólo, en algunos casos aumentar su capacidad.

Debido a la carencia de los datos necesarios para el cálculo de estas estructuras, el presente estudio contemplará solamente un análisis general del sistema de toma típico a utilizarse.

El sistema estará constituido por una galería de admisión de fondo, cuyas compuertas serán gobernadas, desde el exterior, por medio de extensiones, que las comuniquen, a través de pozos perforados con ese fin, a las respectivas cámaras de operación.

Estas compuertas, deberán colocarse en número de dos, de manera que una de ellas, la de aguas abajo funcione para el servicio y la otra como compuerta de emergencia.

Por otra parte, cada compuerta tendrá una válvula (by-pass), para lograr un equilibrio de presiones a ambos lados de ella y facilitar su movimiento.

La elección del tipo de compuerta es un punto muy importante, debiéndose procurar, para facilidad en la operación, que ambas sean de un mismo tipo.

TESIS DE GRADO

129

Como sabemos, las compuertas deslizantes y de tablero no son recomendables en estas tomas, sobre todo, para ser utilizadas como compuertas de servicio, porque la contracción de la vena líquida al pasar por ellas produce una depresión, trayendo como consecuencia la entrada brusca del aire del exterior, que logra romper la resistencia del agua, que a su vez es causa de perturbaciones, tales como explosiones de agua, choques violentos y arrastre del material del conducto.

Por las razones anteriormente expuestas, será necesaria la búsqueda de otro tipo de compuertas, habiéndose elegido las de tipo sector, cuyas condiciones hidráulicas y de funcionamiento están más de acuerdo con la eliminación de las perturbaciones mecánicas propias de estas tomas, pero, siendo condición indispensable para el uso de estas compuertas, el estudio de la resistencia de la roca en los puntos en que éstas habrán de apoyarse y que recibirán gran parte del peso de las mismas.

En la embocadura de la toma, se presentarán también problemas de cavitación, por lo que deberá dársele a ésta un perfil adecuado, que resulta ser una curva especial, cuya generatriz es un cuarto de elipse.

Por otra parte, puede solucionarse el peligro de cavitación, por medio de sistemas de aireación, en los puntos en que éste exista.

Elementos adicionales de la estructura de toma, serán:

- Una rejilla en la embocadura, para evitar el ingreso de material

TESIS DE GRADO

130

grosero, y canaletas, para permitir la colocación de otra rejilla, provisional, en los momentos en que se realiza la limpieza de la de servicio.

- Tablestacado, para ser usado, en el caso que la compuerta de emergencia fallara, cerrando el paso de agua, y constituyendo una seguridad adicional para la estructura.

TESIS DE GRADO

131

Estudio de Canales.-

El estudio de canales, se limitará a la determinación de las secciones transversales típicas, ya que la determinación del perfil longitudinal, o el trazo del mismo es virtualmente imposible, por la falta de los planos a curvas de nivel que serían necesarios.

Los canales en estudio son: canal Tipicocha-Islacocha, que por ser excavado en roca, deberá revestirse en su totalidad a fin de evitar filtraciones y,

canal Sahuacocha - Husycasta, excavado en terreno arcilloso.

Ambos canales, tendrán además caminos de acceso para su mantenimiento y limpieza.

Poseerán además aliviaderos laterales y medidores Parshall para el control del gasto.

TESIS DE GRADO

Canal Tipicocha - Islacocha

Vol máx.^o = 0.981 millones de m³/31 días

Q máx.^o = 0.38 m³/seg.

Taludes 1:1

n = 0.012 — canal revestido de hormigón

Z = 1

Para la condición de máxima eficiencia hidráulica:

$$m = 2 \left(\sqrt{1 + Z^2} - Z \right)$$

$$m = 2 \left(\sqrt{1 + 1} - 1 \right) = 0.8$$

Según Manning:

$$Q = \frac{A \times R^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$$

$$Q = 0.38 = \frac{1.8a^2 (0.5a)^{2/3} (0.001)^{1/2}}{0.012}$$

de donde despejando:

$$a = 0.25 \text{ m.}$$

$$b = 0.8a = 0.20 \text{ m.}$$

$$f_b = 0.25a = 0.06 \text{ m.}$$

$$\text{talud} = 1:1$$

TESIS DE GRADO

133

$$V = 5.37 \text{ m/seg.}$$

La velocidad obtenida, es admisible para un canal revestido de hormi-
gón, y por lo tanto, el diseño es factible.

