

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL
REGADIO DEL VALLE DE PENCAHUE

H I D R O L O G I A

JUNIO, 1977

HIDROSOLVE
INGENIEROS CONSULTORES

Santiago, Chile

1.- Introducción.

El valle de Pencahue se ubica entre los 35°10' y 35°28' de Latitud Sur y tiene una superficie aproximada de 600 Km². Su orientación principal es aproximadamente Nort-Sur, y su cauce de drenaje principal, el estero Los Puercos, recorre unos 30 kms antes de desembocar en el río Maule inmediatamente aguas abajo de la confluencia de este río con el Claro.

La hoya del estero Los Puercos se ubica dentro del cordón de la Cordillera de la Costa en esa zona, y su altura máximas no superan los 700 m. s. n. m. El régimen hidrológico de la cuenca es netamente pluvial, de tal forma que la escorrentía se manifiesta esencialmente como consecuencia de las lluvias de otoño e invierno. Durante primavera-verano la escorrentía superficial disminuye notablemente, especialmente en aquellos años de bajas precipitaciones primaverales. En estas condiciones los recursos superficiales propios de la cuenca durante el estiaje son sumamente escasos y llegan a ser prácticamente nulos hacia fines de esta temporada.

La cuenca del estero Los Puercos tiene una parte importante de su superficie que consiste en lomajes suaves de una pendiente general muy baja; sólo cerca de los límites de la hoya se desarrollan pequeñas quebradas de pendientes medias mucho mayores. En general en toda la zona de lomajes, se ha desarrollado una agricultura de secano en la que destacan las siembras anuales de granos pequeños y algunos viñedos. En las quebradas pequeñas, que constituyen los límites de la cuenca, prácticamente no se ha modificado la vegetación natural consistente fundamentalmente en especies arbustivas que cubren esta parte del área con regular densidad.

El estudio hidrológico que se describe en los siguientes capítulos, pretende cuantificar los recursos de agua disponibles para proporcionar riego a la zona del valle de Pencahue. Al respecto existen diversas alternativas posibles, para cada una de las cuales se ha hecho esta cuantificación. Además, el estudio hidrológico ha debido cuantificar eventos hidrológicos extremos con el objeto de diseñar las obras que cada una de las alternativas requiere.

Las alternativas para proveer agua de riego al valle de Pencahue, cuya hidrología se ha estudiado, son las siguientes:

- a) Trasvase de agua desde el río Claro en Itahue, con sobran-tes de invierno y primavera, para ser almacenados en un embalse de cabecera del valle de Pencahue (Litú).
- b) Trasvase de agua con recursos de la zona baja del río Lircay y los esteros Pangue y Chilcas, durante la temporada de riego, sin embalse o eventualmente con un embalse en el estero Tutucura.
- c) Trasvase de agua desde el río Claro a La Orilla, con bombeo durante la temporada de riego.

En la figura 1.1 se presenta un plano general de la zona, en el cual se identifican los distintos puntos de interés, con las cuencas afluentes a cada uno de ellos. En dicho plano se han incluido también algunos elementos geográficos tales como centros urbanos, Carretera Panamericana Sur, etc. para fines de ubicación general.

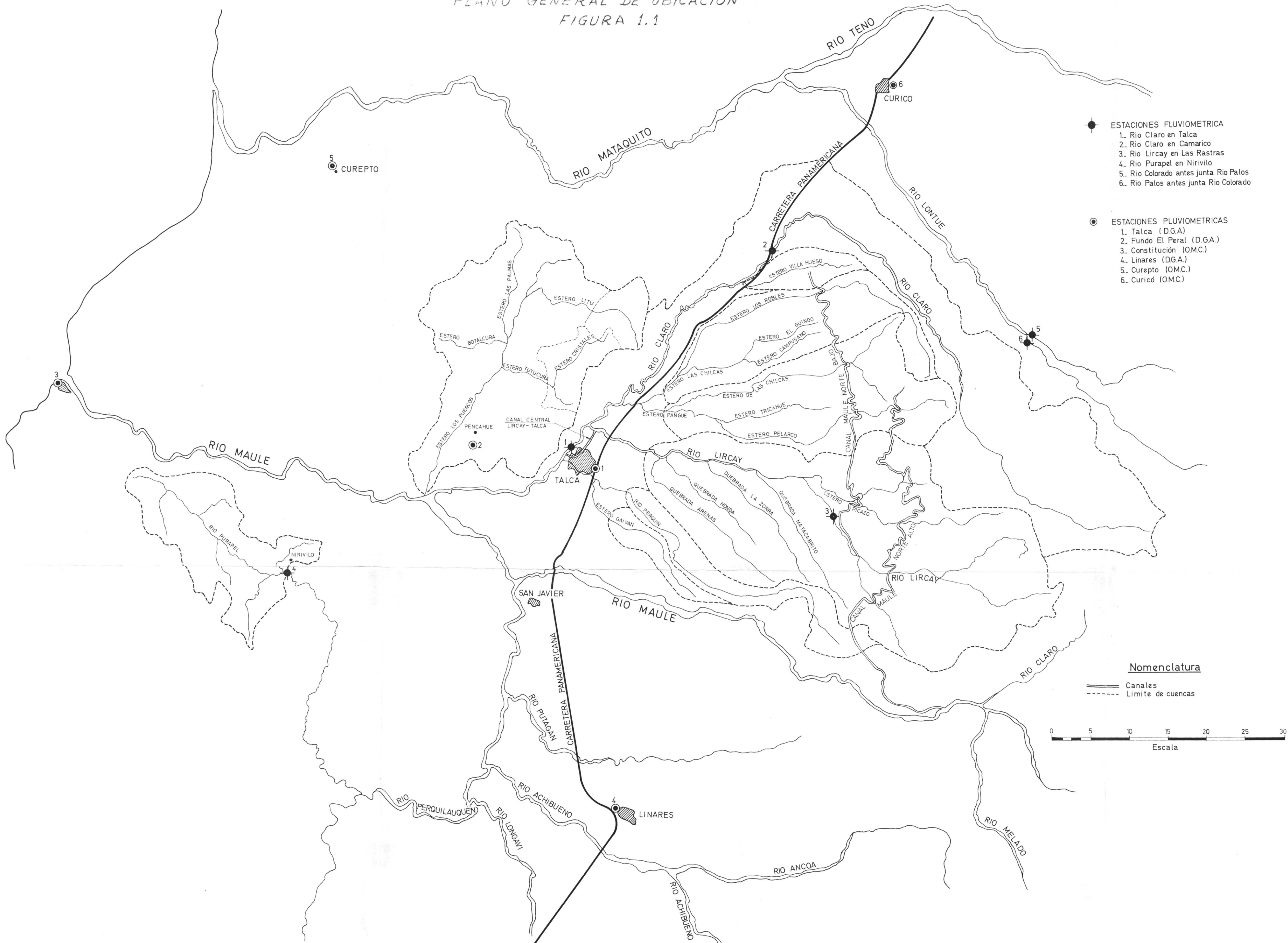
Las alternativas enumeradas anteriormente han implicado la necesidad de realizar los siguientes estudios específicos:

- Estudio de la pluviometría de la zona.
- Evaluación de recursos propios en las cuencas afluentes a los posibles embalses Litú y Tutucura, en términos de volúmenes anuales.
- Evaluación de recursos propios en la cuenca del estero Los Puercos, en términos de gastos medios anuales y mensuales.
- Evaluación de gastos medios mensuales posibles de trasvasar desde el río Claro en Itahue.
- Evaluación de gastos medios mensuales durante la temporada de riego, posibles de trasvasar desde el río Lircay (en La Higuera), estero Pangue y estero Las Chilcas cerca de la confluencia de ambos.
- Evaluación de gastos medios mensuales durante la temporada de riego en el río Claro en La Orilla.
- Estudio de crecidas en la cuenca del Estero Litú (para diseño de obras de evacuación del embalse)
- Estudio de crecidas en la cuenca del Estero Tutucura (para diseño de obras de evacuación del embalse).
- Estudio de crecidas en el Estero Los Puercos (con el objeto de estudiar eventuales problemas de drenaje).
- Estudio de crecidas en el río Claro en Itahue (para el diseño de una bocatoma).
- Estudio de crecidas en el río Lircay y los esteros Pangue y Chilcas (para el diseño de bocatomas en cada caso).
- Estudio de crecidas en el río Claro antes de su confluencia con el río Lircay (para el diseño del cruce de un sifón en este punto).

En la figura 1.1 se ha incluido además la cuenca del río Purapel en Nirivilo, que fue usada en diversas técnicas hidrológicas de transposición de datos. En la misma figura, se indica la ubicación de todas las estaciones pluviométricas y pluviométricas cuyas estadísticas se usaron en diversas etapas del estudio hidrológico.

La organización del informe incluye en el capítulo 2 los estudios pluviométricos realizados, en el capítulo 3 todo lo referente a evaluación de recursos y finalmente en el capítulo 4 los estudios de crecidas en los diferentes puntos de interés.

PLANO GENERAL DE UBICACION
FIGURA 1.1



2. Estudio Pluviométrico

2.1. Alcances y Objetivos

El estudio pluviométrico tuvo por objetivo analizar, homogeneizar, corregir y completar las estadísticas pluviométricas en la zona, de tal modo de poder llevar a cabo los estudios hidrológicos mencionados en el capítulo 1.

Para las distintas fases de los estudios hidrológicos, luego de un análisis de la información pluviométrica disponible, se decidió emplear fundamentalmente las estadísticas de las siguientes estaciones:

- Talca
- El Peral
- Constitución

Con el objetivo de comprobar la homogeneidad de las estadísticas a utilizar, se hizo un estudio mediante curvas doble acumuladas (CDA). Una vez realizado este análisis se comprobó la consistencia de las estadísticas mencionadas y a la vez se completaron y corrigieron en los casos en que procedía. La información procesada fue básicamente la de precipitaciones totales anuales y totales mensuales.

Adicionalmente en este capítulo, se presentan los análisis de precipitaciones máximas en 24 horas para la estación Talca. Este análisis es utilizado más adelante, para los estudios hidrológicos de crecidas que fue necesario realizar.

2.2. Análisis mediante Curvas Doble Acumuladas (CDA).

2.2.1. Confección de un patrón pluviométrico.

Para la confección del patrón pluviométrico representativo de la zona, se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- Elegir estaciones pluviométricas próximas a la zona, con períodos de registros largos y regímenes pluviométricos similares.
- Dado que la zona en estudio abarca sólo zonas del valle central y áreas al poniente del mismo, no se incluyeron en el patrón estaciones pluviométricas ubicadas en los contrafuertes cordilleranos.
- Para elegir las estaciones del patrón, se tuvo en cuenta además las experiencias de estudios anteriores (1).

(1) André, Mario "Pluviometría de las Hoyas Mataquito, Maule e Itata".
Memoria para optar al título de Ingeniero Civil U.
de Chile, 1970.

Según lo anterior, se consideraron las siguientes estaciones para formar el patrón:

- Curicó
- Curepto
- Talca
- Linares

En las tablas I.1 a I.4 del Anexo I, se presentan las estadísticas originales, mensuales y anuales, para estas estaciones. Estas estadísticas fueron extraídas directamente de las fuentes (D.C.A. y O.M.C.) así como también de la referencia (2).

Según se aprecia de las tablas del Anexo, fue preciso completar las estadísticas de algunas de las estaciones del patrón, con el objeto de construir C.D.A. para un período común de suficiente longitud. El procedimiento usado en cada caso, se indica a continuación.

a) Curicó:

Esta estación tiene un período de 7 años sin estadística (1952 a 1958) en el total del período considerado (1942 a 1976). Para completar esta estadística se construyó una relación gráfica entre las precipitaciones anuales en Talca y Curicó, se trazó gráficamente una recta de relación (fig. 2.1). El ajuste de un modelo lineal por mínimos cuadrados, no se utilizó en este caso, ya que sus resultados no se consideraron satisfactorios.

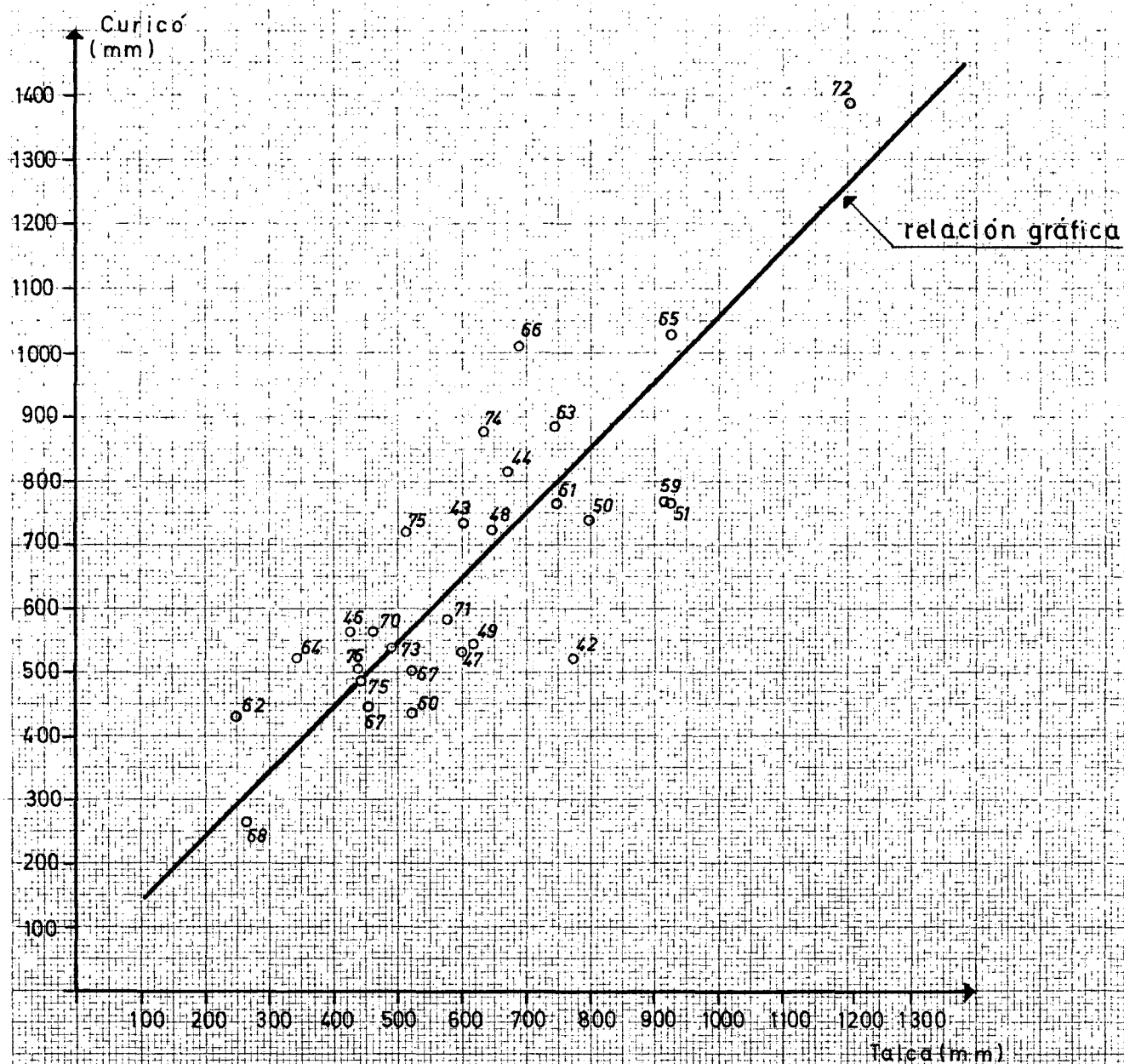
Mediante la recta de relación indicada, se completó la precipitación anual de los años faltantes. Estos valores se indican en la columna total de la Tabla I.1 del Anexo en la columna total, individualizados convenientemente.

b) Curepto:

En el período 1942 a 1976, esta estación tiene 8 años sin observaciones (1942, 43, 45, 55, 56, 57, 58, 66). Además, en algunos meses de otros años no existen mediciones. Para completar los valores anuales se confeccionó gráficamente una relación entre Talca y Curepto (fig. 2.2); a esta relación se ajustó un modelo lineal por mínimos cuadrados, que aparece indicado en la figura en conjunto con el coeficiente de correlación calculado (r). Mediante esta relación, se completaron los valores anuales faltantes en la estadística de Curepto; estos aparecen individualizados convenientemente en la columna Total de la Tabla I.2.

