

A-134



A-454

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION
DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS
DIRECCION DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

COSTO DE
MANTENIMIENTO
Y OPERACION

DESCRIPCION PERFIL TECNICO

PUNO



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



**DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES
DE AGUA EN EL RIO CABANILLAS
(INFORME PRELIMINAR).**

PERIODO DE EXPLOTACION
RENDIMIENTO
Caudal en l/s
Nivel dinámico en m.
Después de h de bomb.
Mes de



AGUAS SUBTERRANEAS



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y ALIMENTACION
DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS

DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES DE AGUA
EN EL RIO CADANILLAS

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

(INFORME PRELIMINAR)

junio , 1979

INDICE

- 1.0 OBJETIVO
- 2.0 INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA
- 3.0 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS FUENTES DE AGUA
 - 3.1 Río Coata
 - 3.2 Río Lampa
 - 3.3 Río Cabanillas
 - 3.4 Río Verde
 - 3.5 Laguna Lagunillas
 - 3.6 Producción de la cuenca
- 4.0 PRUEBA DE HOMOGENEIDAD
- 5.0 DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES EN EL PUNTO DE INTERES A PARTIR DE LOS AFLUENTES
 - 5.1 Resultados
- 6.0 DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES EN EL RIO CABANILLAS A PARTIR DEL RIO COATA
 - 6.1 Resultados
 - 6.2 Análisis de Consistencia
 - 6.3 Caudales derivados del río Cabanillas
 - 6.4 Disponibilidad al 75% de Persistencia
- 7.0 CONCLUSIONES
- 8.0 RECOMENDACIONES
- 9.0 BIBLIOGRAFIA

LISTA DE CUADROS

Nº

- 1 Información de Descargas y Precipitación mensuales en la cuenca del río Coata
- 2 Disponibilidades en las cuencas con información de descargas-valores medios y desviaciones estandar mensuales

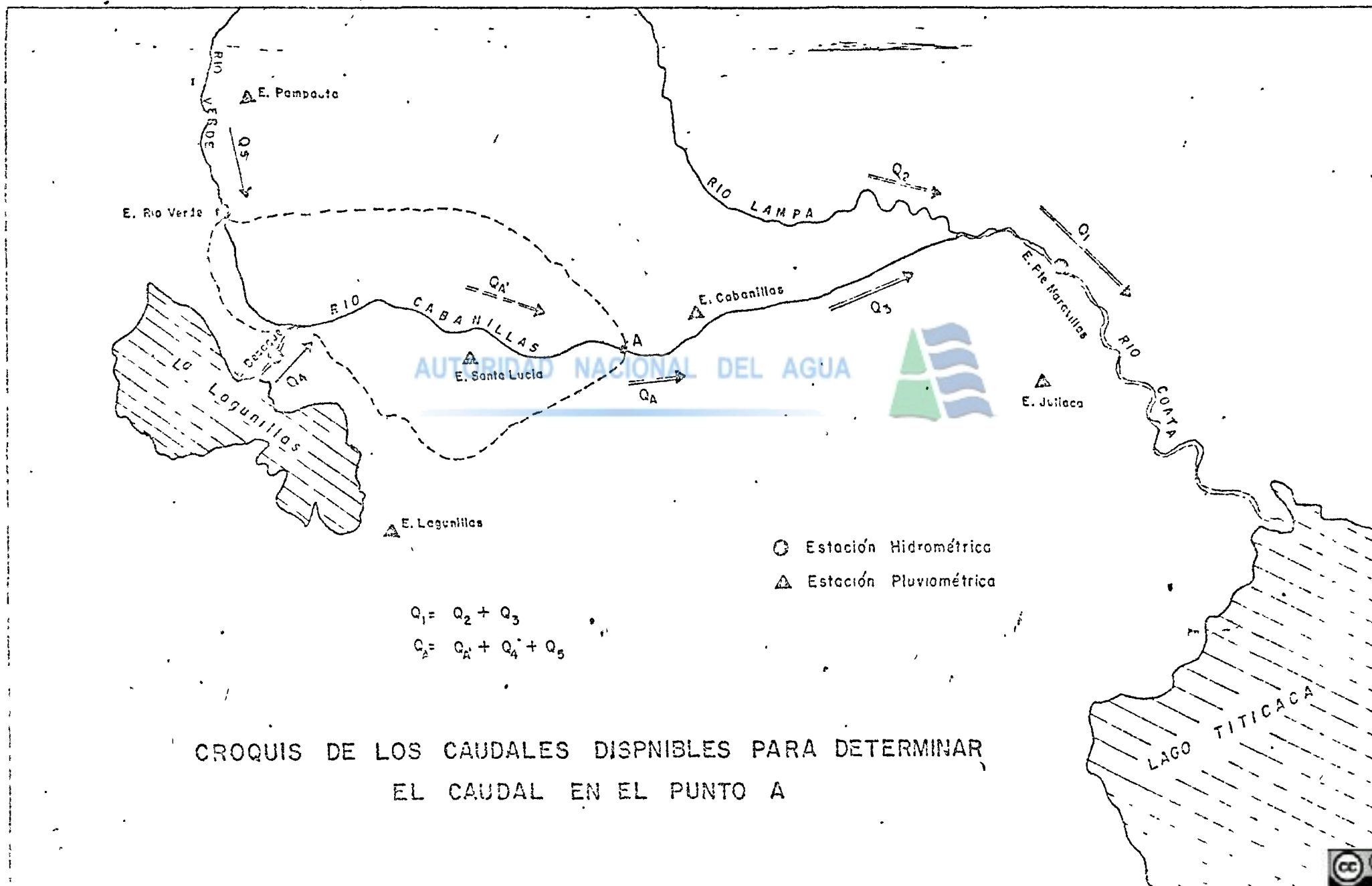
LISTA DE GRAFICOS

Nº

- 1.A Disponibilidad de agua del río Coata
- 1.B Producción mensual del río Coata en metros cúbicos por kilómetros-cuadrados.
- 2.A Disponibilidad de agua en el río Verde
- 2.B Disponibilidad de agua en el Lagunillas
- 3.A Descargas medias mensuales en la cuenca A'
- 3.B Descargas medias mensuales en el punto A
- 4.1 Doble masa entre precipitación (Pampauta) y descarga del río Verde y Coata
- 4.2 Doble masa río Verde versus estación Patrón
- 4.3 Doble masa río Coata versus estación Patrón
- 4.4 Doble masa Lagunillas versus estación Patrón

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA





CROQUIS DE LOS CAUDALES DISPONIBLES PARA DETERMINAR EL CAUDAL EN EL PUNTO A

ANÁLISIS PRELIMINAR PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE

AGUA SUPERFICIAL EN EL RÍO CABANILLAS

1.0 OBJETIVO

El objetivo fundamental, a este nivel, es determinar en forma aproximada la disponibilidad de agua superficial en el punto "A" del río Cabanillas, ubicado a la altura de Taya Taya, cuyas coordenadas son: Latitud $70^{\circ} 27'$ y Longitud $15^{\circ} 17'$, para abastecer las irrigaciones de Huataquita y Cabanillas.

2.0 INFORMACION HIDROMETEOROLOGICA

No se dispone de información de descargas en el punto de interés, pero sí se cuenta con datos de precipitación y descargas mensuales de toda la cuenca del río Coata.