TESIS DE GRADO

Canal Sahuacocha - Huaycasta.-

Vol máx^o = 1.5 millones de m³/30 días

Q máx^o = 0.58 m³/seg.

Taludes 1.5 : 1

n = 0.022 — canal en tierra

$m = 2 \quad 1 \frac{1}{2} \cdot 2.25 - 1.5 = 0.6$

Según Manning :

$$Q = 0.58 = \frac{2.1a^2(0.58a)^{2/3}(0.001)^{1/2}}{0.022}$$

de donde despejando:

a = 0.40 m.

b = 0.6 x a = 0.25 m.

f_b = 0.25 x a = 10 cm.

Talud = 1.5 : 1

V = 1.48 m/seg.

Esta velocidad es admisible para un canal excavado en terreno arcilloso,

y el diseño es factible.

TESIS DE GRADO

HIDROELECTRICA.-

Discusión de las soluciones posibles

La discusión de las posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico o utilización de plantas térmicas, se basará exclusivamente en el análisis de costos totales, aceptándose finalmente la solución que resulte ser la más económica.

Para los efectos de este análisis, se tomará en cuenta los valores de los costos fijos: depreciación, mantenimiento y reparaciones, intereses sobre la inversión, impuestos y seguros; así como de los costos variables: combustibles, lubricante y mano de obra.

TESIS DE GRADO

136

- Solución de aprovechamiento de las aguas de regadío de la campiña de Puquio y restitución por bombeo.

Costo del capital anual

AÑO 1,965

Central Hidroeléctrica

| | | |
|-------------------------------------|-----|------------------|
| Cámara de carga | S/. | 30,000.00 |
| Tubería de presión ————— | | 450,000.00 |
| Estructura de la casa de fuerza— | | 250,000.00 |
| Unidades de generación de 340KW— | 1' | 225,000.00 |
| Sub estaciones y tablero de control | | 550,000.00 |
| Línea de transmisión de 4 Km. | | 450,000.00 |
| Sistema de distribución ————— | 2' | 800,000.00 |
| SUB - TOTAL | | S/. 5'755,000.00 |

Estaciones de Bombeo

| | | |
|--|-----|------------------|
| Equipo de primer bombeo ————— | S/. | 850,000.00 |
| Equipo de rebombeo ————— | | 500,000.00 |
| Almacenamientos para el bombeo y rebombeo ————— | | 10,000.00 |
| Tubería de presión ————— | | 300,000.00 |
| SUB - TOTAL | | S/. 1'660,000.00 |

TESIS DE GRADO

137
-

| | | |
|--------------------------------------|-----|---------------|
| Equipos de generación Diessel de | | |
| 420 KW | S/. | 1'425,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 80,000.00 |
| Varios _____ | | 200,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | | 1'100,000.00 |
| | | |
| SUB - TOTAL | S/. | 2'805,000.00 |
| | | |
| T O T A L | S/. | 10'220,000.00 |

A Ñ O 1,970

| | | |
|--------------------------------------|-----|--------------|
| Equipo de generación Diessel de | | |
| 200 KW | S/. | 750,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios _____ | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | | 900,000.00 |
| | | |
| T O T A L | S/. | 1'730,000.00 |

A Ñ O 1,980

| | | |
|--------------------------------------|-----|--------------|
| Equipo de generación Diessel de | | |
| 200 KW | S/. | 750,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios _____ | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | | 900,000.00 |
| | | |
| T O T A L | S/. | 1'730,000.00 |