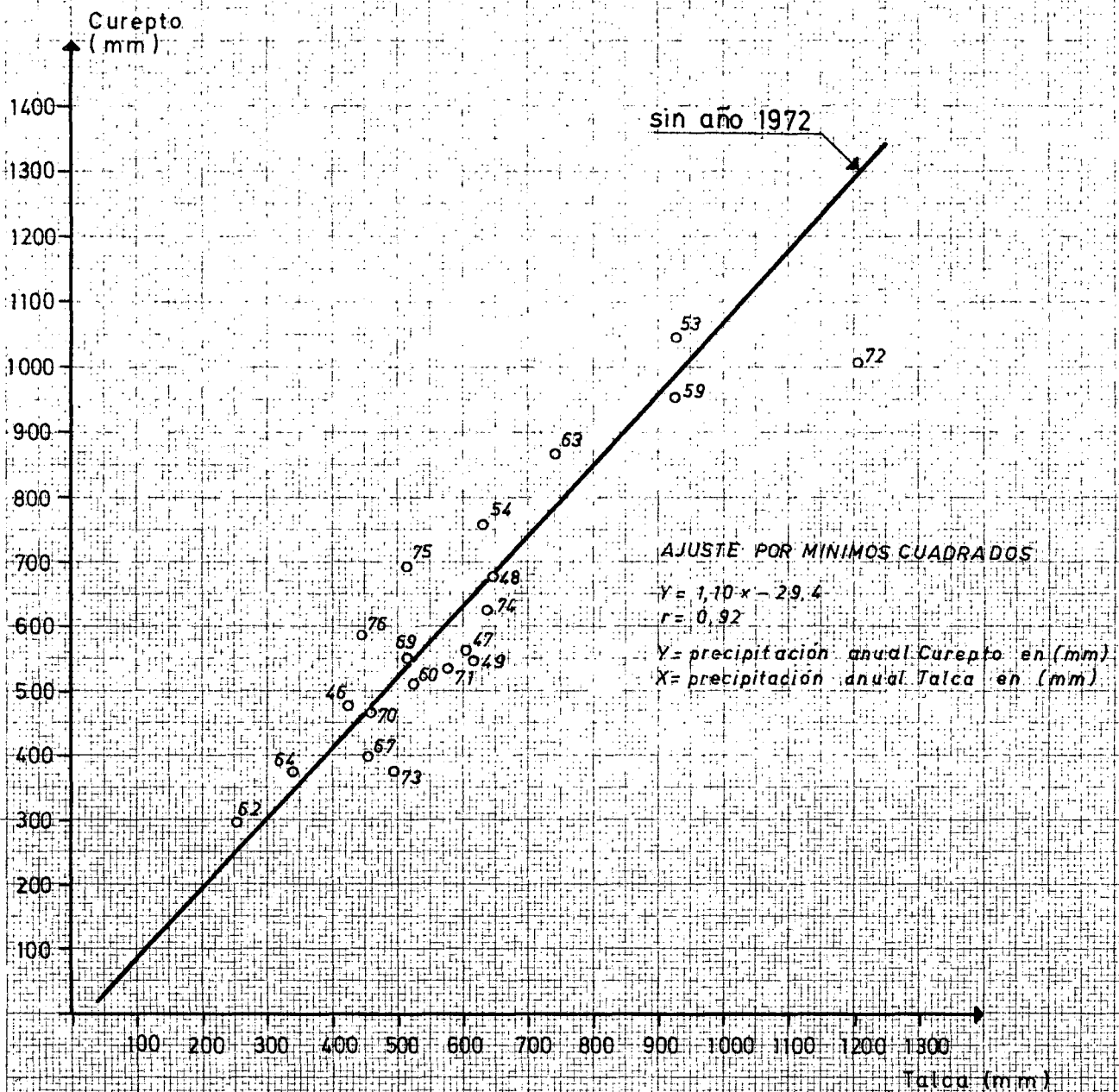
CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES CURICO - TALCA

fig. 2-1



CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES TALCA - CUREPTO

fig 2-2



Los valores faltantes mensuales, en los demás años, se completaron utilizando el método de promedios ponderados (3), utilizando las precipitaciones mensuales correspondientes en las estaciones Curicó, Talca y Linares. En la Tabla I. 2 se individualizan los valores así completados.

c) Linares:

En el período 1942 a 1975, esta estación tiene dos años (1972 y 1973) en cada uno de los cuales falta el registro de varios meses. Además en los años 1964 y 1969 existen dos y un mes sin registro respectivamente.* Para completar 1972 y 1973 se utilizó una relación anual entre Linares y Embalse Digua; a esta relación se ajustó una recta por mínimos cuadrados, cuya expresión y coeficiente de correlación se indica en la figura 23. Con este modelo se completaron los valores anuales de Linares en 1972 y 1973. Para completar los valores mensuales en 1964 y 1969, se usó el método de promedios ponderados, usando las precipitaciones mensuales correspondientes registradas en las estaciones Ancoa en el Morro (*), Embalse Digua(*) y Talca. En la tabla I.4 se individualizan convenientemente los valores rellenados.

2.2.2. Confección y Corrección mediante C.D.A.

En la tabla I.5 se presentan los cálculos de precipitaciones acumuladas en las cuatro estaciones seleccionadas para el patrón (columnas 7, 8, 9 y 10) y la precipitación acumulada del patrón (columna 11). El período utilizado para este análisis fue 1942 a 1975. En las figuras 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 se han dibujado las C.D.A. utilizando los valores de la tabla I.5.

El análisis de las C.D.A. trazadas, indica lo siguiente:

a) Curicó:

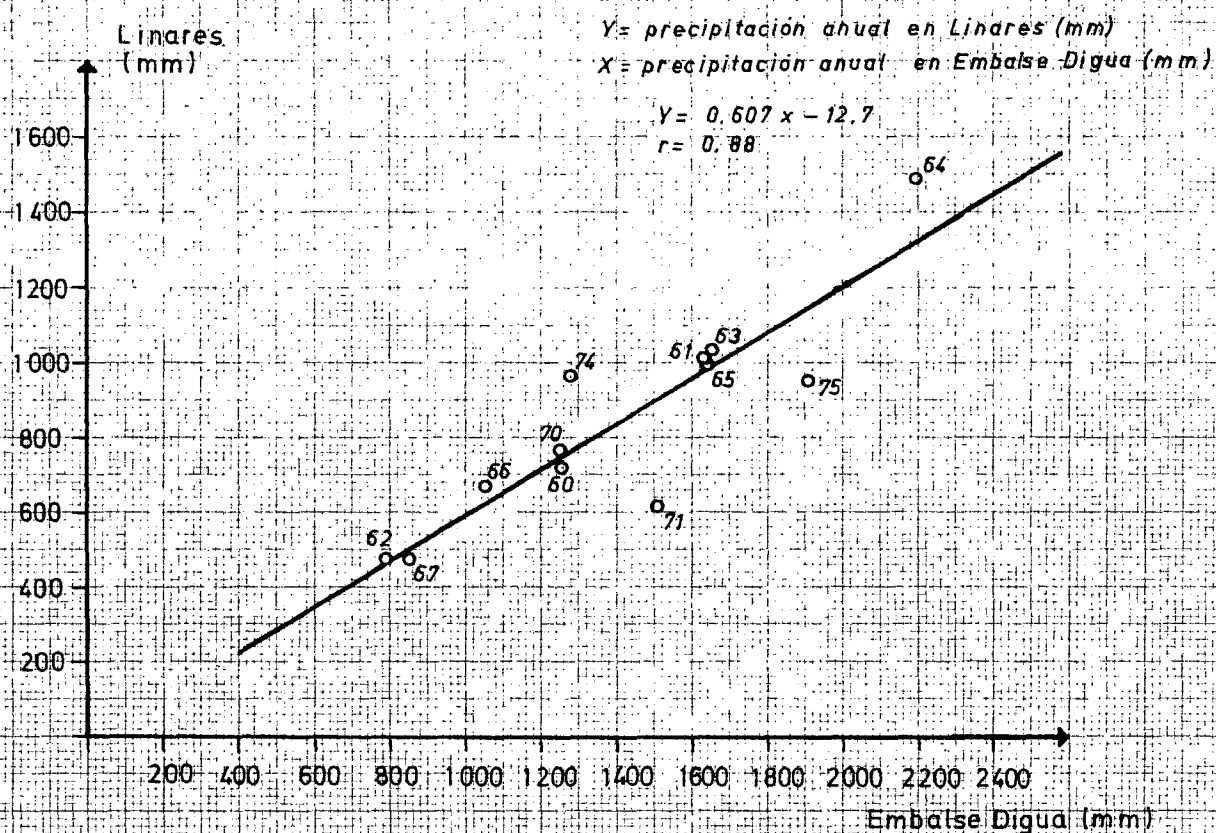
Se observa un quiebre de la C.D.A. en 1962. La tangente de la recta en el período más reciente es $\text{tg} \alpha_1 = 1,007$, mientras la tangente del período anterior es $\text{tg} \alpha_0 = 0,908$.

(3) Brown. E. "Verificación, Corrección y Ampliación de Estadísticas Pluviométricas", en la. Mesa Redonda de Hidrología, Sociedad Chilena de Ingeniería Hidráulica, Junio 1974.

(*) Nota: En el informe no se han incluido las estadísticas registradas en estas estaciones.

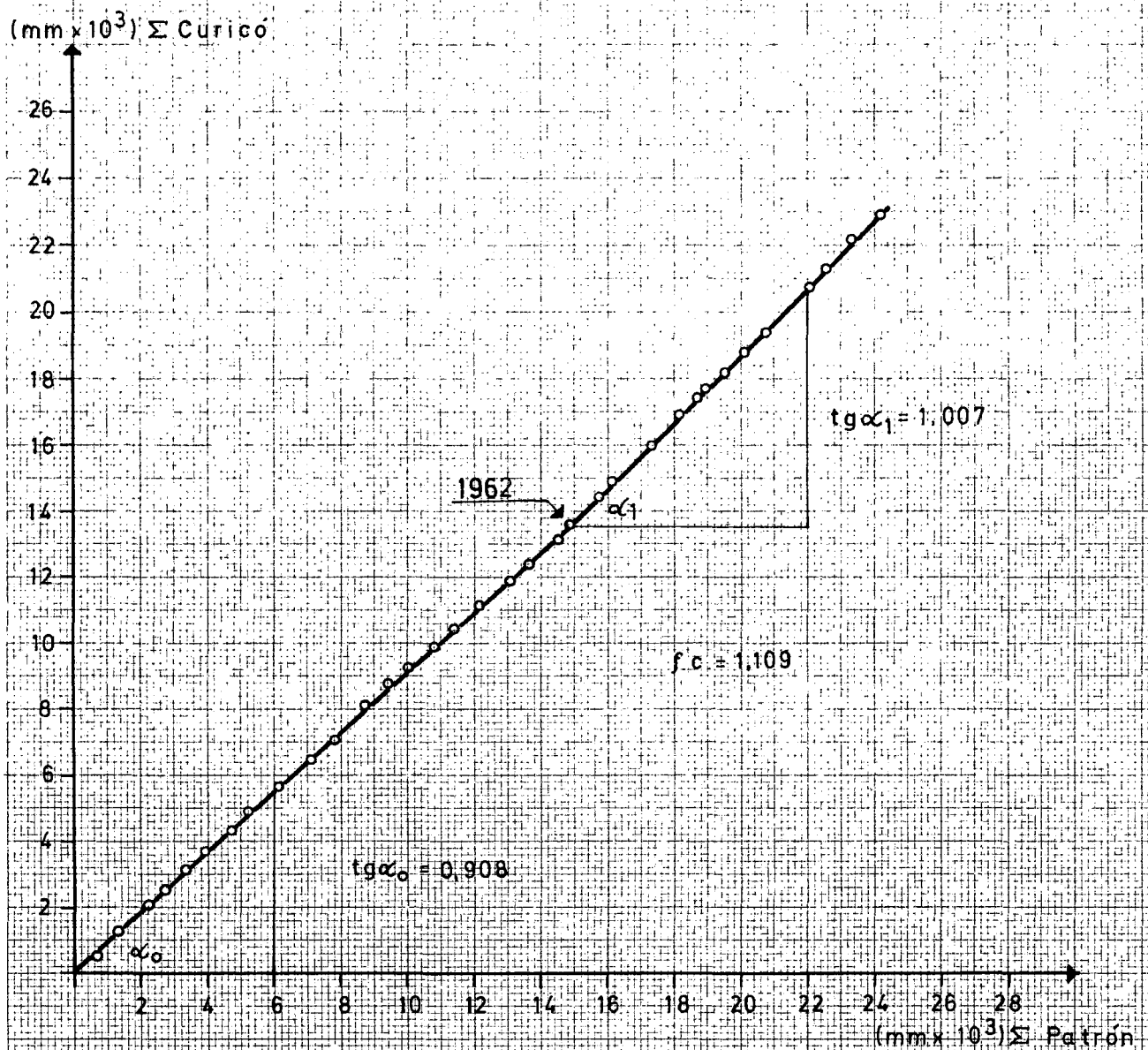
CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES LINARES-EMBALSE DIGUA