Se dispone de registros de descargas promedios mensuales para un período de 13 años (1964-1976) correspondiente a los ríos: Coata, Verde y desague Laguna Lagunillas, cuyas coordenadas y período de registro se muestran en el cuadro N° 1.

La precipitación disponible es a nivel mensual, para un período comprendido entre 13 y 16 años de longitud. Se cuenta con cinco estaciones pluviométricas, cuyas características de ubicación y período de registro también se muestran en el cuadro N° 1.

3.0 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS FUENTES DE AGUA

3.1 Río Coata

El río Coata presenta descargas con un régimen irregular, cuya informa-

CUADRO No. 1

INFORMACION DE DESCARGAS Y PRECIPITACION MENSUALES EN LA CUENCA

DÉL RIO COATA

ESTACION	TIPO	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m)	PERIODO DE REGISTRO															
		Latitud	Longitud		1964	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
Río Verde	Descargas Mensuales	70°43'	15°34'	4,250	1962															
Desague (L. Lagunillas)	Descargas Mensuales	70°42'	15°42'	4,200	1962															
Fre. Maravillas (R. Coata)	Descargas Mensuales	70°08'	15°26'	3,828	1957															
Juliaca	Precipitac. Mensual	70°09'	15°29'	3,825	1962															
Cabanillas	Precipitac. Mensual	70°22'	15°39'	3,850																
Lagunillas	Precipitac. Mensual	70°39'	15°46'	4,200	1962															
Pampautia	Precipitac. Mensual	70°41'	15°29'	4,400																
Santa Lucía	Precipitac. Mensual	70°36'	15°42'	4,025																

ción es obtenida en la estación Puente Maravillas.

Este río nace en la confluencia de los ríos Cabanillas y Lampa, a 6 Kms. al Nor-Oeste de la ciudad de Juliaca.

Del análisis de la información disponible (13 años) se determina que las descargas máximas ocurren en los meses de Enero a Abril, con un caudal máximo de $300 \text{ m}^3/\text{seg.}$, y las descargas mínimas llegan hasta $2 \text{ m}^3/\text{seg.}$, durante los meses de Junio a Diciembre, siendo el mes de Mayo transicional.

Las disponibilidades mensuales del río Coata en la estación Puente Maravillas, expresadas en valores medios mensuales y desviaciones estándar mensuales, se dan en el gráfico N° 1-A.

3.2 Río Lampa

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



El río Lampa nace en la confluencia de los ríos Pomasi y Vila Vila.

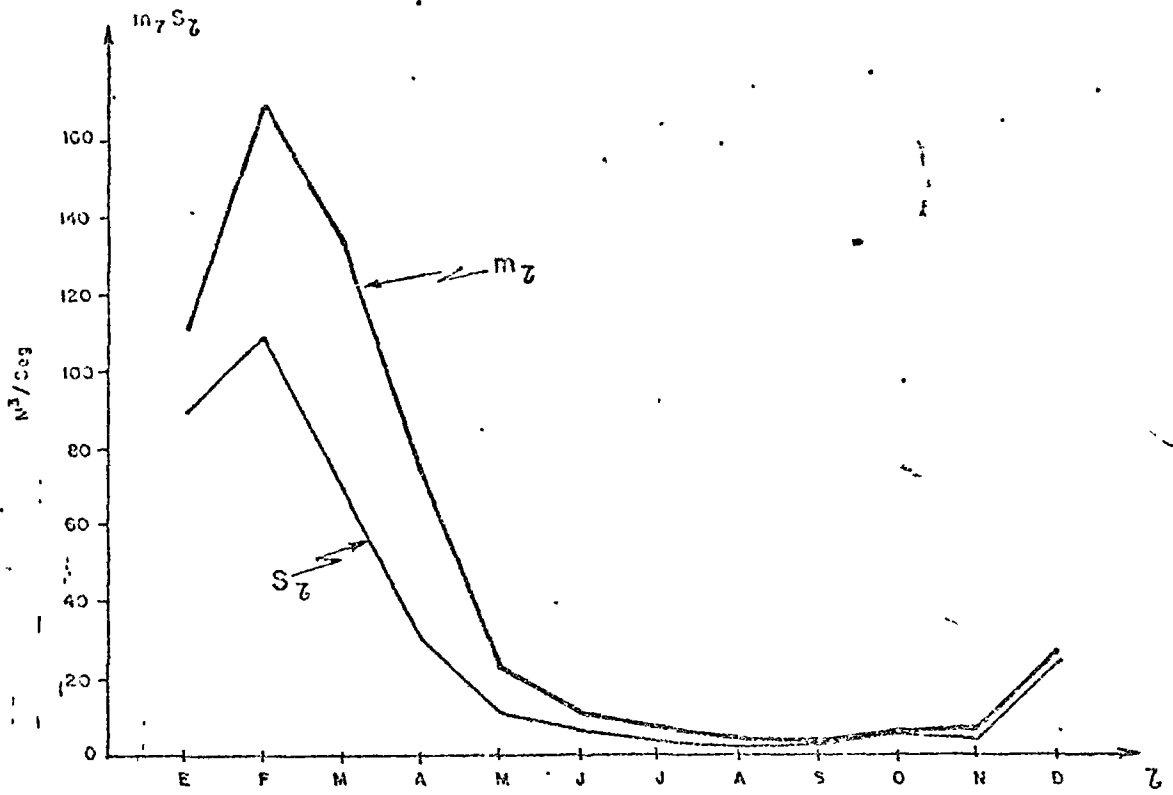
Es de régimen turbulento en su nacimiento y tranquilo en la parte baja y no cuenta con una estación de aforos para la medición de los caudales.

El caudal en épocas de avenidas es aproximadamente de $100 \text{ m}^3/\text{seg.}$, mientras que en época de estiaje es de $0.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$, representando el 30% del volumen total del río Coata en la estación de aforos.