TESIS DE GRADO

138

| Costo de <u>producción.</u> - | | | | | |
|---------------------------------------|-------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | A Ñ O | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
| Capacidad KW Instalada | | 760 | 960 | 960 | 1160 |
| Demanda de KW-hr. Energía | | 955,400 | 1'138,300 | 1'343,000 | 1'691,000 |
| Costo del S/. Capital | | 10'220,000 | 1'730,000 | | 1'730,000 |
| Costos fijos | | | | | |
| Depreciación S/año | | 341,000 | 86,500 | | 86,500 |
| Costo de la inversión S/año | | 529,000 | 118,000 | | 118,000 |
| Seguros S/año | | 264,000 | 45,400 | | 45,400 |
| Reparaciones y mantenimiento S/año | | 512,000 | 86,500 | | 86,500 |
| Gastos variables | | | | | |
| Combustible S/año | | 38,600 | 51,700 | 65,800 | 109,500 |
| Lubricante S/año | | 7,730 | 10,370 | 13,300 | 21,900 |
| Jornales S/año | | 10,950 | 10,950 | 5,475 | 10,950 |
| | | 1'703,280 | 409,420 | 84,575 | 478,750 |
| Costo Total de producción S/año | | 1'703,280 | 2'112,700 | 2'197,275 | 2'676,025 |

TESIS DE GRADO

139 |

- Solución Apañacocha.-

Costo del capital anual

AÑO 1,965

Obras de Cabecera y Canales

| | | |
|-----------------------------------|-----|------------|
| Toma en Apañacocha ————— | S/. | 250,000.00 |
| Corte Apañacocha-Canal colector - | | 30,000.00 |
| Ensanchamiento de los canales — | | |
| colector y Canal de Puquio ——— | | 200,000.00 |
| SUB - TOTAL | S/. | 480,000.00 |

Central Hidroeléctrica

| | | |
|------------------------------------|-----|--------------|
| Cámara de carga | S/. | 20,000.00 |
| Tubería de presión | | 350,000.00 |
| Estructura de la casa de fuerza - | | 250,000.00 |
| Unidades de generación de 340 KW- | | 1'125,000.00 |
| Subestaciones y tablero de control | | 550,000.00 |
| Línea de transmisión de 4 Km. ——— | | 450,000.00 |
| Sistema de distribución | | 2'800,000.00 |
| SUB - TOTAL | S/. | 5'645,000.00 |
| T O T A L | S/. | 6'125,000.00 |

TESIS DE GRADO

140

A Ñ O 1,970

| | | |
|---|-----|------------------|
| Equipo de generación Diessel de 100 KW _____ | S/. | 365,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 80,000.00 |
| Varios | | 80,000.00 |
| Sistema de distribución))_____ | | 800,000.00 |
| T O T A L | | S/. 1'325,000.00 |

A Ñ O 1,975

| | | |
|---|-----|------------------|
| Equipo de generación Diessel de 285 KW _____ | S/. | 920,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución | | 800,000.00 |
| T O T A L | | S/. 1'800,000.00 |

A Ñ O 1,980

| | | |
|---|-----|------------------|
| Equipo de generación Diessel de 285 KW | S/. | 920,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios))_____ | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | | 800,000.00 |
| T O T A L | | S/. 1'800,000.00 |

TESIS DE GRADO

141

Costo de producción.-

| | A Ñ O | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|---------------------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Capacidad Instalada | | 340 | - 100 | 285 | 285 |
| Demanda de Energía KW-hr. | | 955,400 | 1'138,000 | 1'343,000 | 1'691,000 |
| Costo del Capital S/. | | 6'125,000 | 1'325,000 | 1'800,000 | 1'800,000 |
| Costos fijos | | | | | |
| Depreciación S/año | | 175,000 | 66,300 | 90,000 | 90,000 |
| Costo de la inversión S/año | | 410,000 | 88,500 | 120,500 | 120,500 |
| Seguros S/año | | 157,500 | 34,100 | 45,200 | 45,200 |
| Reparaciones y mantenimiento S/año | | 330,000 | 66,200 | 90,000 | 90,000 |
| Gastos variables | | | | | |
| Combustibles S/año | | | 5,750 | 50,200 | 109,000 |
| Lubricantes S/año | | | 1,150 | 10,050 | 21,800 |
| Jornales S/año | | 10,950 | 10,950 | 5,475 | 10,950 |
| | | 1'083,450 | 272,950 | 411,425 | 487,450 |
| Costo Total de producción S/año | | 1'083,450 | 1'356,400 | 1'767,825 | 2'255,275 |