fig. 2-3



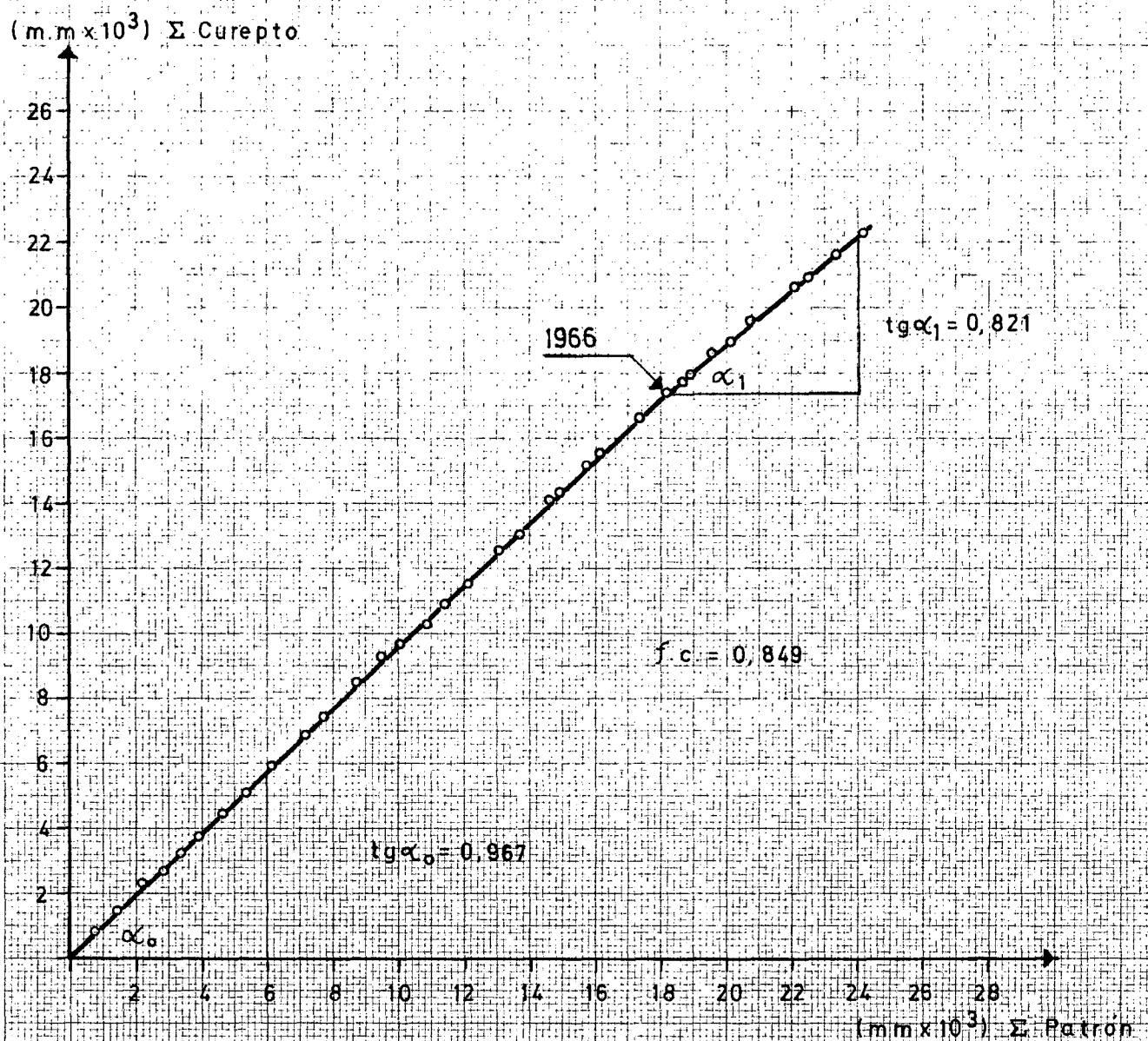
CURVA DOBLE ACUMULADA CURICO

fig. 2-4



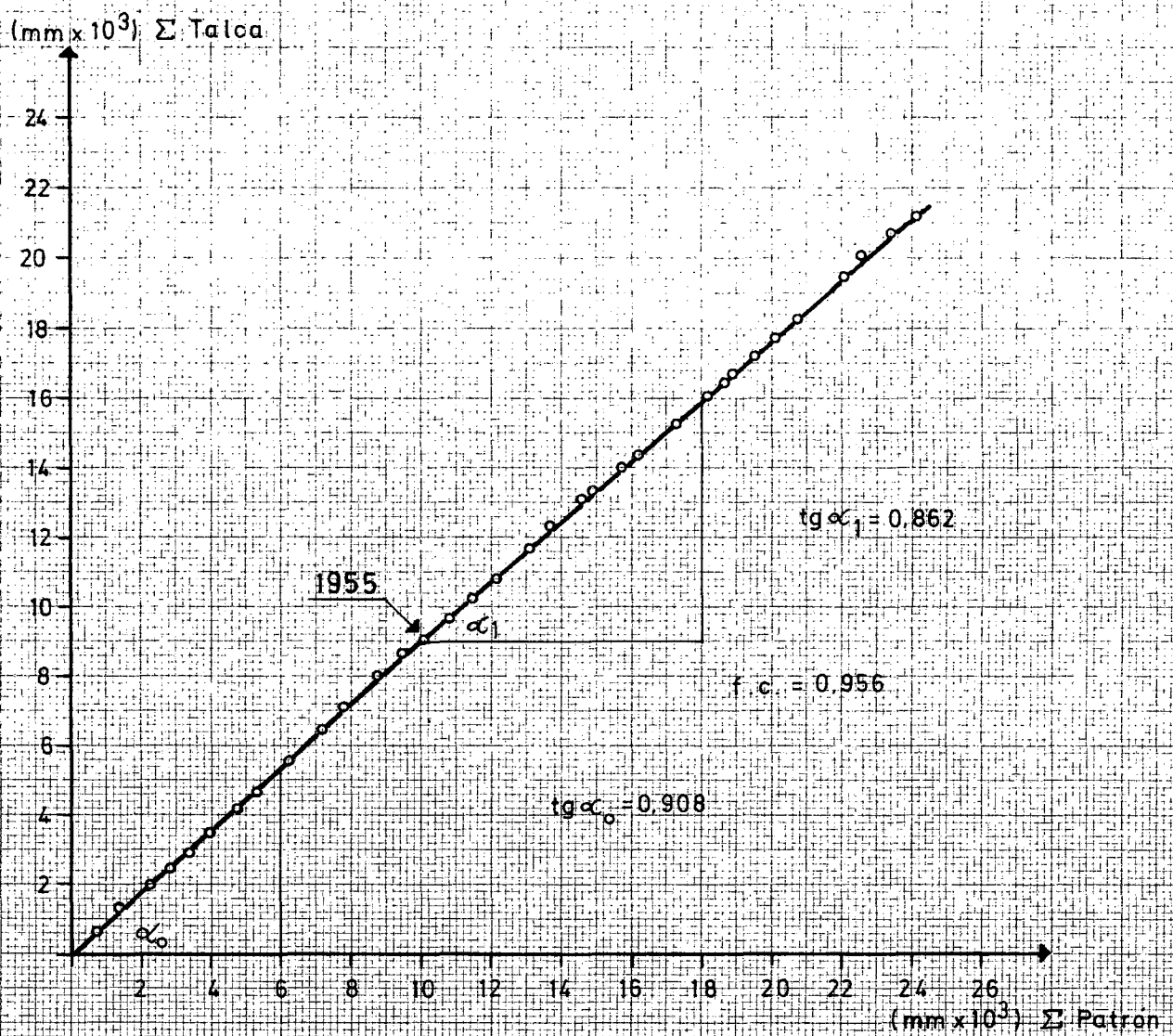
CURVA DOBLE ACUMULADA CUREPTO

fig. 2-5



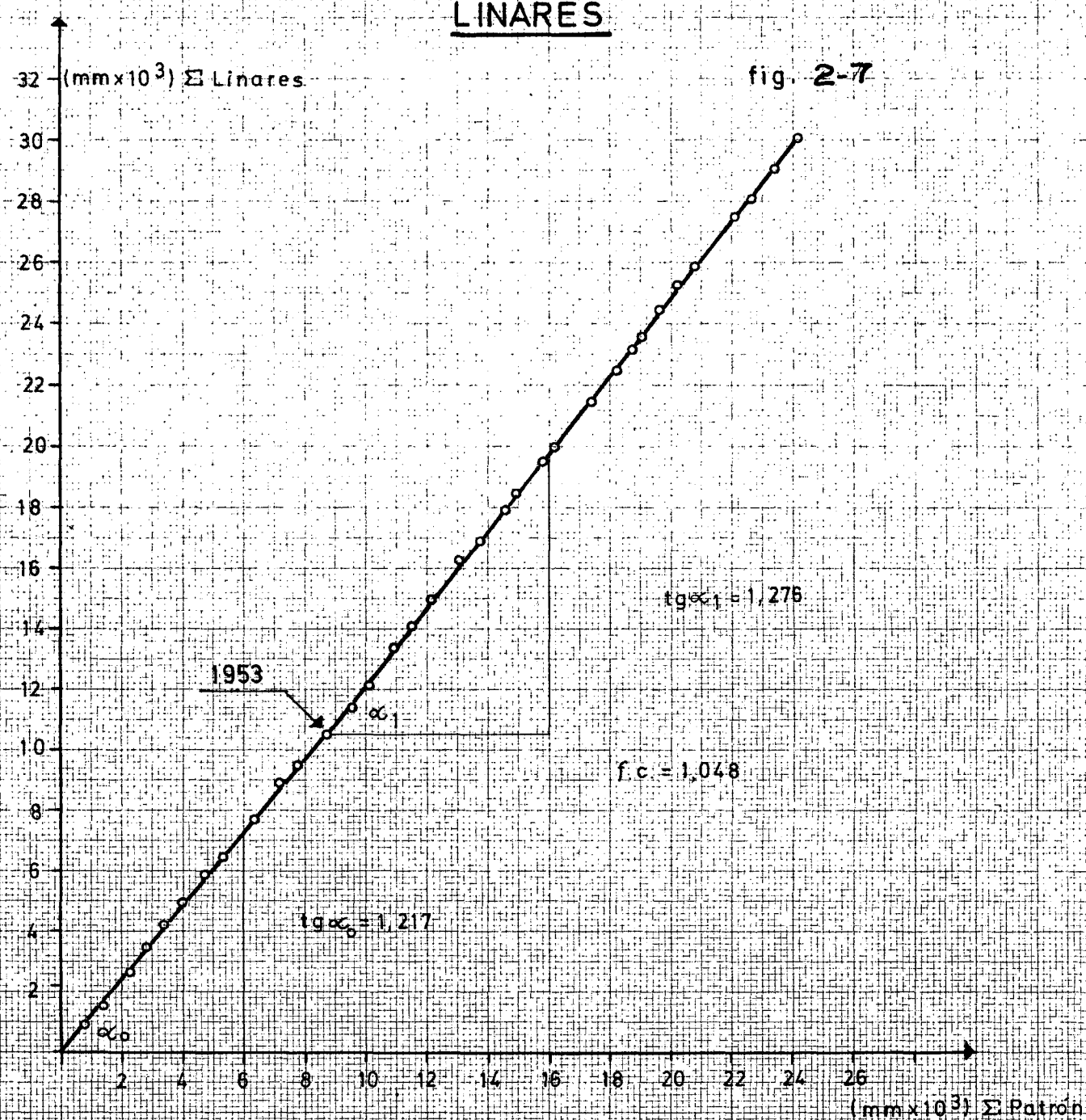
CURVA DOBLE ACUMULADA TALCA

fig. 2-6



CURVA DOBLE ACUMULADA LINARES

fig. 2-7



Para estudiar la significancia del quiebre se utilizó el test F (4) con un nivel de significancia del 5%. El valor calculado de F fue 7,41 4,2 (f Valor de la distribución para 5% con $f_1 = 1$ y $f_2 = 34$). Consecuentemente el quiebre detectado hubo de considerarse significativo, procediéndose a corregir los valores anuales de precipitación en Curicó multiplicándolos por la razón de pendientes $\text{tg}\alpha_1 / \text{tg}\alpha_0 = 1,109$, para todo el período anterior a 1962.

En la columna 12 de la tabla I.5 se presentan los valores corregidos de precipitación anual en Curicó.

b) Curepto:

En la figura 2.5, se observa un quiebre de la C.D.A. en el año 1966. La tangente en el período más reciente es $\text{tg}\alpha_1 = 0,821$, mientras la tangente del período anterior es $\text{tg}\alpha_0 = 0,967$. Utilizando el test F con un nivel de significancia del 5%, se obtiene $F = 6,59$ 4,20. El quiebre en consecuencia debe considerarse significativo. Los valores anuales, anteriores a 1966 fueron corregidos multiplicándolos por la razón de pendientes $\text{tg}\alpha_1 / \text{tg}\alpha_0 = 0,849$ (columna 13 de Tabla I.5).

c) Talca:

En la figura 2.6 se aprecia que para esta estación es posible concebir un leve quiebre en el año 1955. La pendiente de la C.D.A. en el período más reciente es de $\text{tg}\alpha_1 = 0,862$ y la del período anterior es $\text{tg}\alpha_0 = 0,908$. El valor de F calculado fue $F = 2,29$ 4,20. El quiebre, en consecuencia, puede considerarse no significativo a un nivel de significancia del 5%; por lo tanto, se aceptó sin modificaciones la estadística de la estación Talca. Cabe hacer notar en este punto, que dada la subjetividad de un trazado de C.D.A., en el caso específico de Talca un trazado más conservador pudo perfectamente haber considerado una pendiente única para cada estación.

d) Linares:

En la figura 2.7 se presenta la C.D.A. de esta estación versus el patrón. En ella se aprecia un quiebre en el año 1953, siendo la pendiente del último período $\text{tg}\alpha_1 = 1,276$ y la pendiente anterior $\text{tg}\alpha_0 = 1,217$. Al igual que en el caso de Talca, visualmente se aprecia que el quiebre es bastante leve. Se realizó el test F, obteniéndose $F = 2,43$ 4,20. Nuevamente se aprecia que el quiebre es estadísticamente no significativo a un nivel 5% y por lo tanto, se aceptó la estadística pluviométrica de Linares sin modificaciones.

(4) Searcy, J.K. y C.H. Hardison "Double Mass Curves". U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1541 -B, 1960.

Con las estadísticas corregidas de Curicó y Curepto, se confeccionó el nuevo patrón corregido (Tabla I.5, columnas 15, 16 y 17). Con este patrón corregido, se volvieron a trazar las C.D.A. de Curicó y Curepto (corregidas). Estas C.D.A. se presentan en las figuras 2.8 y 2.9.

De las figuras mencionadas se aprecia que las estadísticas corregidas no presentan cambios de tendencias. Por lo tanto se aceptan las estadísticas corregidas como homogéneas.

2.3. Análisis y Extensión de la Estadística Pluviométrica de la Estación Fundo El Peral.

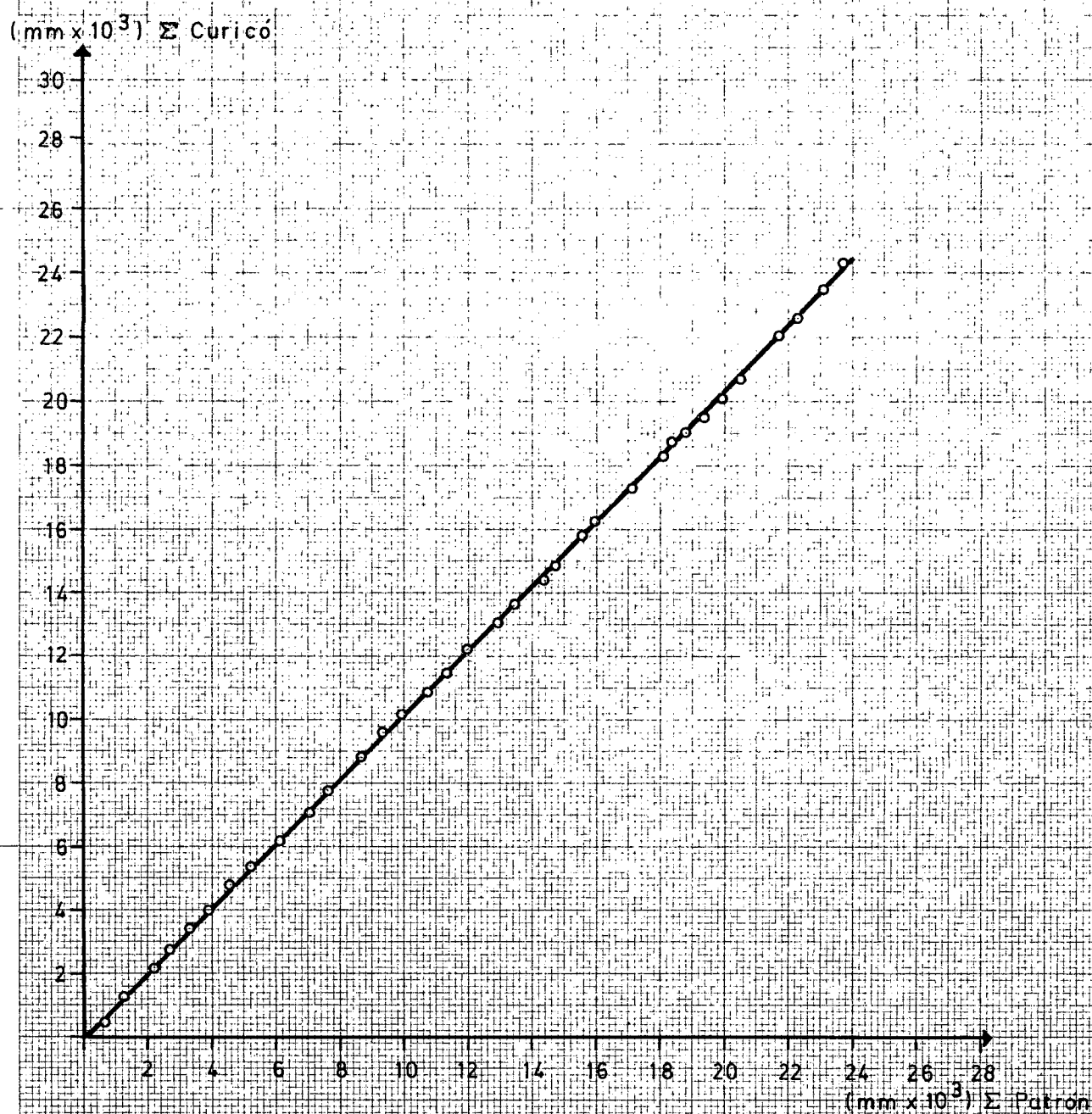
La estación pluviométrica El Peral, es la única que se ubica propiamente dentro del área del valle de Penco; por esta razón su estadística ampliada fue utilizada para diversos aspectos del estudio hidrológico, tal como se verá en los capítulos siguientes.