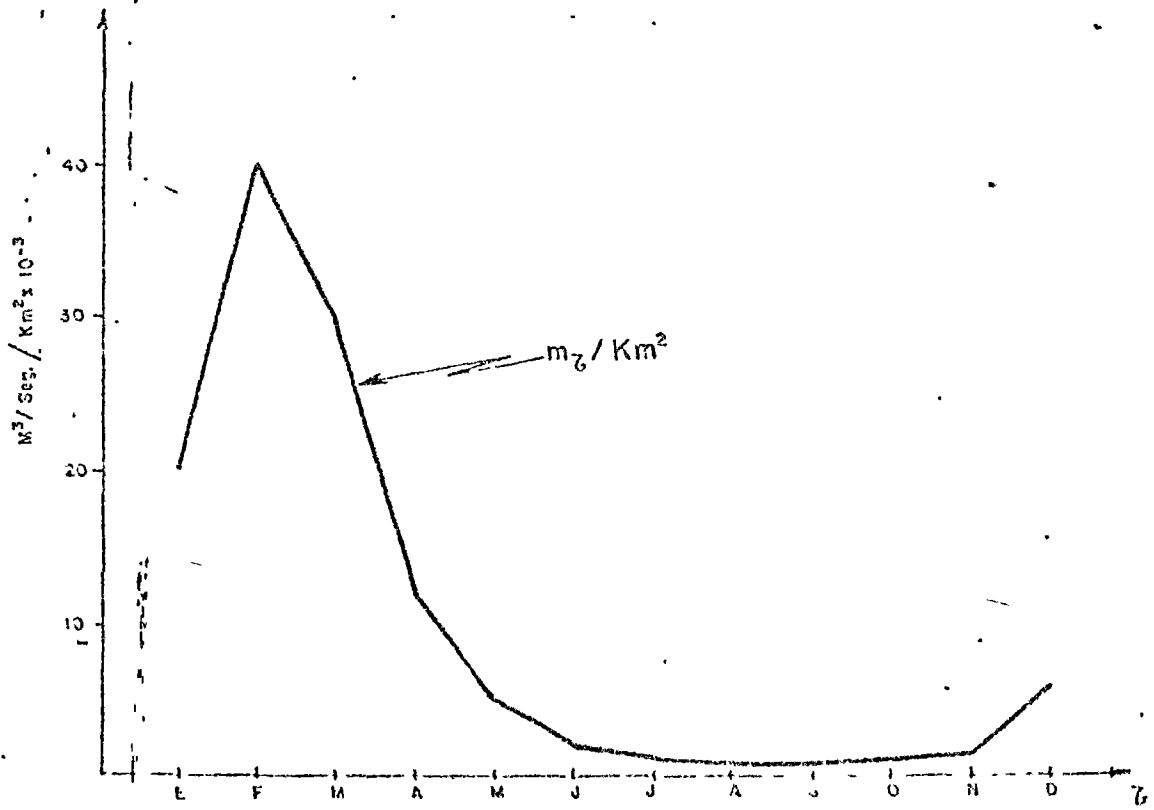
3.3 Río Cabanillas

El río Cabanillas, formador del río Coata, tiene un régimen semi-turbulento, no existiendo estación de aforos para la medición de sus caudales.

El caudal en épocas de avenida es, aproximadamente, de $190 \text{ m}^3/\text{seg.}$ y en épocas de estiaje de $1 \text{ m}^3/\text{seg.}$



A. DISPONIBILIDAD DE AGUA EN FUNCION DE LA MEDIA MENSUAL (m_z) Y DESVIACION ESTANDAR MENSUAL (s_z) DEL RIO COATA EN EL PUENTE MARAVILLAS



B. PRODUCCION MENSUAL DE LA CUENCA DEL RIO COATA POR Km^2

CUADRO No. 2

DISPONIBILIDADES EN LAS CUENCAS CON INFORMACION DE

OS Y

DESVIACIONES ESTANDARD MEN:

ESTACION	Pará metros	VALORES MENSUALES EN M ³ / SEG.											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pte. Maravillas	Media	110.92	169.33	133.45	53.74	22.20	11.03	6.22	3.94	3.73	4.69	6.18	26.91
	Desv. Estand.	89.87	109.81	69.47	28.79	10.92	6.05	3.59	2.66	3.43	5.01	5.45	26.31
R. Verde	Media	23.40	37.75	26.22	8.24	2.91	1.60	1.18	1.07	1.30	1.56	2.37	8.53
	Desv. Estand.	15.16	21.12	12.51	4.73	1.39	0.48	0.47	0.44	0.75	0.60	1.89	4.33
Desaguadero	Media	3.62	13.78	18.27	13.61	7.12	3.13	1.51	0.89	0.58	0.30	0.11	0.35
	Desv. Estand.	3.66	12.69	12.06	6.73	3.79	1.70	0.98	0.63	0.56	0.39	0.17	0.80
R. Verde más Desaguadero	Media	27.02	51.53	44.49	21.85	10.03	4.73	2.69	1.96	1.03	1.86	2.48	8.88
	Desv. Estand.	18.82	33.81	24.57	11.46	5.18	2.18	1.45	1.07	1.31	0.99	2.06	5.13

*para comparar los niveles de disponibilidad en las cuencas y los datos de disponibilidad
(2007-2010)*

Nace de la unión de los ríos Verde y Cerrillos, con un aporte significativo de la Laguna Lagunillas.

3.4 Río Verde

El río Verde, formador del río Cabanillas, presenta un régimen regular y sus descargas son medidas en la estación de aforos Río Verde.

Del análisis de la información disponible, se deduce que las descargas máximas, en época de avenidas, alcanzan valores de 150 m³/seg. y las mínimas, en épocas de estiaje, son del orden de 1 m³/seg.

Los aportes disponibles en la estación Río Verde, expresados en función de la media y desviación estándar mensuales, se muestran en el gráfico N° 2-A.

3.5 Laguna Lagunillas

Se encuentra ubicada en la CAP Gigante, con una superficie de 50.6 Km² de espejo de agua.

Esta laguna desfoga al río Cerrillos formador del río Cabanillas, cuya información es obtenida en la estación Desague.

Del análisis de esta información se deduce que las descargas máximas llegan hasta 50 m³/seg. y las mínimas a 0 m³/seg.

Los aportes disponibles en esta laguna, en términos de sus valores medios y desviaciones estándar mensuales, se muestran en el gráfico N° 2-B.

3.6 PRODUCCION DE LA CUENCA

El área total de la cuenca del río Coata, hasta la estación Puente Ma



ravillas es de 4.491 Km^2 , lo que nos da una producción promedio mensual de $29,916 \text{ m}^3/\text{Km}^2$. Los valores de la producción mensual de la cuenca se pueden apreciar en el gráfico N° 1 - B.

El croquis del sistema hidrológico se muestra en la figura N° 1, donde el área delimitada con línea punteada corresponde a la cuenca de escurrimiento de la zona comprendida entre las estaciones de aforo Río Verde y Desague, y el punto de interés "A".

4.0 PRUEBA DE HOMOGENEIDAD

Como un primer análisis para determinar el grado de homogeneidad de la información histórica registrada por el servicio nacional de Meteorología e Hidrología, se aplicó el método Doble Masa entre : Precipitación vs. Descargas (Estación Hidrométrica Río Verde y estación pluviométrica de Pampauta), y descargas versus descargas (río Verde versus río Coata), ver gráfico N° 4.1.