TESIS DE GRADO

142

-Solución Térmica.-

Costo del capital anual:

A Ñ O 1,965

| | |
|---|------------------|
| Equipo de generación Diessel de 490 KW | S/. 1'750,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | 80,000.00 |
| Varios _____ | 200,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | 1'300,000.00 |
| | <hr/> |
| T O T A L | S/. 3'330,000.00 |

A Ñ O 1,970

| | |
|---|------------------|
| Equipo de generación Diessel de 130 KW | S/. 445,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | 50,000.00 |
| Varios _____ | 30,000.00 |
| Sistema de distribución _____ | 800,000.00 |
| | <hr/> |
| T O T A L | S/. 1'325,000.00 |

TESIS DE GRADO

143

A Ñ O 1,975

| | | |
|--------------------------------------|-----------|------------------|
| Equipo de generación Diessel de | | |
| 130 KW ----- | S/. | 445,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución ----- | | 800,000.00 |
| | T O T A L | S/. 1'325,000.00 |

A Ñ O 1,980

| | | |
|--|-----------|------------------|
| Equipo de generación Diessel de | | |
| 130 KW | S/. | 445,000.00 |
| Equipo auxiliar y tablero de control | | 50,000.00 |
| Varios ----- | | 30,000.00 |
| Sistema de distribución))----- | | 800,000.00 |
| | T O T A L | S/. 1'325,000.00 |

TESIS DE GRADO

144

Costo de la producción.-

| | A Ñ O | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|------------------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Capacidad | | | | | |
| Instalada | | 490 | 130 | 130 | 130 |
| Demanda de | | | | | |
| Energía | KW-hr. | 955,400 | 1'138,300 | 1'343,000 | 1'691,000 |
| Costo del, | | | | | |
| Capital | S/. | 3'330,000 | 1'325,000 | 1'325,000 | 1'325,000 |
| Costos fijos | | | | | |
| Depreciación | S/año | 166,500 | 66,250 | 66,250 | 66,250 |
| costo de la | | | | | |
| inversión | S/año | 221,000 | 90,700 | 90,700 | 90,700 |
| Seguros | S/año | 85,000 | 35,000 | 35,000 | 35,000 |
| Reparaciones y | | | | | |
| mantenimiento | S/año | 166,500 | 66,250 | 66,250 | 66,250 |
| Costos variables | | | | | |
| Combustible | S/año | 305,000 | 61,000 | 65,300 | 111,500 |
| Lubricante | S/año | 61,000 | 12,200 | 13,060 | 22,300 |
| Jornal | S/año | 10,950 | 5,475 | 10,950 | 5,475 |
| | | 1'015,950 | 336,875 | 347,510 | 397,475 |
| Costo Total | | | | | |
| de producción | S/año | 1'015,950 | 1'352,825 | 1'700,335 | 2'097,810 |

TESIS DE GRADO

145

En el análisis económico anterior se ha considerado los datos de mercado siguientes:

| | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Mantenimiento y reparaciones | 5% del valor inicial/año |
| Costo de la inversión | 13% del valor medio/año |
| Seguros | 5% del valor medio/año |
| Costo de combustible | S/. 3.80/galón |
| Gasto de lubricantes | 20% del gasto total de combustibles |

Depreciación lineal, tomándose los periodos de depreciación total:

| | |
|-----------------------------|---------|
| Equipo Diessel y auxiliares | 20 años |
| Turbinas hidráulicas | 35 años |
| Líneas de transmisión | 35 años |
| Bombas | 25 años |
| Canales y tomas | 50 años |

Para el cálculo de los valores de los costos fijos, se ha asumido un periodo de depreciación medio, proporcional a los costos de cada elemento considerado.