Esta estación tiene estadística desde 1966 a la fecha; en la tabla I.6 se presenta la estadística original de esta estación desde 1967 en adelante. Con la estadística original de Fundo El Peral se construyó una C.D.A. versus el patrón pluviométrico definitivo obtenido en 2.2; al analizar esta C.D.A. se observó una marcada discontinuidad en el primer año (1966). En vista de lo anterior se construyó una C.D.A. sin considerar el año 1966 (esta se presenta en la figura 2.10); en este caso no se aprecia ninguna anomalía. De acuerdo con lo anterior se aceptó la homogeneidad de la estadística pluviométrica de la estación Fdo. El Peral, desde 1967 en adelante. El año 1966 se consideró como erróneo, lo que tiene su explicación en el hecho de ser el primer año de medición, en el cual es posible que por falta de experiencia se pueden haber cometido errores de observación.

Con el objeto de tener en la estación Fundo El Peral una estadística de suficiente longitud, se procedió a sintetizar estadística para el período anterior a 1967 (incluyendo 1966). Con este objeto, se construyó una relación gráfica entre las precipitaciones anuales registradas en las estaciones Talca y Fundo El Peral, en el período 1967 a 1975 (fig. 2.11). Además se construyeron relaciones mensuales para el mismo período (fig. 2.12). En todos los casos se ajustaron relaciones lineales gráficamente. Mediante la relación anual (fig. 2.11) se sintetizaron valores anuales de precipitación en Fundo El Peral (última columna de la Tabla I.7); las relaciones mensuales se consideraron aceptables sólo en el período Mayo a Octubre y por lo tanto se usaron para sintetizar todos los valores mensuales en estos meses (Tabla I.7). En los demás meses se traspusieron los valores registrados en Talca multiplicados por la razón entre las precipitaciones anuales

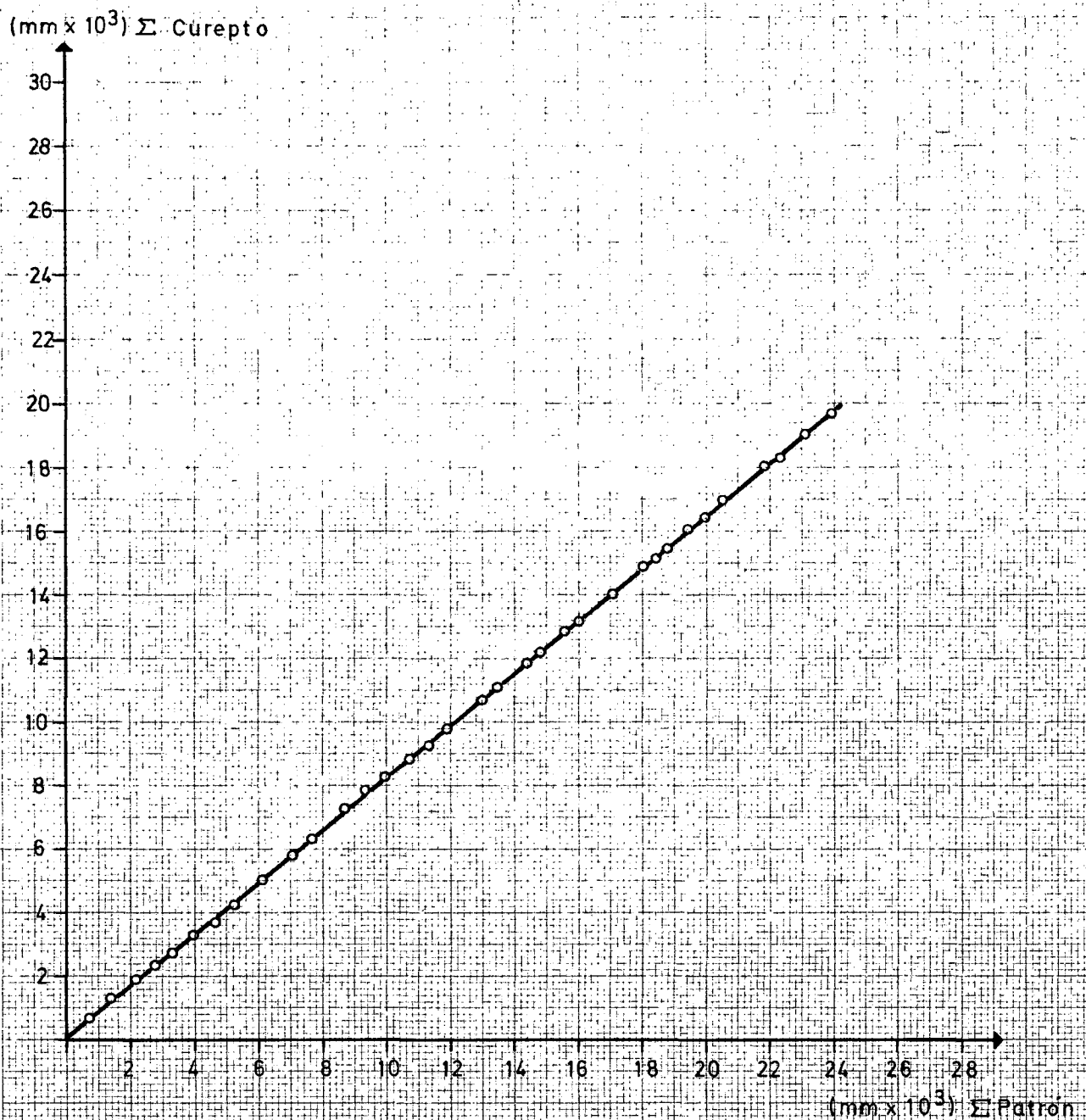
CURVA DOBLE ACUMULADA CON
ESTADISTICAS CORREGIDAS
ESTACION CURICO

fig. 288



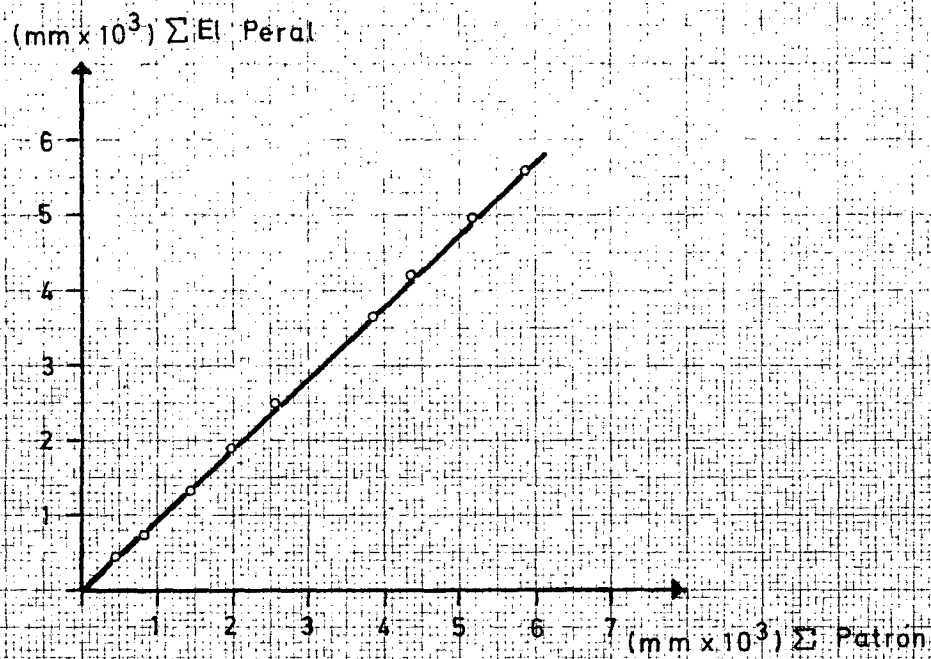
CURVA DOBLE ACUMULADA CON
ESTADISTICAS CORREGIDAS
ESTACION CUREPTO

fig. 2-9



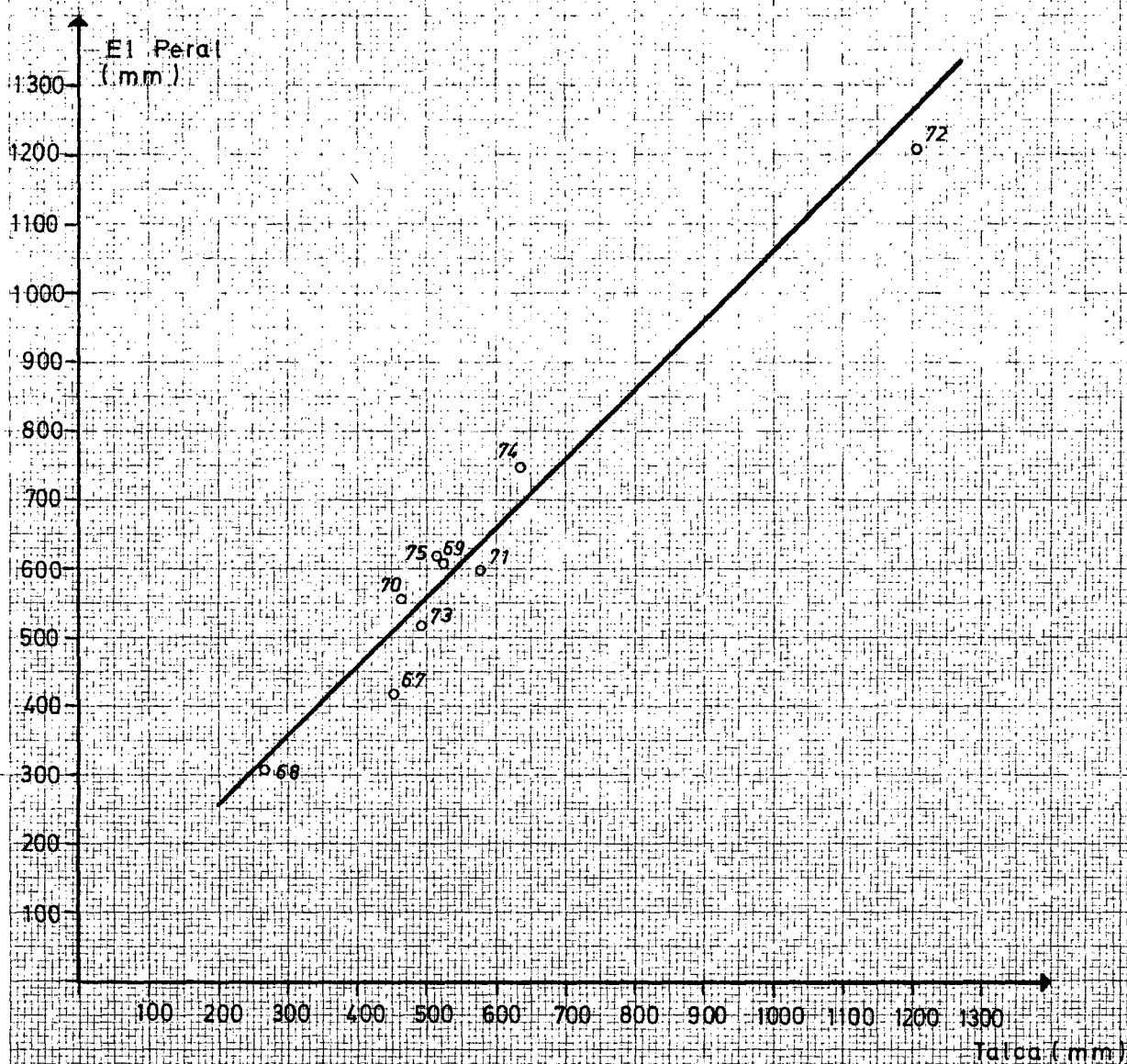
CURVA DOBLE ACUMULADA EL PERAL V/S PATRON

fig. 2-10



CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES TALCA - EL PERAL

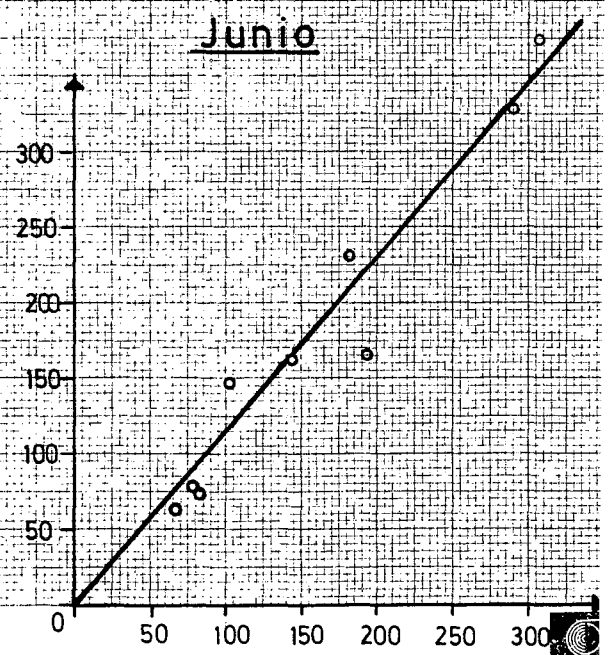
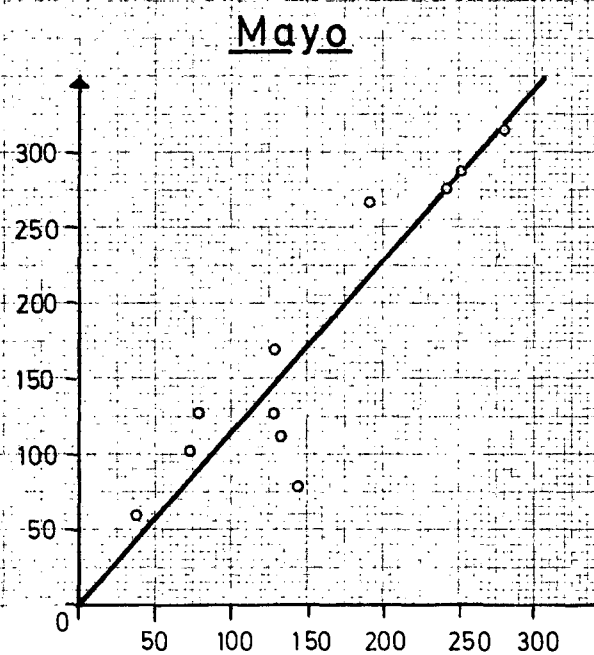
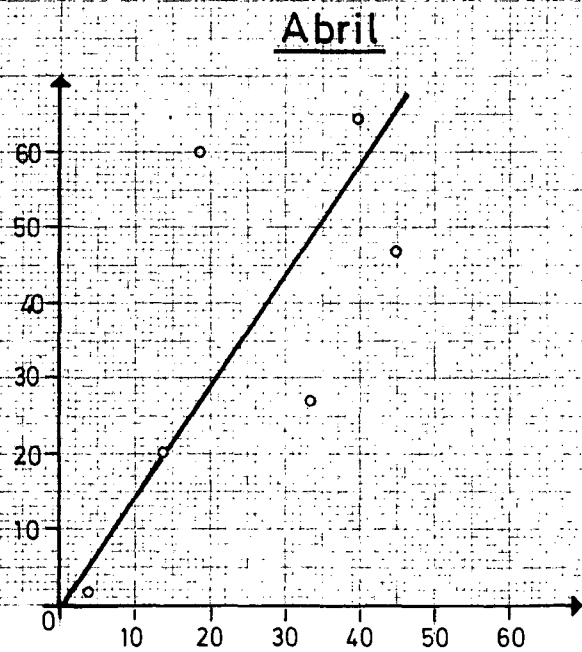
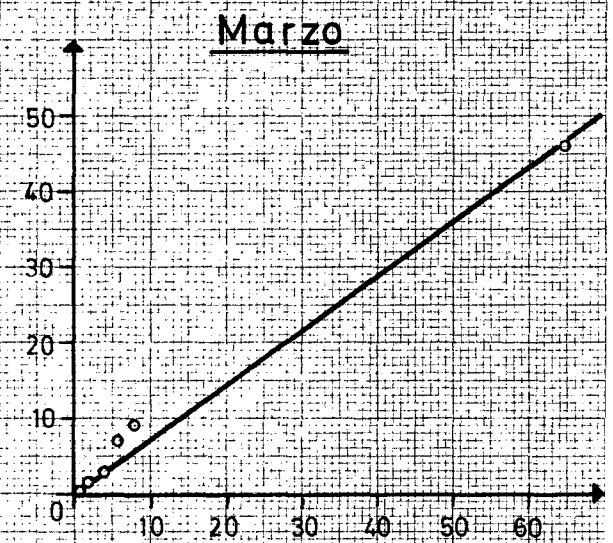
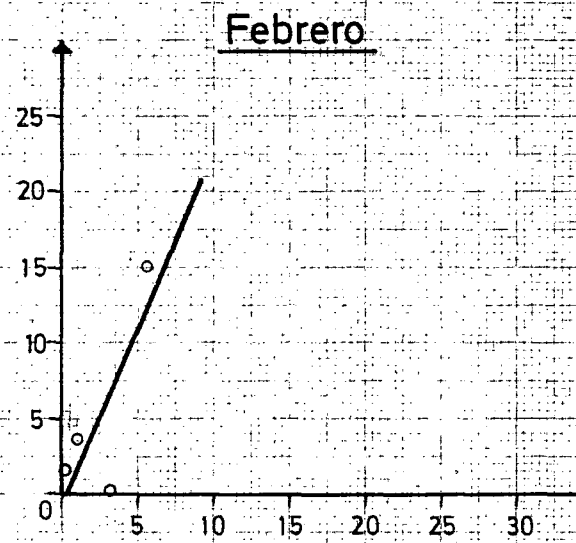
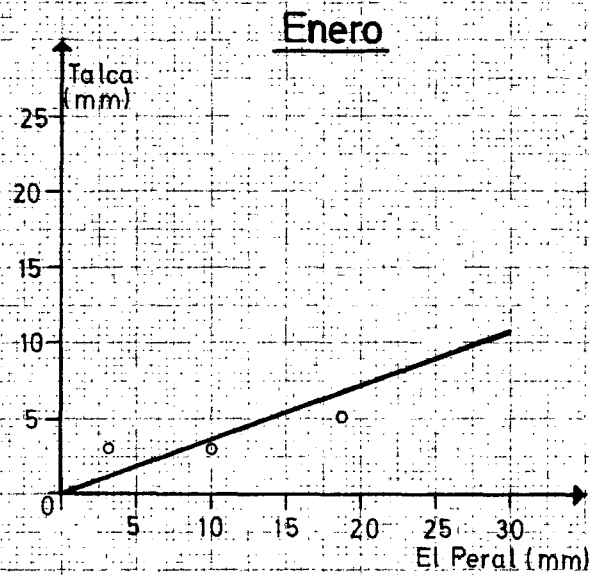
fig 2-11