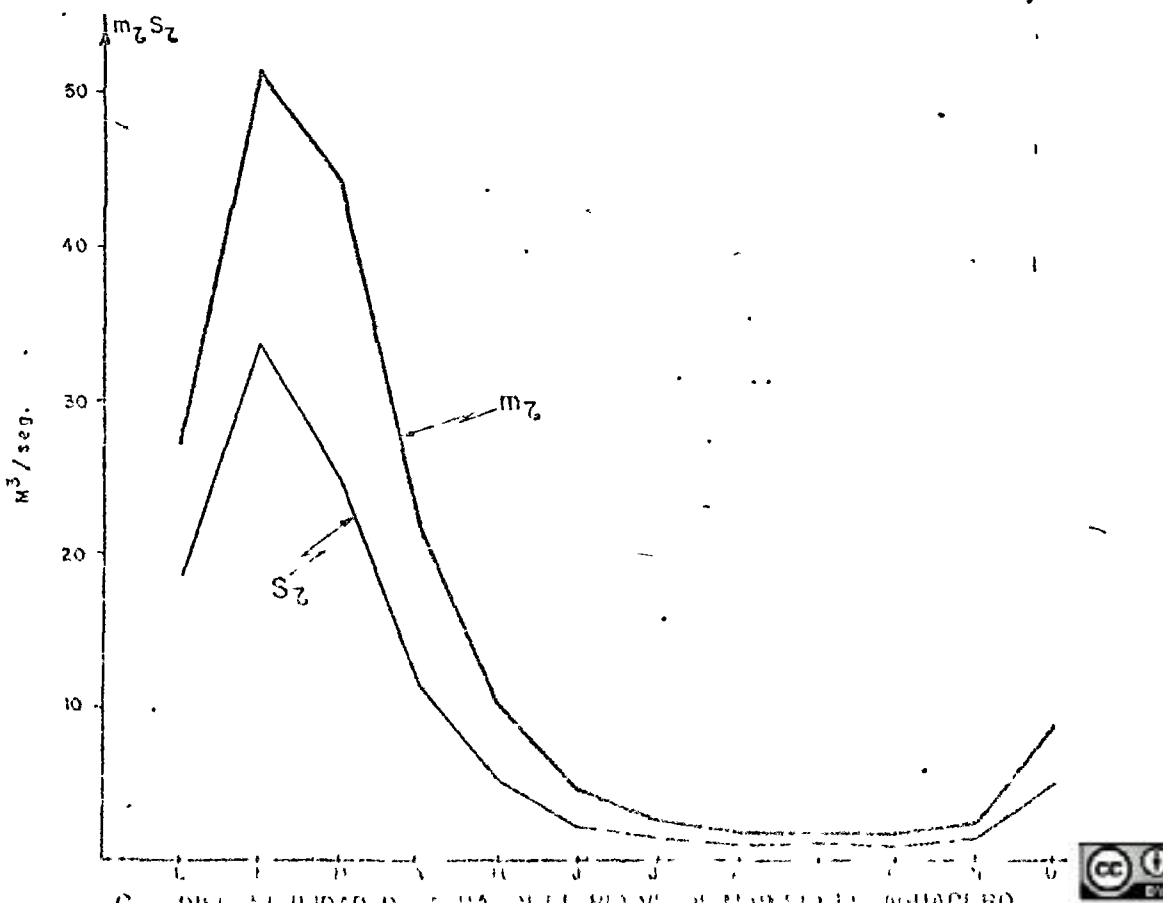
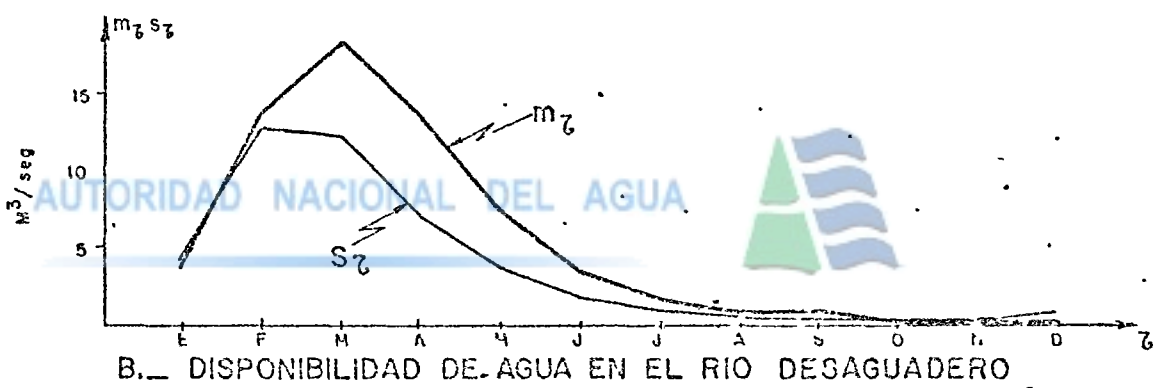
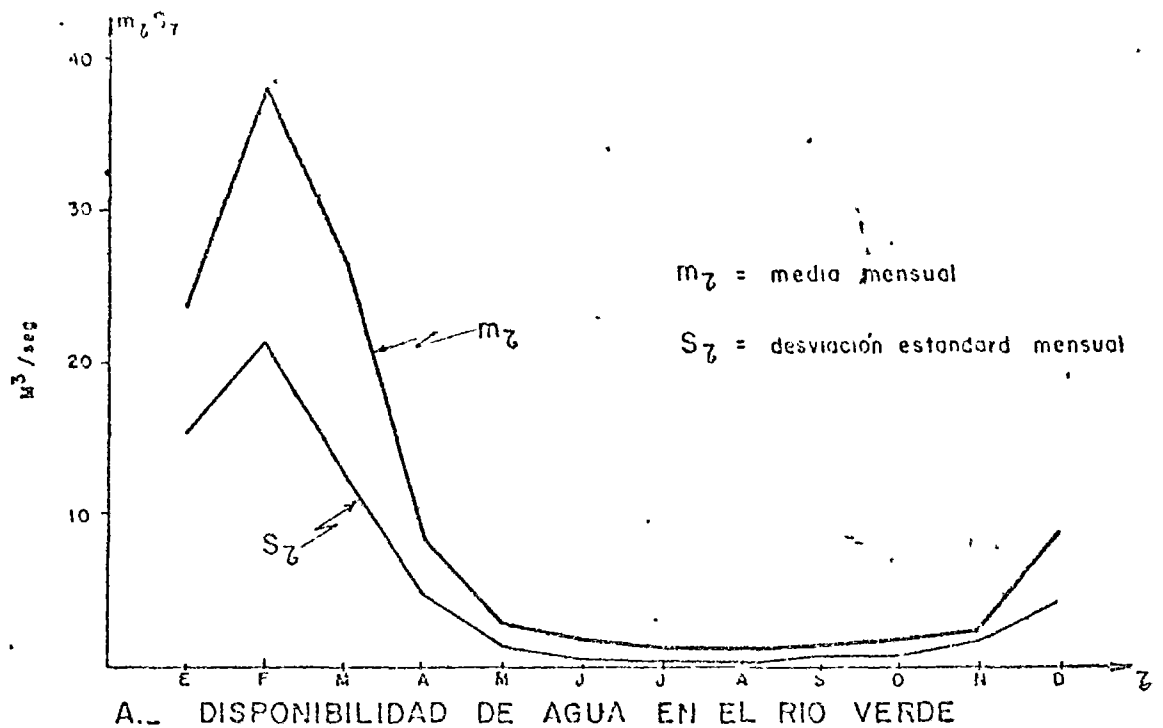
También se efectuó la Doble Masa de las descargas de los ríos Verde, Coata y Lagunillas con su respectivo promedio acumulativo, cuyas representaciones se muestran en los gráficos 4.2, 4.3, 4.4.