TESIS DE GRADO

CAPITULO IV

ASPECTOS FINANCIEROS

TESIS DE GRADO

146

CAPITULO IV

ASPECTOS FINANCIEROS

IRRIGACION:

| | | |
|---|------------|---------------------|
| Costo del capital | | |
| Obras de cabecera y canales | | |
| Toma en Tipicocha | S/. | 350,000.00 |
| Toma en Bahuacocha | | 400,000.00 |
| Canal Tipicocha - Islacocha | | 460,000.00 |
| Canal Sahuacocha - Huaycosta | | 280,000.00 |
| Reparación y modernización del canal de Puquio | | 100,000.00 |
| T O T A L | S/. | 1'590,000.00 |

Costo anual:

Costos fijos:

| | | |
|------------------------------------|-----|------------|
| Depreciación S/año | S/. | 31,750.00 |
| Costo de la inversión S/año | | 107,000.00 |
| Seguros S/año | | 40,500.00 |
| Reparaciones y mantenimiento S/año | | 79,300.00 |

TESIS DE GRADO

147

Costos variables

Jornales S/año S/. 10,950.00

COSTO TOTAL ANUAL 269,500.00

COSTO ANUAL POR Ha. BENEFICIADA 67.00

NOTA: No se ha considerado los sistemas de distribución y drenaje agrícola.

TESIS DE GRADO

148

CENTRAL TERMO - ELECTRICA

Del análisis efectuado para la solución más económica obtuvimos:

| A Ñ O | 1,965 | 1,970 | 1,975 | 1,980 |
|------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Costos anuales | S/ 1'015,950.00 | S/1'352,825.00 | S/ 1'700,335.00 | S/2'097,810.00 |
| Costo por KW-hr. | 1.06 | 1.18 | 1.26 | |
| Costo por KW instalado | 6,800.00 | 10,200.00 | 10,200.00 | 10,200.00 |
| Costo por KW promedio = S/. | 1.18 | | | |
| Relación beneficio - costo = | 1 | | | |

TESIS DE GRADO

ALDO A. MARTICORENA C.

149

COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION

PARA EL PROYECTO INTEGRAL

Etapa I (1,965)

Obras de cabecera y canales S/. 1'590,000.00

Central térmica de 490 KW 3'330,000.00

Etapa II (1,970)

Central térmica de 130 KW 1'325,000.00

Etapa III (1,975)

Central térmica de 130. KW 1'325,000.00

Etapa IV (1,980)

Central térmica de 130 KW 1'325,000.00

SUB - TOTAL S/. 8'895,000.00

Imprevistos, servicios de
Ingeniería, supervisión y
administración

S/. 1'779,000.00

T O T A L

S/. 10'674,000.00

TESIS DE GRADO

CONCLUSIONES

TESIS DE GRADO

150

CONCLUSIONES

- Las obras de irrigación tienen prioridad sobre el desarrollo hidroeléctrico, ya que siempre será posible dar una solución termoeléctrica al problema de electrificación, mientras que el volumen acuífero disponible es reducido.

Por las razones anteriormente expuestas, el estudio del desarrollo hidroeléctrico se ha realizado en base a volúmenes sobrantes, o aprovechando para el salto, el mismo caudal de irrigación, restituyéndolo luego mediante un sistema de bombeo.

- Las obras, tanto de irrigación como de electrificación son técnicamente factibles.

- Habiéndose realizado el análisis económico respectivo, quedó determinado que la solución termoeléctrica resulta más económica que las soluciones hidroeléctricas propuestas.

- En general, el bajo costo de las obras de wabecera y canales justifica, en primera instancia, la realización del desarrollo agrícola en estudio.

- En caso que la relación beneficio - costo no justificase la inversión, esta deberá realizarse de todas maneras, por cuenta del Estado, debido a la imperiosa necesidad de la zona.

- El costo total aproximado de las obras de electrificación e irrigación es de S/. 10'674,000.00

TESIS DE GRADO

B I B L I O G R A F I A

" SALTOS DE AGUA Y PRESAS DE EMBALSE " por

José Luis Gómez Navarro

" ARQUITECTURA HIDRAULICA " por

Armin Schokolist

" MANUAL DE HIDRAULICA " por

King y Brater

" HIDROLOGIA PARA INGENIEROS " por

K. Linsley