CORRELACIONES DE LLUVIAS TALCA-EL PERAL (Mensuales)

(Valores en mm)

fig 2-12a

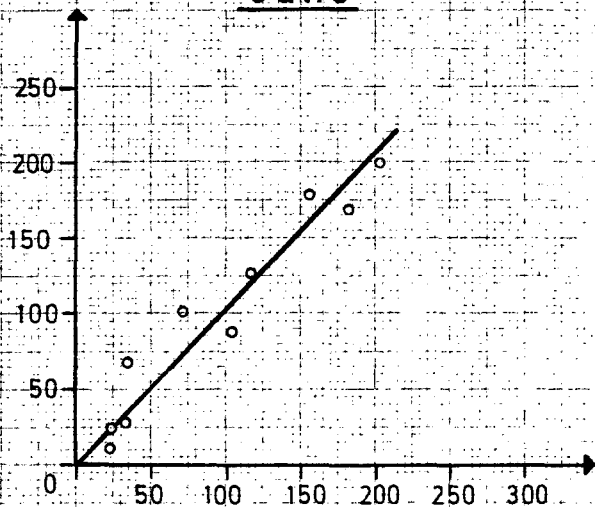


CORRELACIONES DE LLUVIAS TALCA-EL PERAL (Mensuales)

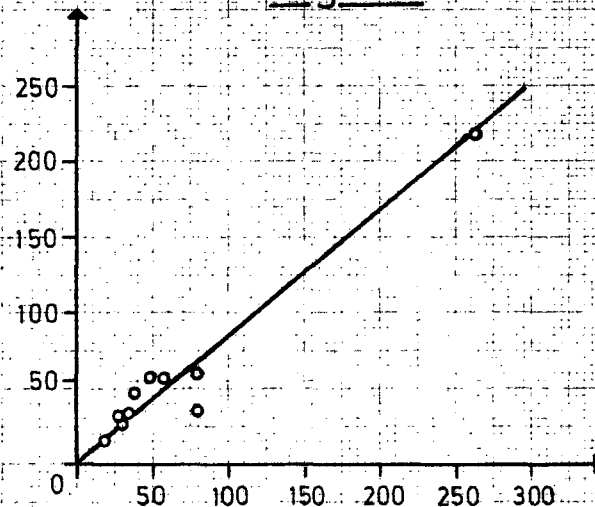
(Valores en mm)

fig. 2-12 b

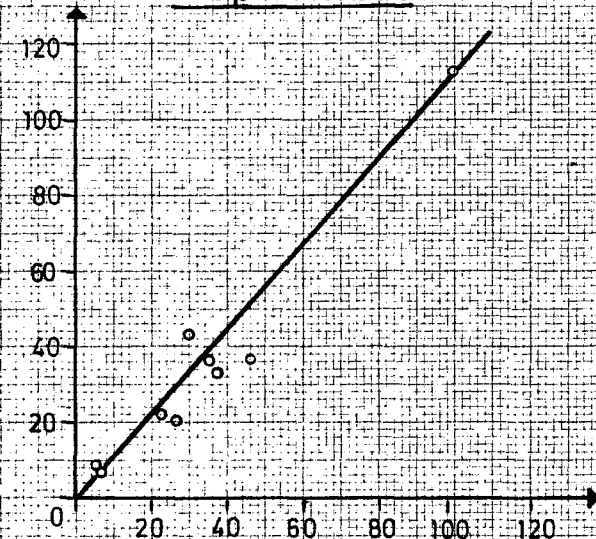
Julio



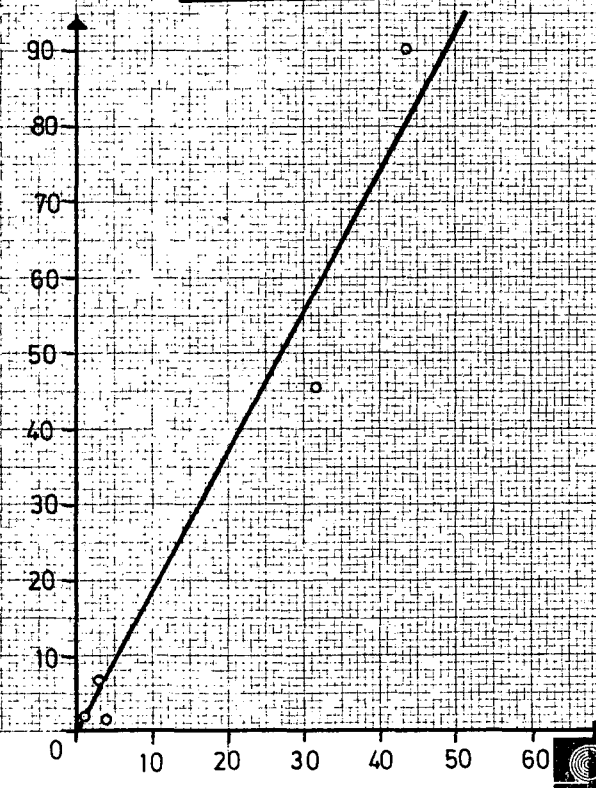
Agosto



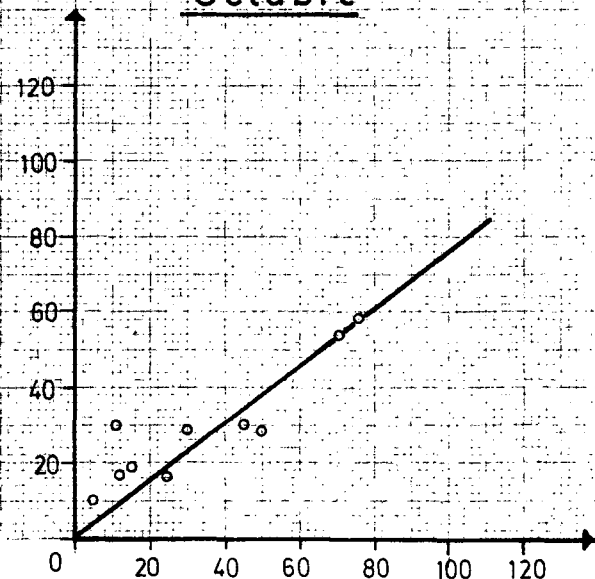
Septiembre



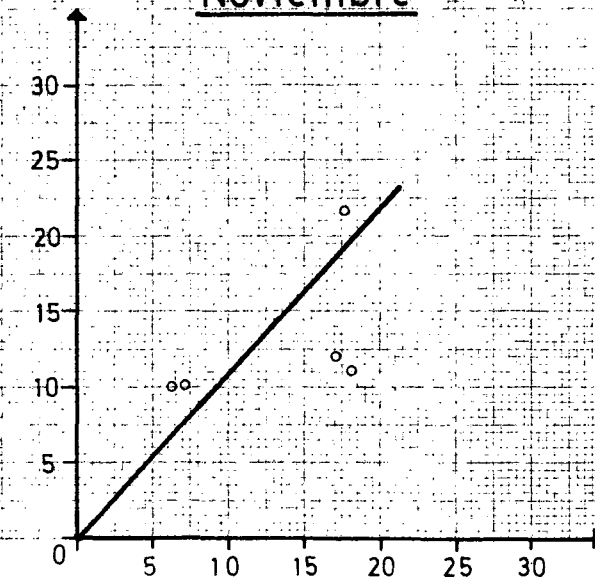
Diciembre



Octubre



Noviembre



promedio en ambas estaciones, durante el período común de estadística. En la penúltima columna de la Tabla I.7, se indica el valor total anual obtenido por la suma de las precipitaciones mensuales sintetizadas. Finalmente las precipitaciones mensuales se corrigieron repartiendo proporcionalmente a sus valores la diferencia entre el total obtenido en la penúltima columna de la Tabla I.7 y el valor sintetizado mediante la relación anual, de tal modo que la suma total fuese igual a este último valor; estos valores que se consideraron como definitivos, son los que aparecen en la Tabla I.6 entre 1942 y 1966.

Con el objeto de caracterizar el régimen pluviométrico de la zona de Pencahue, se realizó un análisis de frecuencia con las precipitaciones anuales en la estación El Peral. Este análisis de frecuencia aparece en la Tabla I.8 del Anexo I; para calcular las probabilidades de excedencia, se usó la fórmula empírica de Weibull:

$$P(\%) = \frac{m}{N + 1} \times 100$$

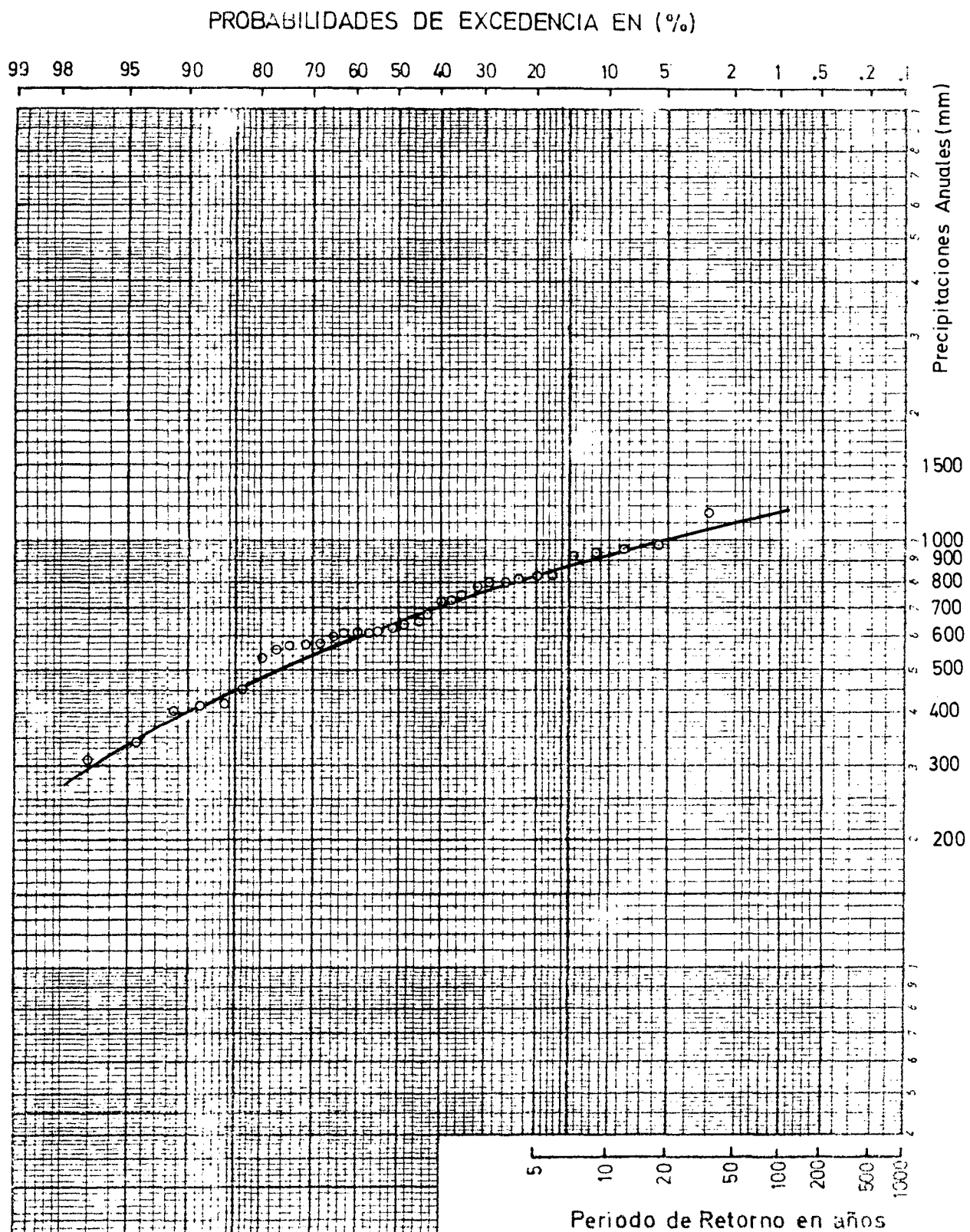
- P : probabilidad de excedencia en %
 m : número de orden de cada valor, según ordenación de mayor a menor
 N : número total de valores de la muestra.