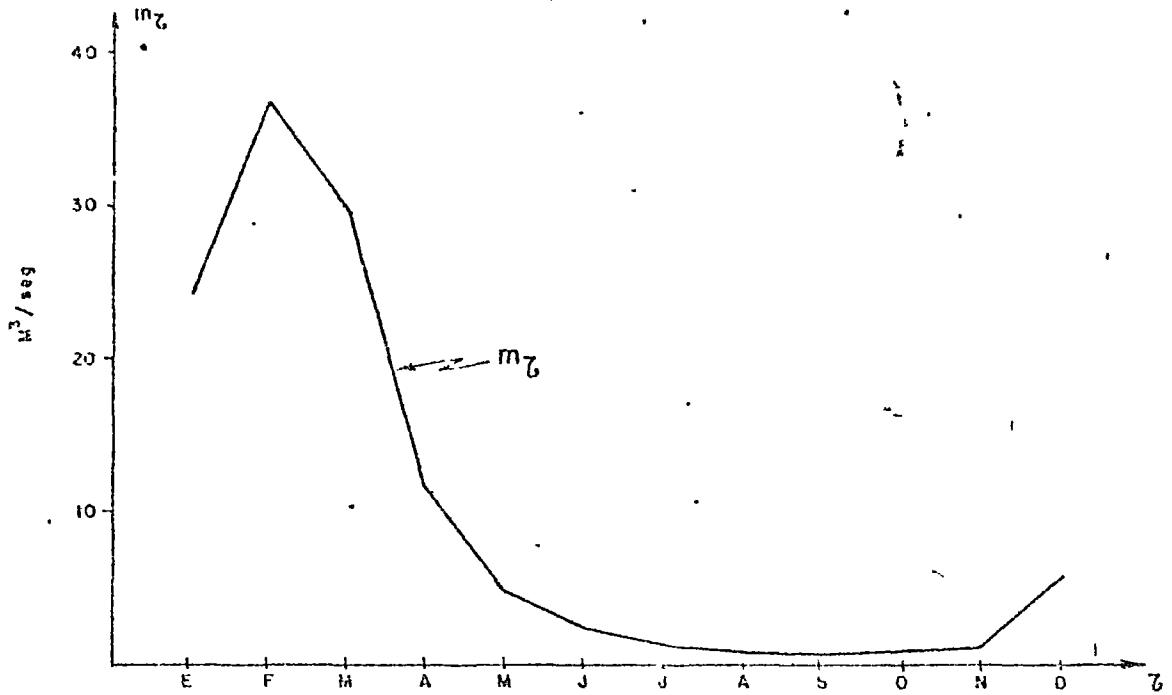
Las conclusiones a las que se arriban después de ejecutar este primer análisis, permiten afirmar que tal información ofrece características aceptables de homogeneidad.

5.0 DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES EN EL PUNTO DE INTERES A PARTIR DE LOS AFLUENTES

Como una primera aproximación para determinar los caudales disponibles en el punto de interés (A), se procede de la siguiente manera :

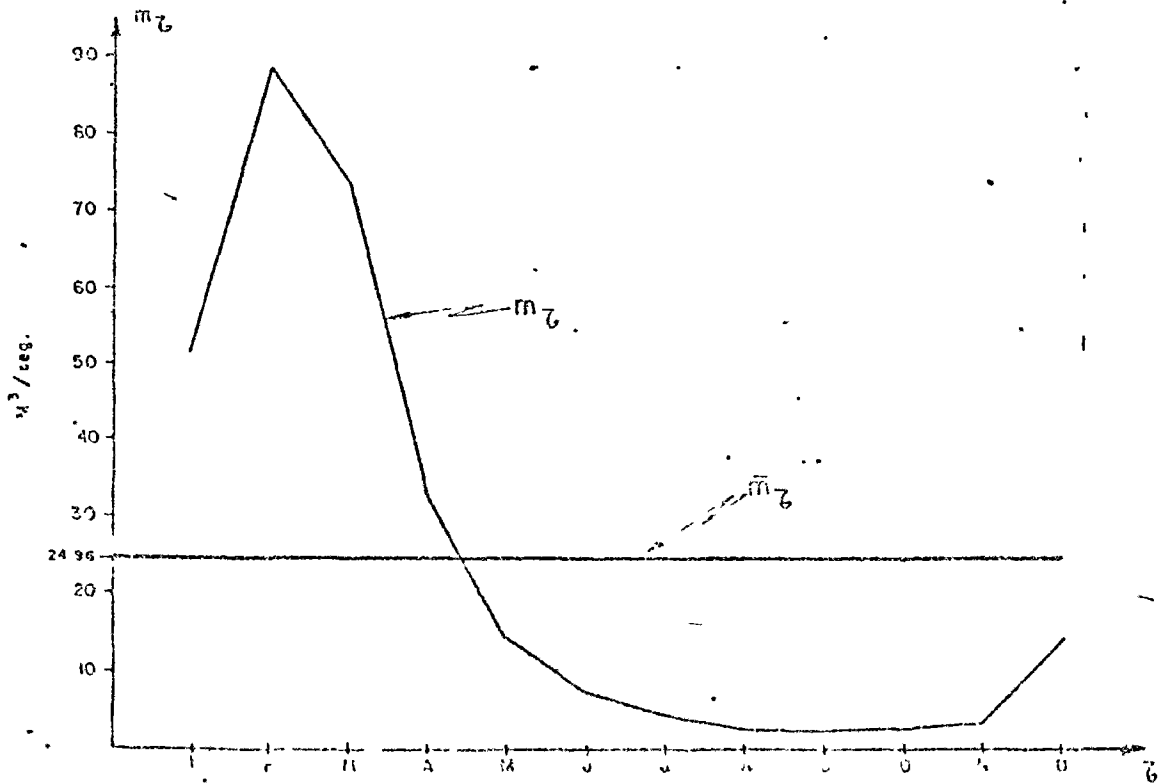
1. Se determina el aporte del área de escurrimiento (Q_A), el cual se





A. — DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DE ESCURRIMIENTO EN LA CUENCA A'

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



B. — DESCARGAS MEDIAS MENSUALES DISPONIBLES EN EL PUNTO DE INTERÉS

obtiene multiplicando la producción promedio mensual en m^3/Km^2 de la cuenca del río Coata por el área respectiva A' .

2. El caudal disponible en el punto A, viene a ser la suma de los caudales del río Verde, Lagunillas, y más el caudal de escurrimiento; vale decir :

$$Q_A = Q_4 + Q_5 + Q_{A'}$$

Donde :

Q_4 = caudal de la Laguna Lagunillas

Q_5 = caudal del río Verde

$Q_{A'}$ = caudal de escurrimiento

cuyos valores se expresan en función de la media mensual, sin considerar la desviación estandar, ni la parte aleatoria:

3. En los casos más extremos, los aportes del río Verde y la Laguna Lagunillas, aseguran una disponibilidad efectiva en el punto A, considerando el caudal de escurrimiento igual a cero, lo cual no es factible, ya que la precipitación en esa zona es considerable, como se muestra en el gráfico N° 3 - A.

5.1 Resultados.-

Los caudales disponibles en el punto A, expresados en valores medios mensuales son : ($m^3/seg.$).

Enero	51.08
Febrero	88.40
Marzo	73.55
Abril	33.55
Mayo	14.86
Junio	7.13
Julio	4.04
Agosto	2.81
Setiembre	2.69

Octubre 2.88
 Noviembre 3.82
 Diciembre 14.74

Teniendo una disponibilidad promedio mensual de 24.96 m³/seg. , lo que equivale a 64.7 millones de m³/mes.

Estos valores se muestran en el gráfico N° 3 - B.

6.0. DETERMINACION DE LAS DISPONIBILIDADES EN EL RIO CABANILLAS A PARTIR DEL RIO COATA

Para comprobar la validez de los valores obtenidos para el punto A, en función de sus afluentes, se determinará los valores medios mensuales a partir de los aforos totales en la estación Maravillas, cuyos resultados deben ser semejantes a los ya obtenidos en el párrafo 5.

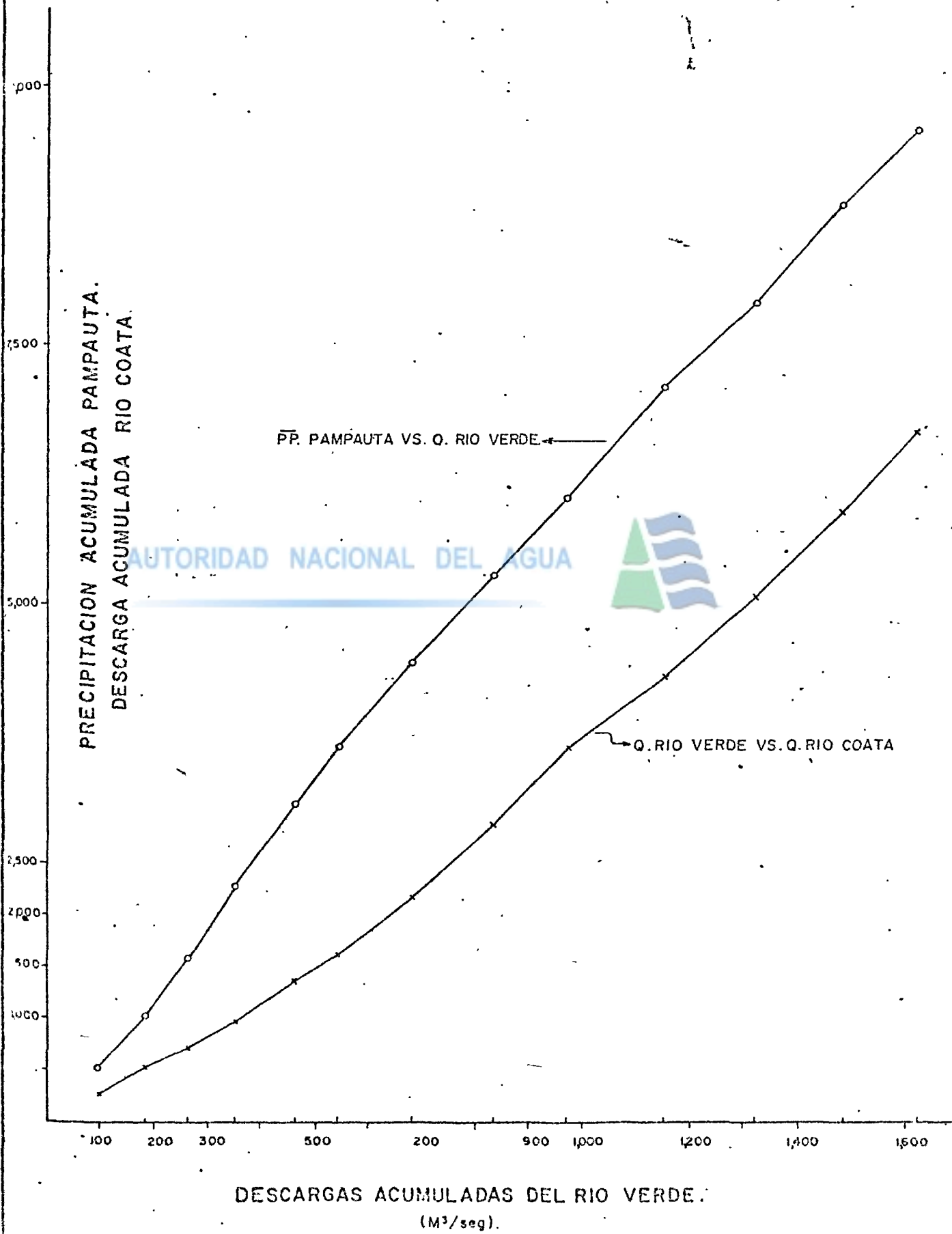
Para ello se reparte los caudales aforados en Maravillas, en forma proporcional a su área de escurrimiento; yale decir, la producción de cada cuenca :

Area total cuenca Coata	=	4491 Km ²
Area cuenca R. Lampa	=	1553.8 Km ²
Area Cuenca R. Maravillas	=	2938.0 Km ²
Coeficiente de Area R. Maravillas	=	0.654
Coeficiente de Area R. Lampa	=	0.346

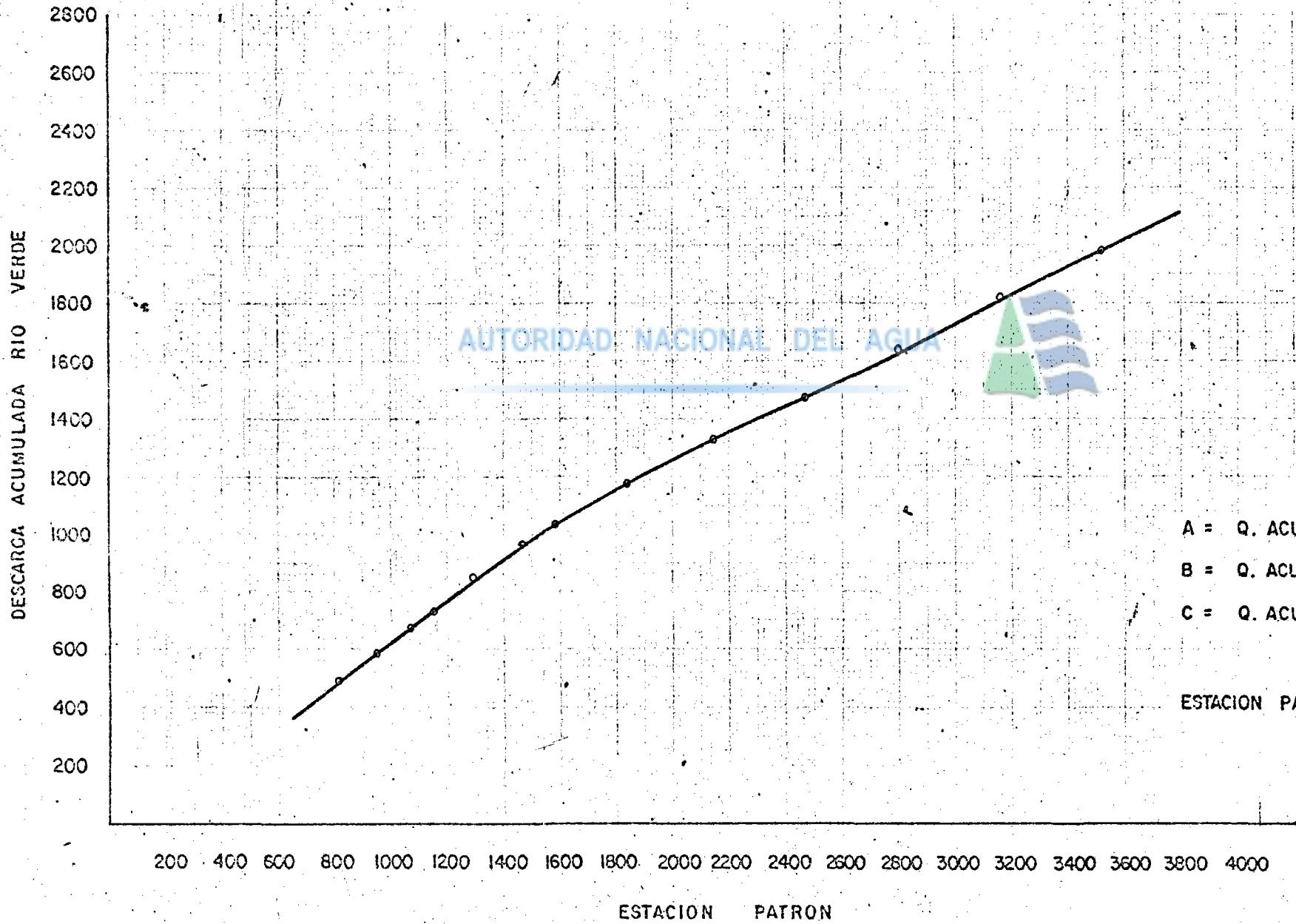
6.1. Resultados.-

Los resultados obtenidos son los siguiente :