En la fig. 2.13 se han graficado los valores de la Tabla I.8, en un papel logarítmico-probabilidades. Se observa de la figura que la distribución no es perfectamente logarítmica-normal, sin embargo se hizo un ajuste gráfico de la tendencia media. Con la curva de tendencia media, se obtuvo los siguientes valores característicos, para el régimen pluviométrico de la estación Fundo El Peral:

| Probabilidad de Excedencia (5) | Precipitación Anual (mm). |
|--------------------------------|---------------------------|
| 85 | 450 |
| 50 | 660 |
| 15 | 880 |

2.4 Análisis y Corrección de la Estadística Pluviométrica de la Estación Constitución.

En la Tabla I.9 se presenta la estadística original de Constitución. Como se observa en dicha tabla, la estadística tiene algunos huecos; para completar estos valores, se construyó una relación anual entre las precipitaciones de Talca y Constitución (fig. 2.14). Se trazó gráficamente una recta de relación (ver figura) que se utilizó para completar la estadística de Constitución en los

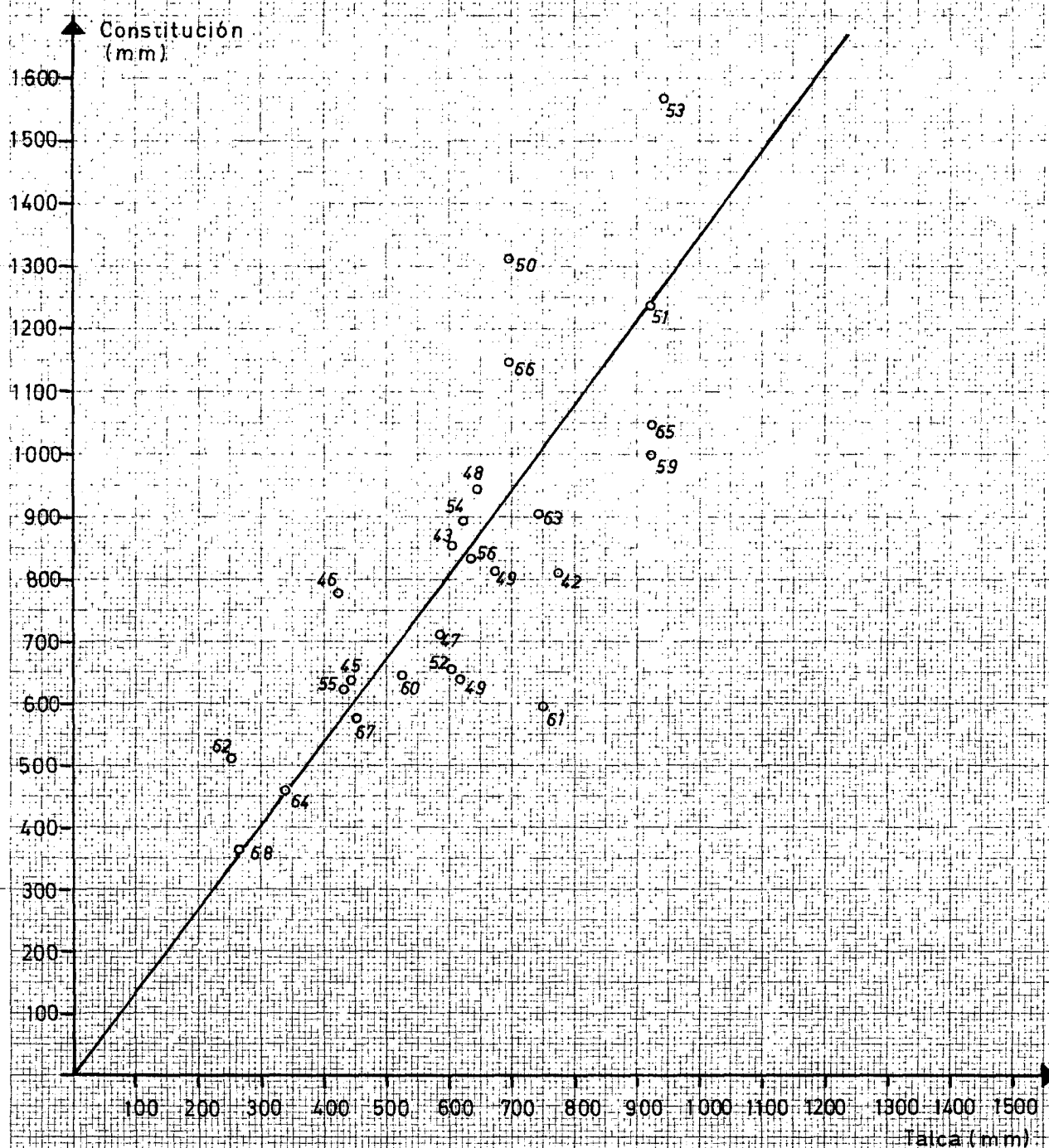


ANÁLISIS DE FRECUENCIA
Precipitaciones Anuales
FUNDO "EL PERAL"

fig. 2-13

CORRELACION PRECIPITACIONES ANUALES TALCA-CONSTITUCION

fig. 2-14



años 1957 y 1958. Los valores mensuales en dichos años se completaron utilizando el método de promedios ponderados con las estaciones Talca y Linares; finalmente los valores mensuales se ponderaron adecuadamente para ajustar los al valor anual sintetizado mediante la relación anual.

En la figura 2.15 se presenta la C.D.A. de la estación Constitución versus el patrón definitivo confeccionado en 2.2. De este gráfico se observan las siguientes anomalías:

- Desplazamiento en el año 1961
- Quiebre en el año 1954
- Quiebre en el año 1948

La estadística original (rellenada en Constitución de acuerdo a este análisis es bastante poco homogénea frente al patrón utilizado. En vista que esta estadística se usará en conjunto con la pluviometría de Purapel en Nirivilo (ver capítulo siguiente), se decidió corregir sólo el período que era estrictamente indispensable. En consecuencia, se corrigió el desplazamiento observado en el año 1961, en + 400 mm anuales; los valores mensuales para dicho año, se corrigieron porcentualmente, para obtener el total anual corregido. La estadística completada y corregida para la estación Constitución, se incluye en la Tabla I.10, a partir del año 1957.

2.5 Análisis de Precipitaciones Máximas en 24 hrs. en la Estación Talca.

Con el objeto de realizar los estudios de crecidas que permitan el diseño de las diversas obras hidráulicas contempladas en el sistema, se utilizó la información de precipitaciones máximas en 24 horas en la estación pluviométrica Talca. Se considera que esta es la estación más representativa de la zona, con estadística de suficiente longitud.

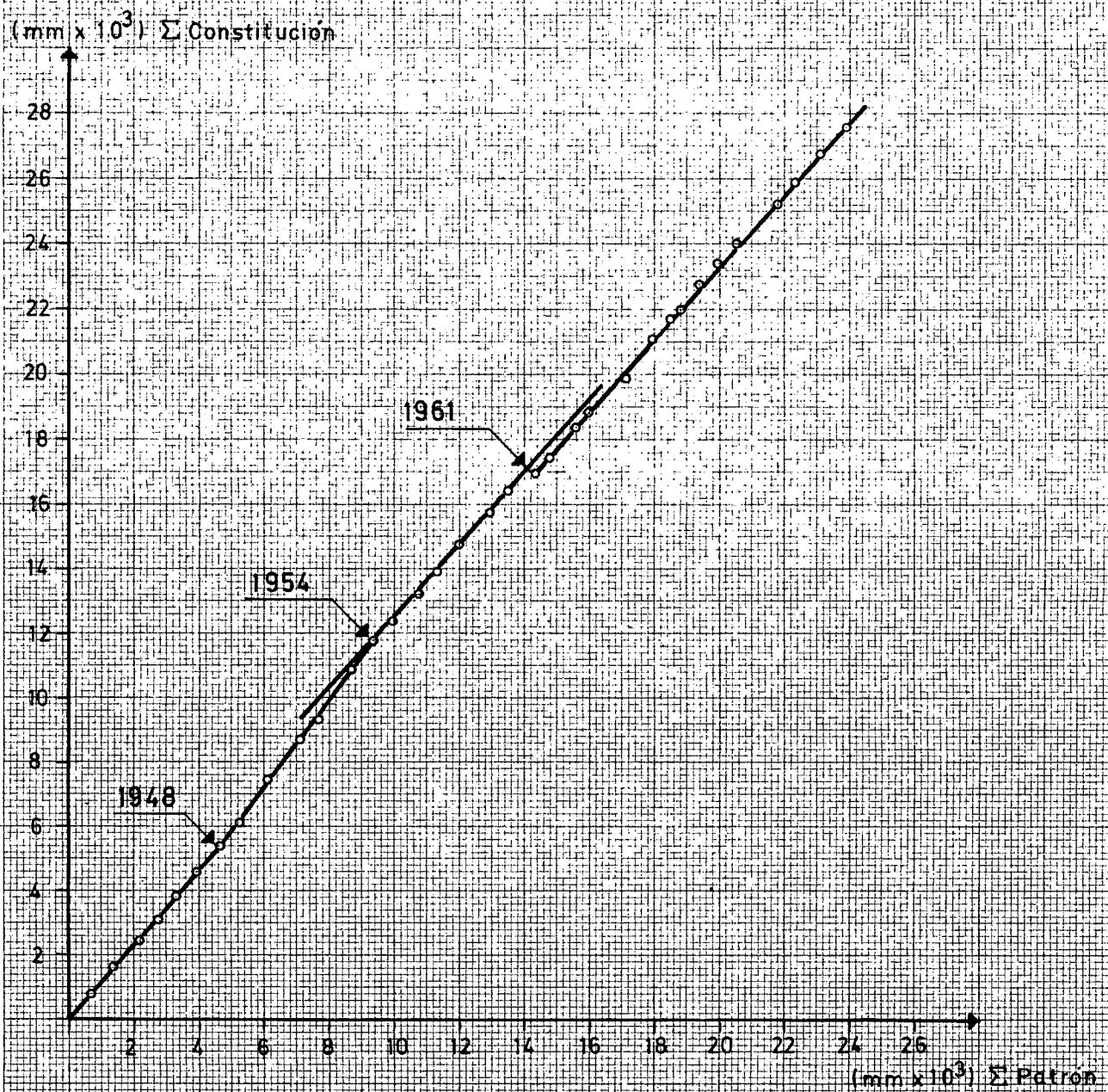
En la Tabla I.11 se incluyen las precipitaciones registradas (máximas en 24 horas) en Talca, entre 1942 y 1975 (columnas 1 y 2). En la misma tabla, se hace el análisis de frecuencia correspondiente (columnas 3, 4, y 5); en que las probabilidades de no excedencia se han calculado por la fórmula de Weibull.

En la figura 2.16 se han graficado los puntos obtenidos de la Tabla I.11, en un papel de probabilidades extremas (Gumbel). En el gráfico se ha ajustado la recta calculada de acuerdo al método propuesto por Gumbel para corrección según la longitud de la muestra (5). Se

(5) Veras, E. y P. Ferrer "Métodos Estadísticos en Hidrología". Escuela de Ingeniería, U.Católica de Chile, Publicación 72 - 5, Octubre 1972.

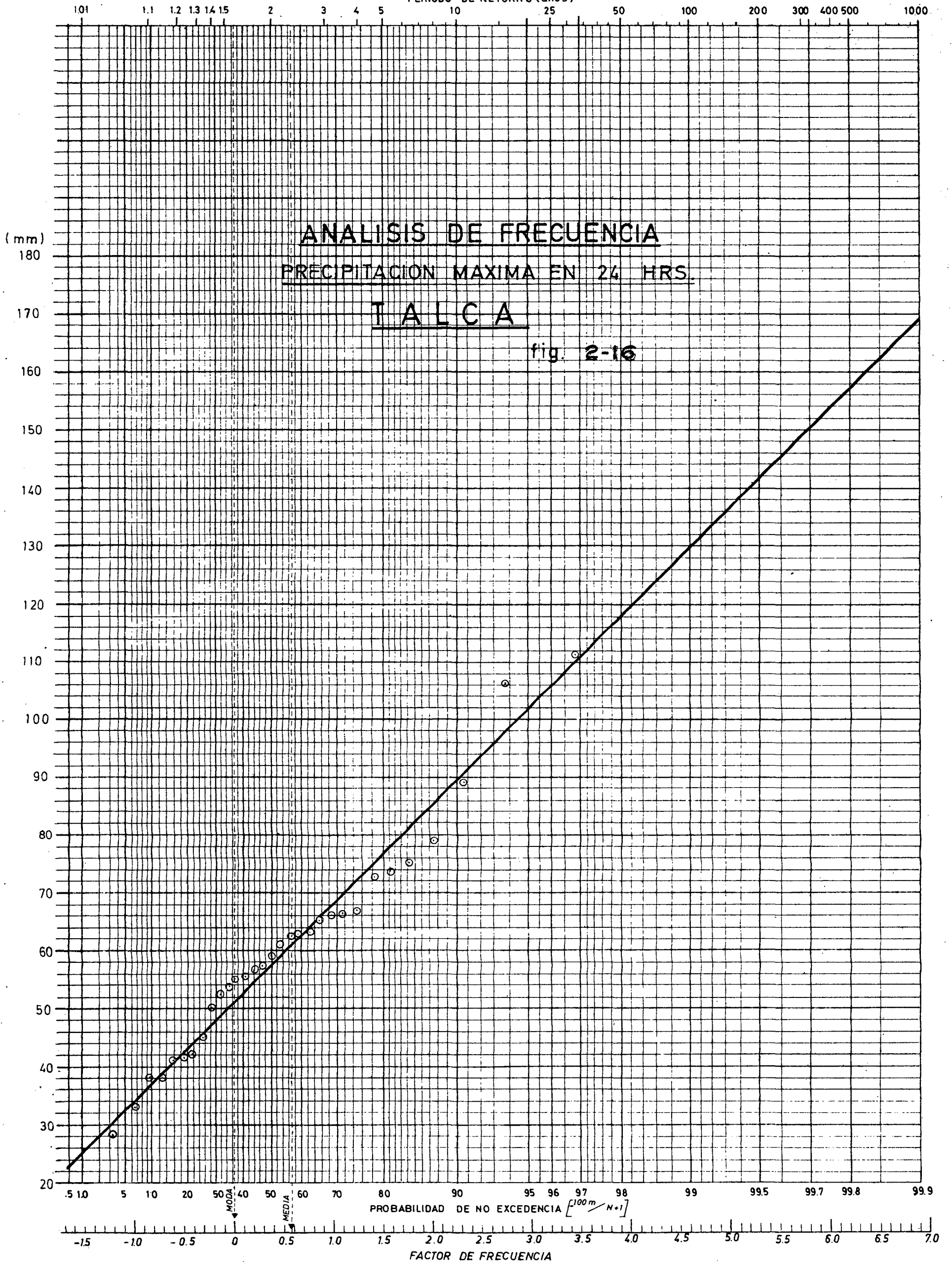
CURVA DOBLE ACUMULADA CONSTITUCION V/S PATRON

fig. 2-15



PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS

PERIODO DE RETORNO (años)



puede observar que el ajuste a los puntos es muy satisfactorio.

Usando la recta ajustada, se obtienen los siguientes valores de precipitación máxima en 24 horas, para distintos períodos de retorno:

| Período Retorno (años) | P. Max. 24 hrs. (mm) | Intensidad media I (mm/m) |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 2 | 57,5 | 2,4 |
| 5 | 76,5 | 3,2 |
| 10 | 89 | 3,7 |
| 25 | 106 | 4,4 |
| 50 | 118 | 4,9 |
| 100 | 130 | 5,4 |
| 200 | 142 | 5,9 |
| 500 | 157 | 6,5 |
| 1 000 | 169 | 7,0 |

3. Estudio de los Recursos de Agua

3.1. Introducción.-

En este capítulo se analizan los recursos de agua disponibles para las distintas soluciones alternativas que contempla el estudio de prefactibilidad del regadío del Valle Penciahue. El estudio de recursos de agua abarca lo siguiente:

- Escorrentía anual en la cuenca del Estero Litú.
- Escorrentía anual en el Estero Tutucura.
- Escorrentía anual y mensual en el Estero Los Puercos.
- Escorrentía mensual en el río Claro en Itahue.
- Escorrentía mensual, durante la temporada de riego en el río Lircay y en los esteros Pangue y Las Chilcas.
- Escorrentía mensual en el río Claro en la Orilla.

La información utilizada, metodología, y resultados obtenidos en cada uno de estos casos, se presenta en los puntos siguientes de este capítulo.

3.2. Información Fluviométrica Disponible en la Zona.

En el plano de la figura 1.1 (capítulo 1) se indica la ubicación de las estaciones fluviométricas de la zona, que en una u otra forma fueron usadas para los estudios hidrológicos de este trabajo. Estas estaciones son las siguientes:

- Río Claro en Canarico (Tabla II.1)
- Río Claro en Talca (Tabla II.2)

- Río Lircay en Puente Las Rastras (Tabla II.3)
- Río Purapel en Nirivilo (Tabla II.4)
- Canal Maule Norte (Tabla II.5)
- Río Colorado antes de junta con Palos (Tabla II.6)
- Río Palos antes de junta con Colorado (Tabla II.7)
- Energía generada Central Lircay-Talca (Tabla II.8)

Los valores completados en cada una de ellas, se indican en las mismas tablas, convenientemente individualizadas.

3.3. Recursos de Agua en los Esteros Litú, Tutucura y Los Puercos.

En la fig. 1.1 se individualizan las hoyas hidrográficas de cada uno de estos esteros. Ninguno de ellos dispone de información fluviométrica alguna. En estas condiciones se recurrió a las siguientes metodologías para estimar los recursos de agua en cada una de estas cuencas:

- Fórmulas empíricas basadas en datos de precipitación o precipitación y temperatura.
- Transposición de relaciones precipitación-escorrentía.
- Modelo de Simulación Hidrológica.

3.3.1. Fórmulas empíricas utilizadas:

Las fórmulas empíricas utilizadas fueron las siguientes:

a) Grunsky (1)

Esta fórmula propuesta por el hidrólogo norteamericano del mismo nombre, expresa que:

$$E_s = 0,4 P^2 (m)$$

en que: E_s = escorrentía anual en (m).