ENERO	=	72.3 m ³ /seg.
FEBRERO	=	110.7 "
MARZO	=	87.28 "
ABRIL	=	35.15 "

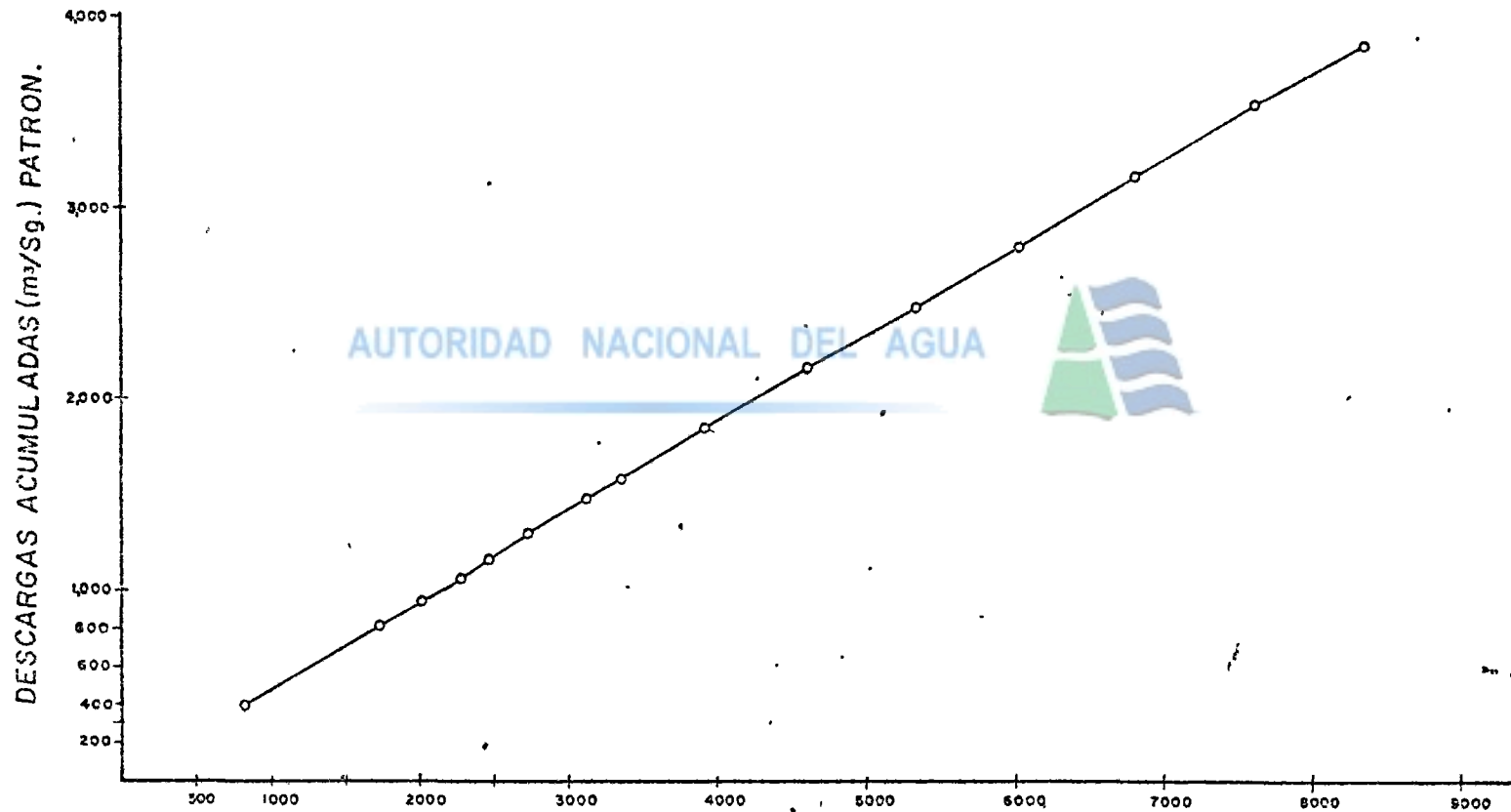


CURVA DOBLE MASA RIO VERDE VS. ESTACION PATRON

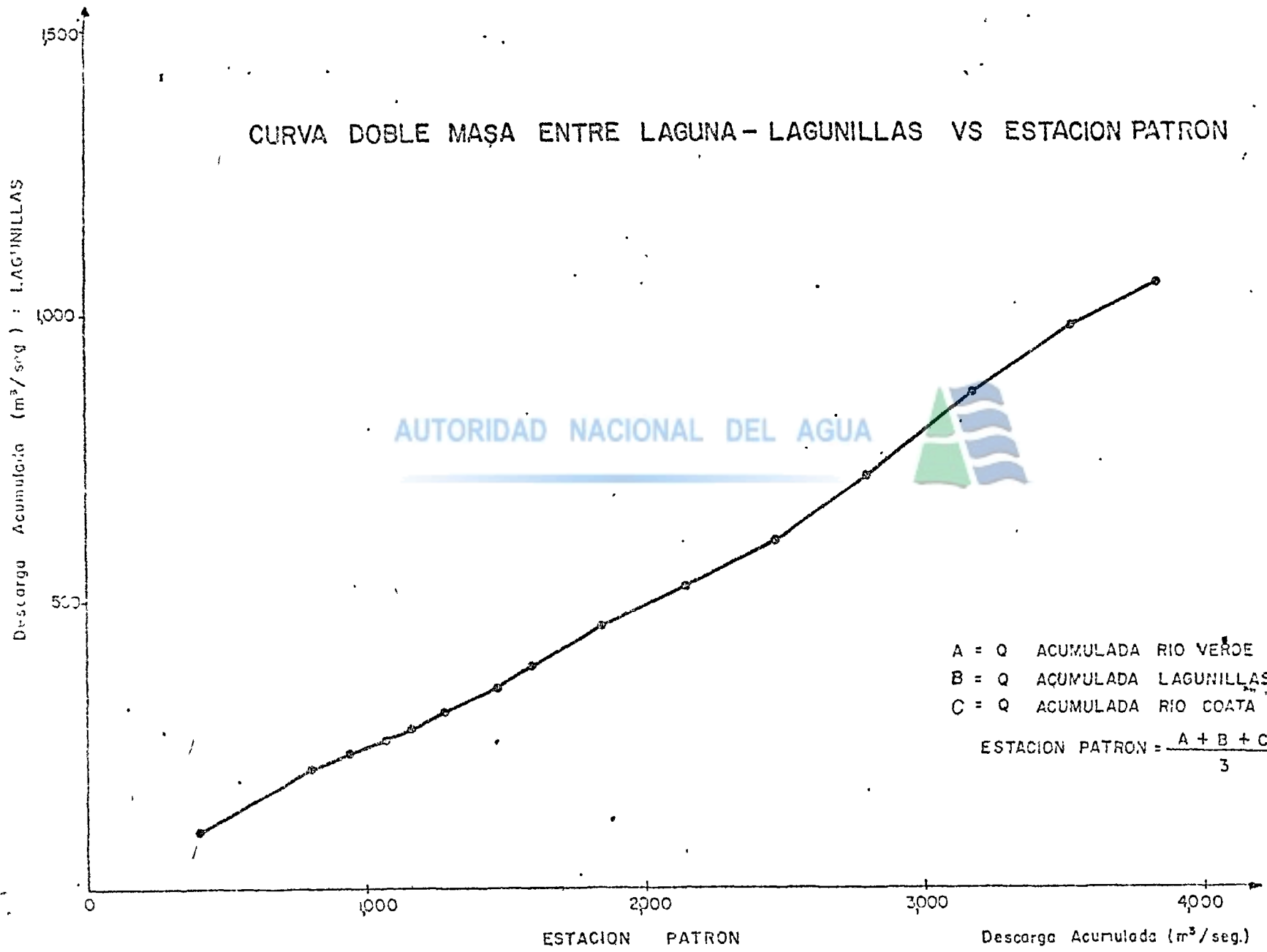


- A = Q. ACUMULADA RIO VERDE
- B = Q. ACUMULADA LAGUNILLAS
- C = Q. ACUMULADA RIO COATA

$$\text{ESTACION PATRON} = \frac{A+B+C}{3}$$



CURVA DOBLE MASA ENTRE LAGUNA - LAGUNILLAS VS ESTACION PATRON



A = Q ACUMULADA RIO VERDE
B = Q ACUMULADA LAGUNILLAS
C = Q ACUMULADA RIO COATA

ESTACION PATRON = $\frac{A + B + C}{3}$

MAYO	=	14.52	m ³ /seg.
JUNIO	=	7.21	"
JULIO	=	4.07	"
AGOSTO	=	2.58	"
SEPTIEMBRE	=	2.44	"
OCTUBRE	=	3.07	"
NOVIEMBRE	=	4.0	"
DICIEMBRE	=	17.60	"

Estos valores son semejantes a los ya obtenidos, aún cuando la precipitación es menor en el río Lampa, lo que significa que su aporte es menor que el considerado según su área, lo que nos asegura una mayor disponibilidad en el río Cabanillas.

6.2 Análisis de Consistencia.-

Haciendo un análisis de consistencia entre los resultados obtenidos por sus afluentes y los caudales a partir de la estación Maravillas (párrafos 5 y 6), se tiene :

Consistencia en la Media

$$T_c = 0.25$$

$$T_f = 2.074 \text{ con } = 0.05$$

∵ $t_c < T$, entonces las medias son iguales estadísticamente con el 95% de probabilidades.

Consistencia en la Desviación estándar

$$F_c = 1.51$$

$$F_f = 2.79$$

∵ $F_c < F_f$, por lo que las desviaciones estándar son iguales estadísticamente con el 95% de probabilidades.

Esto nos indica que las dos muestras obtenidas son iguales estadísticamente /...

en los dos primeros parámetros : media y desviación estándar.

6.3 Caudales derivados del río Cabanillas.-

Existen cinco canales de derivación en el río Cabanillas, los cuales son:

Canal Yacará con una capacidad de 500 lt/seg.

Canal Ayagachi con una capacidad de 300 lt/seg.

Canal Frigorífico con una capacidad de 120 lt/seg.

Canal Cabanillas con una capacidad de 772 lt/seg.

Canal Huataquita con una capacidad de 600 lt/seg.

lo que suma una capacidad de derivación total de $2.29 \text{ m}^3/\text{seg.}$, los que se efectúan con mayor grado en los meses de estiaje por escasez de las lluvias.

6.4 Disponibilidad al 75% de Persistencia.-

Los caudales disponibles al 75% de persistencia, los cuales se han obtenido del análisis de frecuencias del río Cota, sin considerar las derivaciones para el río Cabanillas, en función al porcentaje de su área de escorrentía son :