P = precipitación total anual en (m)

lo anterior es válido para $P \leq 1,25$ m. El método supone que para $P > 1,25$ m escurre todo el exceso de precipitación sobre este límite.

b) Peñuelas (Fórmula de A. Quintana) (1):

Esta fórmula fue establecida para la zona central de Chile. Ella indica:

$$E_s = 0,5 P^2 (m)$$

en que: E_s = escorrentía anual en (m)

P = precipitación anual en (m)

(1) Espíldora, B. y E. Brown "Escorrentía Superficial". Capítulo 7 en "Elementos de Hidrología". Centro de Recursos Hidráulicos, Depto. Obras Civiles U. de Chile 1975.

El método supone que para $P \geq 1$ m. escurre todo el exceso de precipitación sobre este límite.

c) Coutagne (1):

La fórmula (propuesta en Francia), establece que el déficit de escorrentía (D) puede estimarse como:

$$D = P - \lambda P^2 \quad (m)$$

En consecuencia:

$$E_s = \lambda P^2 \quad (m)$$

siendo:

$$\lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 T}$$

P = precipitación anual en (m)
 E_s = escorrentía anual en (m)
 T = temperatura media anual en ($^{\circ}C$)

Según el autor, la relación anterior es válida para:

$$\frac{1}{2\lambda} > P > \frac{1}{8\lambda}$$

Para valores de $P \leq \frac{1}{8\lambda}$ se tendría que $D = P$, es decir no hay escorrentía. Para valores de $P \geq \frac{1}{2\lambda}$, el déficit de escorrentía sería independiente de P , y se calcularía como:

$$D = 0,2 + 0,035 T \quad (m)$$

d) Turc (1):

La fórmula fue propuesta por el hidrólogo francés del mismo nombre, en base a un estudio de 254 cuencas de climas y características diferentes en todo el planeta.

Ella establece que el déficit de escorrentía puede estimarse como:

$$D = \frac{P}{\sqrt{0,9 + (P/L)^2}}$$

en que:

$L = 300 + 25 T + 0,05 T^2$
 P = precipitación anual en (mm)
 D = déficit de escorrentía anual en (mm)
 T = temperatura media anual en ($^{\circ}C$)

en consecuencia, la escorrentía anual E_s (mm) quedaría determinada por:

$$E_s = P - D$$

3.3.2. Relaciones Precipitación- Escorrentía.

Como ninguna de las cuencas hidrográficas de interés dispone de estadística fluviométrica alguna, no resulta posible establecer una relación precipitación - escorrentía directa en ellas. Sin embargo se estudió la posibilidad de trasponer una relación precipitación - escorrentía que pudiese establecerse para la cuenca del río Purapel en Nirivilo. La cuenca del río Purapel es netamente fluvial y próxima a la zona de interés; en estas condiciones debe esperarse que tenga un régimen fluviométrico similar.

En la figura 3.1 se graficaron las precipitaciones totales anuales (Abril - Marzo) en la estación Constitución, versus la escorrentía total anual correspondiente a Purapel en Nirivilo. Gráficamente se ajustó la curva indicada. En la misma figura 3.1 se graficaron las relaciones dadas por las fórmulas empíricas especificadas en 3.3.1; estas relaciones se obtuvieron usando datos de temperatura (en aquellas fórmulas que así lo requerían) de la estación Fundo El Peral. (*)

De la figura se observa que la relación gráfica trazada coincide muy bien con las fórmulas empíricas Grunsky y Turc. La fórmula de Peñuelas aparece dando valores mayores de escorrentía en forma consistente, mientras que la fórmula de Coutagne da en general valores más bajos que el resto.

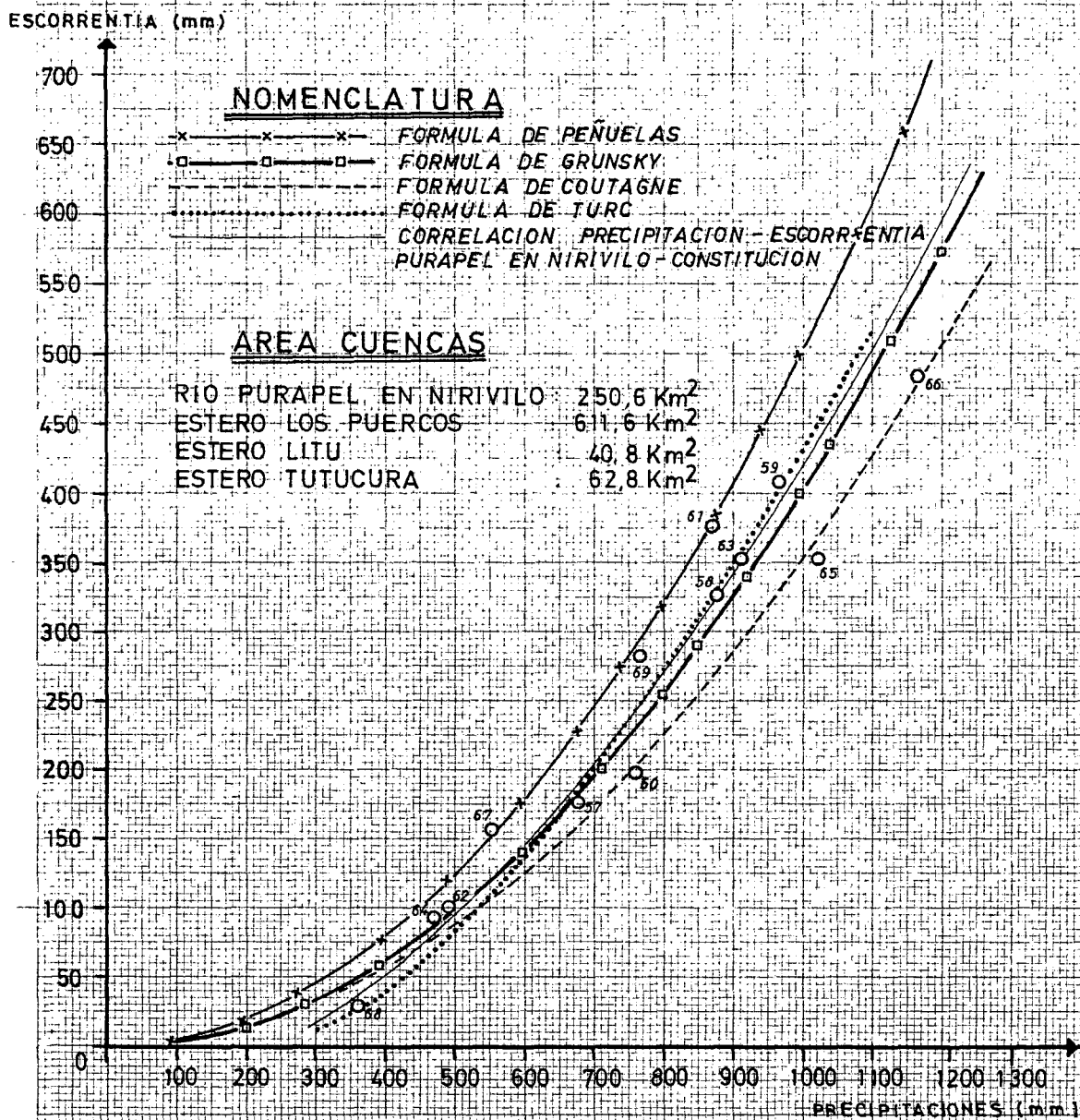
(*) Nota: En Fundo El Peral existen datos de temperatura desde Dic. 74 en adelante. Estos se correlacionaron mensualmente con las estadísticas mensuales correspondientes en San Luis; la recta de relación indicó un coeficiente de correlación de $T = 0,986$ y la siguientes expresión

$T_{\text{El Peral}} = 0,973 T_{\text{San Luis}} + 0,10.$ Con esto se obtuvo los siguientes valores para el Peral:

| Mes | En. | F. | Mar. | Ab. | May | Jun | Jul | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Año |
|---------------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-------|
| Temp. medida mensual (oC) | 20,5 | 19,8 | 17,2 | 14,7 | 11,4 | 9,4 | 8,5 | 9,5 | 12,3 | 14,3 | 17,2 | 19,8 | 14,55 |

CORRELACIONES PRECIPITACION-ESCORRENTIA

fig. 3-1



3.3.2. Modelo de Simulación Hidrológica.-

El modelo utilizado (2) simula el comportamiento de una cuenca pluvial. Utiliza como información de entrada un índice de precipitación y un índice de evapotranspiración potencial en la cuenca. El modelo proporciona entre otros resultados, caudales medios mensuales en la sección de salida de la cuenca. La estructura del modelo incorpora un máximo de 9 parámetros, cuyos valores es preciso ajustar mediante una calibración previa. En el Anexo III se presenta una explicación más detallada de la estructura del modelo, significado de los parámetros y objetivos de la calibración.

En el presente caso, en vista de la carencia de información pluviométrica de las cuencas en estudio, se usó el siguiente procedimiento:

- Se calibró el modelo en la cuenca afluente a Purapel en Nirivilo, utilizando como información de entrada Precipitaciones mensuales en Constitución y un índice de evapotranspiración potencial media mensual. Este último se obtuvo de las estadísticas evaporimétricas de la estación Curicó, que era la más cercana al lugar de interés.
- Con los valores de los parámetros obtenidos de dicha calibración, con las estadísticas pluviométricas mensuales de la estación Fundo El Peral y con el mismo índice de evapotranspiración potencial usado en la calibración, se simularon gastos medios mensuales en la salida de la cuenca del estero Los Puercos.

A continuación se explica en detalle el proceso de calibración. En cuanto a los resultados de la simulación en la cuenca del estero Los Puercos, estos aparecen en el punto 3.3.6 del informe.

En la calibración del modelo que se explica en el Anexo III, se usó una versión levemente simplificada. En efecto, en este caso no se consideró percolación profunda directa, sin pasar por el elemento de embalse superior, y por lo tanto no se utilizaron los parámetros D y P_{LIM} del modelo. Adicionalmente, los parámetros A y B del modelo se fijaron a priori (no se ajustaron en el proceso de calibración). El valor de A se adoptó 1,00; es decir se supuso que la precipitación en Constitución es representativa de la preci-

(2) Ferrer, P.; E. Brown y L. Ayala "Simulación de Gastos Medios Mensuales en una Cuenca Pluvial". En 2º Coloquio Nacional de Ingeniería Hidráulica, Santiago, Chile, Agosto 1974

pitación media sobre la cuenca del Purapel. El valor de B se adoptó 0,80, suponiendo que con esto los valores evaporimétricos medidos en Curicó* se convertían razonablemente a un índice de evapotranspiración potencial medio mensual para la cuenca de Purapel.

De acuerdo con lo anterior, en el proceso de calibración se ajustaron los valores de los siguientes cinco parámetros: Cmax; Cmm ; Hmax; PORC; K. El período de calibración utilizado fue Abril de 1959 a Marzo de 1970. El proceso de calibración se consideró terminado una vez que se logró el ajuste que se muestra en la figura 3.2. Para este ajuste, los valores de los parámetros fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} C \text{ max} &= 0,44 \\ C \text{ min} &= 0,03 \\ H \text{ max} &= 260 \text{ (mm)} \\ \text{PORC} &= 30,0 \\ K &= 0,44 \end{aligned}$$

El coeficiente de correlación entre valores mensuales medidos y sintetizados por el modelo, para este ajuste fue de $r = 0,937$.

3.3.4. Estero Litú.-

La cuenca afluyente a la ubicación del posible embalse en el estero Litú es de 40,8 Km². Para aplicar las fórmulas empíricas así como también la relación precipitación-escorrentía- obtenida en Purapel en Niri vilo (fig. 3.1), se adoptó como representativa la precipitación anual registrada (y ampliada) en la estación Fundo El Peral. En la Tabla 3.1 se presenta la síntesis de escorrentía media anual para esta cuenca, por los diversos métodos especificados anteriormente:

| | |
|------------|--|
| Columna 1: | Fórmula de Coutagne |
| Columna 2: | Fórmula de Turc |
| Columna 3: | Fórmula de Grunsky |
| Columna 4: | Transposición de relación Precipitación-Escorrentía obtenida en cuenca de Purapel. |

(*) Los valores de evaporación media mensual según las medidas en Curicó son las siguientes:

| Mes | Ene | Feb. | Mar. | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct. | Nov. | Dic. |
|---------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
| Evap. (mm) | 228.2 | 128.6 | 133.0 | 82.7 | 46.3 | 37.5 | 39.0 | 45.4 | 69.2 | 102.3 | 165.1 | 205.1 |

TABLA 3.1

Síntesis de Escomentía en Estero Litú. (en Embalse)
Caudales Medios Anuales (m3/seg)

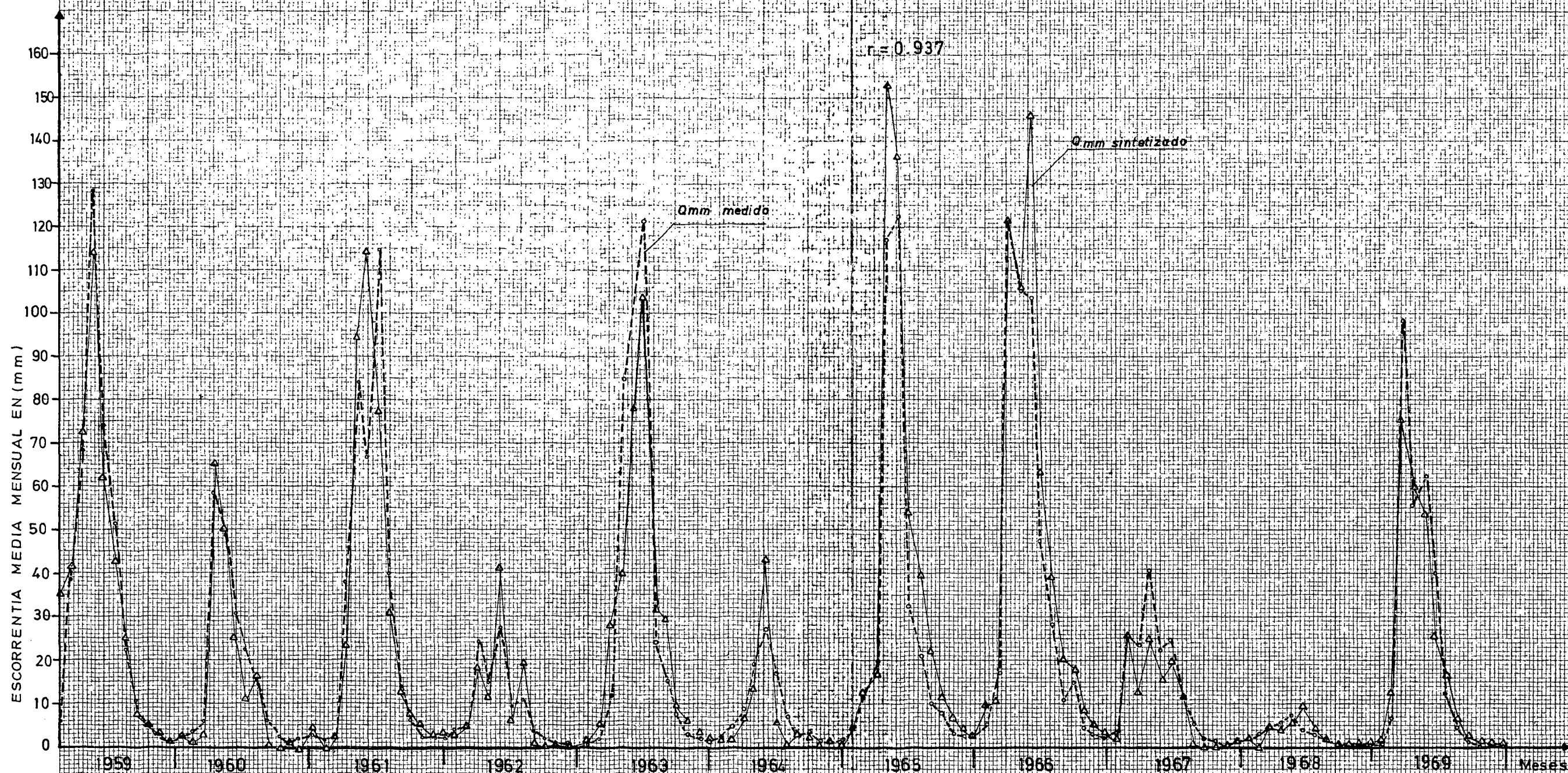
| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Rel.Caudales | |
|------|----------|------|---------|---------------------------------------|---|
| | | | | P - E Purapel Constitu- ción | Específicos por unidad de Precipit. |
| 1942 | 0,29 | 0,35 | 0,33 | 0,35 | |
| 43 | 0,18 | 0,21 | 0,21 | 0,21 | |
| 44 | 0,28 | 0,34 | 0,32 | 0,33 | |
| 45 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | |
| 46 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,09 | |
| 47 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |
| 48 | 0,24 | 0,28 | 0,27 | 0,28 | |
| 49 | 0,18 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | |
| 50 | 0,31 | 0,38 | 0,35 | 0,37 | |
| 51 | 0,40 | 0,49 | 0,45 | 0,48 | |
| 52 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |
| 53 | 0,39 | 0,48 | 0,45 | 0,47 | |
| 54 | 0,21 | 0,24 | 0,24 | 0,25 | |
| 55 | 0,16 | 0,18 | 0,18 | 0,19 | |
| 56 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | |
| 57 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
| 58 | 0,29 | 0,36 | 0,33 | 0,35 | 0,38 |
| 59 | 0,42 | 0,52 | 0,48 | 0,50 | 0,53 |
| 60 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,19 |
| 61 | 0,23 | 0,27 | 0,26 | 0,27 | 0,40 |
| 62 | 0,05 | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,09 |
| 63 | 0,30 | 0,37 | 0,35 | 0,36 | 0,41 |
| 64 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,11 |
| 65 | 0,41 | 0,50 | 0,46 | 0,49 | 0,42 |
| 66 | 0,27 | 0,33 | 0,31 | 0,32 | 0,39 |
| 67 | 0,08 | 0,06 | 0,08 | 0,07 | 0,15 |
| 68 | 0,04 | 0,02 | 0,05 | 0,02 | 0,03 |
| 69 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | 0,29 |
| 70 | 0,14 | 0,14 | 0,15 | 0,15 | |
| 71 | 0,19 | 0,21 | 0,21 | 0,22 | |
| 72 | 0,61 | 0,74 | 0,69 | 0,72 | |
| 73 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,14 | |
| 74 | 0,25 | 0,30 | 0,29 | 0,30 | |
| 75 | 0,17 | 0,19 | 0,20 | 0,20 | |