ENERO	=	20.00 $\text{m}^3/\text{seg.}$
FEBRERO	=	39.55 "
MARZO	=	56.22 "
ABRIL	=	20.16 "
MAYO	=	8.64 "
JUNIO	=	4.18 "
JULIO	=	2.66 "
AGOSTO	=	1.63 "
SETIEMBRE	=	1.09 "
OCTUBRE	=	1.05 "
NOVIEMBRE	=	1.33 "
DICIEMBRE	=	3.38 "

/..

Finalmente, considerando una derivación promedio de $1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$ en los meses de junio a diciembre, se tiene que los caudales disponibles son :

ENERO	=	20.00 $\text{m}^3/\text{seg.}$
FEBRERO	=	39.55 "
MARZO	=	56.22 "
ABRIL	=	20.16 "
MAYO	=	8.64 "
JUNIO	=	5.68 "
JULIO	=	4.76 "
AGOSTO	=	2.13 "
SETIEMBRE	=	2.59 "
OCTUBRE	=	2.55 "
NOVIEMBRE	=	2.83 "
DICIEMBRE	=	4.88 "

lo que equivale a un promedio mensual de $14.17 \text{ m}^3/\text{seg.}$ correspondiente a una ma mensual de 36.73 millones de m^3 .

7.0 CONCLUSIONES

1. La información histórica disponible presenta una homogeneidad aceptable según el análisis doble masa efectuado.
2. Las disponibilidades medias mensuales para el río Cabanillas, obtenidos primero a partir de sus afluentes Lagunilla, río Verde y escurrimiento del área no aforada y, segundo, a partir del río Coata, son consistentes en la media y desviación estándar según las estadísticas T y F, respectivamente.
3. Las disponibilidades al 75% de persistencia para el río Cabanillas son los obtenidos en el párrafo 6.4 considerando los caudales derivados en $1.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$, cuyo rango de variación fluctúa de

56.22 m³/seg. en el mes de marzo y 2.13 m³/seg. en el mes de agosto.

8.0 RECOMENDACIONES

Debido a que los análisis hidrológicos efectuados en el presente estudio, están basados en las muestras históricas, se recomienda efectuar simulaciones para saber, en términos probabilísticos, el comportamiento futuro de las descargas más realísticas, relacionándolo con las características geomorfológicas de la cuenca.

9.0 BIBLIOGRAFIA

Servicio Nacional de Meteorología

e Hidrología - SENAMHI y *Reg Agraria* Descargas mensuales en m³/seg. río Coata, Verde y Lagunillas.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

Flores, Carlos 1978

Proyecto de irrigación Yanarico-Yacará-Llapuscachi - Informe técnico preliminar.

Z.A. II - Puno, Sub-Dirección de Aguas e Irrigaciones :

Diagnóstico del Distrito de Riego Juliaca con fines de formulación de planes de cultivo - 1978

EJECUTADO:

- Ingeniero Fredesbindo Vásquez Fernández
- Ingeniero Segundo Aliaga Araujo



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