MODELO HIDROLOGICO

PERIODO DE CALIBRACION CUENCA PURAPEL EN NIRIVILO (Area = 250.6 Km²)

fig. 3-2

- ▲— Caudales medios mensuales sintetizados por el modelo
- Caudales medios mensuales observados en la estación pluviométrica



Columna 5: Transposición de caudales específicos por unidad de precipitación desde la cuenca de Purapel (1)

En todos los casos se ha utilizado como año hidrológico el período Abril a Marzo.

De acuerdo al análisis hecho en 3.32, se considera adecuada la transposición de la relación precipitación-escorrentía y por lo tanto se han adoptado los valores que este método proporciona, como representativos de la escorrentía en el Estero Litú. Con estos valores se realizó un análisis de frecuencia gráfico, usando la fórmula de Weibull para calcular las posibilidades empíricas. Este análisis se presenta en la figura 3.3; con él se han obtenido los valores de la Tabla 3.2.

TABLA 3.2

Escorrentía media anual; Hoya Estero Litú

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual en (m ³ /seg) |
|--------------------------------|---|
| 10 | 0,49 |
| 20 | 0,39 |
| 50 | 0,23 |
| 70 | 0,16 |
| 85 | 0,10 |
| 90 | 0,07 |

3.3.5. Estero Tutucura.-

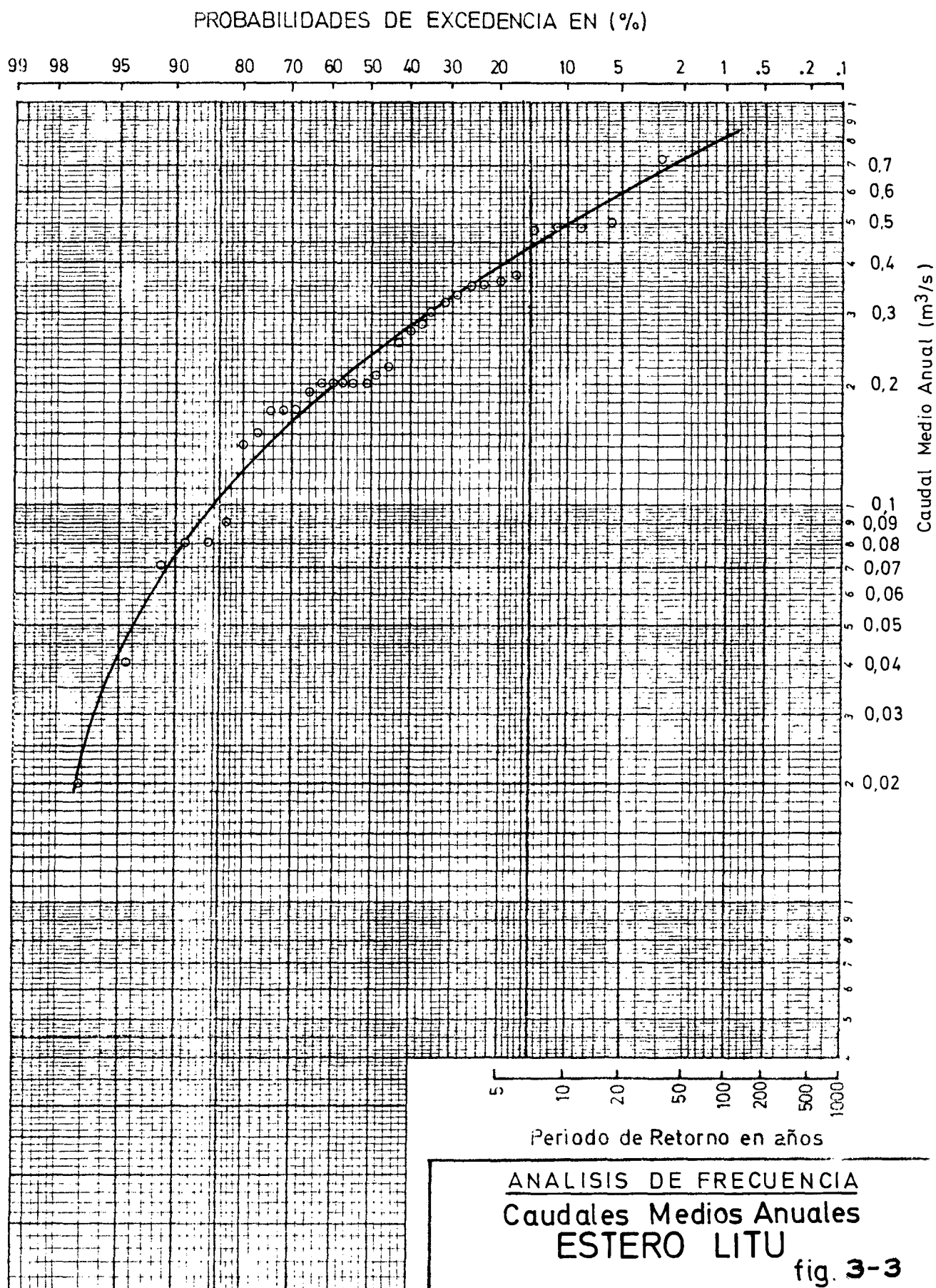
La cuenca afluyente a la ubicación del posible embalse en el estero Tutucura es de 62,8 Km2. Los datos y métodos utilizados son enteramente análogos a los aplicados y explicados en 3.3.4 para el Estero Litú. Nuevamente se han adoptado como representativos los datos obtenidos de la relación precipitación-escorrentía derivada en la cuenca de Purapel en Nirivilo. En la tabla 3.3 se presentan los valores sintetizados según los distintos métodos. En la figura 3.4 se presenta el análisis de frecuencia gráfico con los valores de la relación precipitación-escorrentía; de la curva ajustada gráficamente, se obtienen los valores de la tabla 3.4.

(1) Espíldora, B. y E. Brown: referencia citada en este capítulo.

TABLA 3.3

Síntesis de Escorrentía. Estero Tutucura (en Embalse)
Caudales Medios Anuales (m3/seg)

| Año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Del P - E Purapel Constituc | Caudales Especif. x unidad de Precipt. |
|------|----------|------|---------|--|---|
| 1942 | 0,45 | 0,55 | 0,51 | 0,54 | |
| 43 | 0,28 | 0,32 | 0,32 | 0,33 | |
| 44 | 0,43 | 0,52 | 0,49 | 0,51 | |
| 45 | 0,12 | 0,09 | 0,14 | 0,12 | |
| 46 | 0,14 | 0,12 | 0,16 | 0,14 | |
| 47 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | |
| 48 | 0,37 | 0,43 | 0,42 | 0,44 | |
| 49 | 0,27 | 0,30 | 0,31 | 0,31 | |
| 50 | 0,47 | 0,58 | 0,54 | 0,57 | |
| 51 | 0,61 | 0,75 | 0,69 | 0,73 | |
| 52 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,30 | |
| 53 | 0,61 | 0,74 | 0,69 | 0,72 | |
| 54 | 0,32 | 0,37 | 0,37 | 0,38 | |
| 55 | 0,25 | 0,27 | 0,28 | 0,28 | |
| 56 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,26 | |
| 57 | 0,23 | 0,24 | 0,26 | 0,25 | 0,30 |
| 58 | 0,45 | 0,55 | 0,51 | 0,54 | 0,59 |
| 59 | 0,65 | 0,80 | 0,74 | 0,77 | 0,81 |
| 60 | 0,23 | 0,25 | 0,26 | 0,27 | 0,30 |
| 61 | 0,36 | 0,42 | 0,40 | 0,42 | 0,61 |
| 62 | 0,08 | 0,05 | 0,09 | 0,06 | 0,14 |
| 63 | 0,47 | 0,57 | 0,53 | 0,56 | 0,63 |
| 64 | 0,12 | 0,10 | 0,14 | 0,12 | 0,17 |
| 65 | 0,63 | 0,77 | 0,71 | 0,75 | 0,65 |
| 66 | 0,42 | 0,50 | 0,47 | 0,50 | 0,60 |
| 67 | 0,12 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,23 |
| 68 | 0,06 | 0,03 | 0,07 | 0,03 | 0,05 |
| 69 | 0,26 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,45 |
| 70 | 0,21 | 0,22 | 0,24 | 0,23 | |
| 71 | 0,29 | 0,33 | 0,33 | 0,34 | |
| 72 | 0,94 | 1,13 | 1,07 | 1,11 | |
| 73 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,21 | |
| 74 | 0,39 | 0,47 | 0,44 | 0,47 | |
| 75 | 0,27 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | |



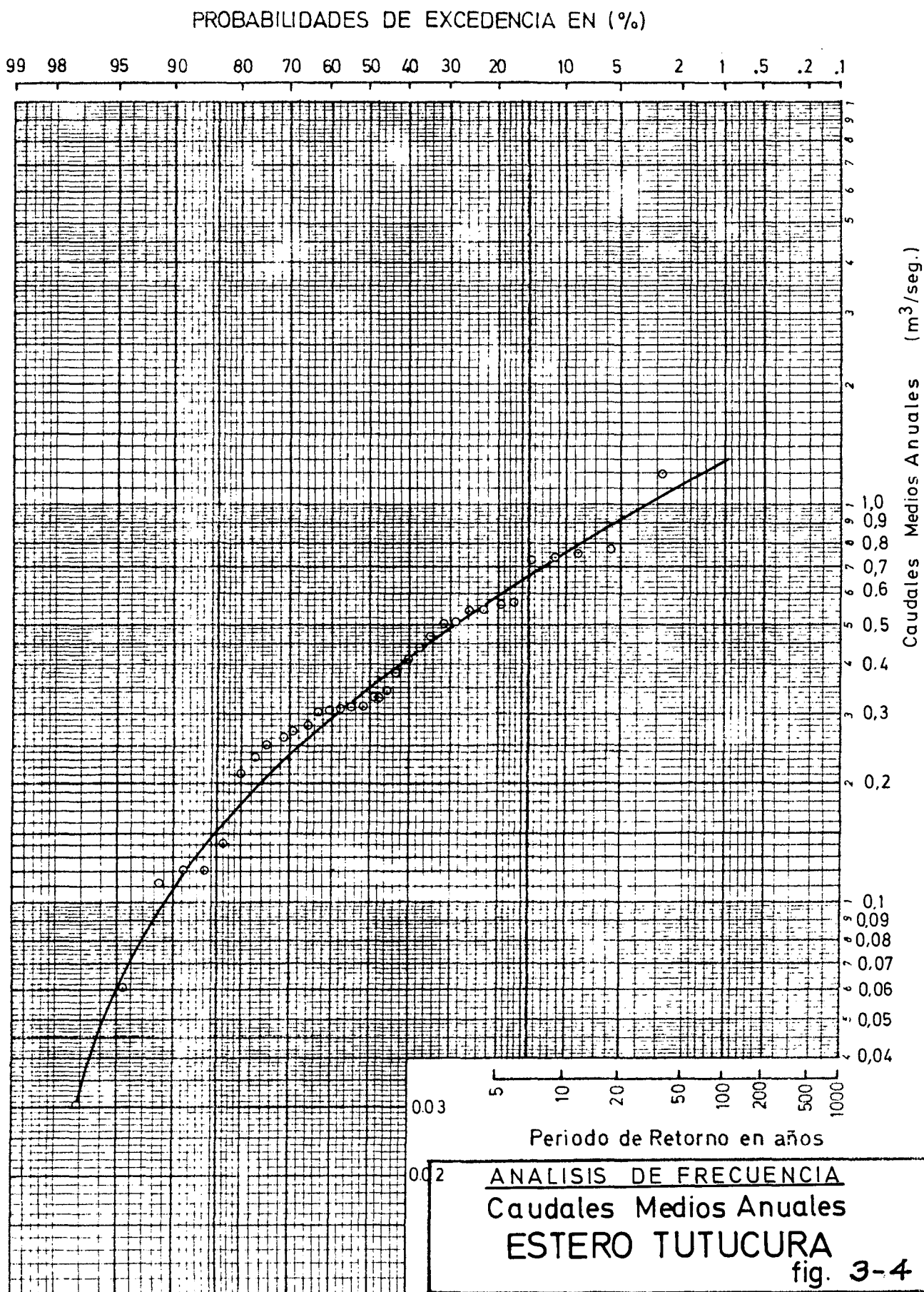


TABLA 3.4.

Escorrentía media anual; Hoya Estero
Tutucura

| Probabilidad de Excedencia (%) | Caudal medio anual en (m ³ /seg) |
|-----------------------------------|--|
| 10 | 0,76 |
| 20 | 0,59 |
| 50 | 0,34 |
| 70 | 0,23 |
| 85 | 0,14 |
| 90 | 0,11 |

3.3.6. Estero Los Puercos.-

La cuenca afluyente del estero Los puercos en desembocadura es de 611,6 Km2. Para estimar la escorrentía natural de esta cuenca se utilizaron todos los métodos aplicados en los casos de los Esteros Litú y Tutucura y adicionalmente se utilizó el modelo de simulación hidrológica calibrado en la cuenca del río Purapel. (Ver 3.3.3). En este último caso se usó la estadística pluviométrica mensual en la estación Fundo El Peral. En la Tabla 3.5 se presentan los valores de escorrentía media anual sintetizada por los diversos métodos; en la columna 6 de dicha tabla se han incluido los valores que entregó el modelo hidrológico.

En la figura 3.5 se graficaron los valores de caudales medios anuales de Purapel en Nirivilo, observados, estimados por la calibración del modelo y estimados por la relación precipitación - escorrentía. El coeficiente de correlación entre los caudales anuales observados y los sintetizados por el modelo fue $r = 0,935$; el mismo coeficiente, calculado entre caudales observados y estimados mediante la relación precipitación-escorrentía, fue $r = 0,927$. En la figura 3.6 se hizo una relación entre valores estimados según el modelo y valores estimados según la relación precipitación-escorrentía, para caudales medios anuales en el estero Los Puercos; se observa una relación con $r = 0,923$.

Dado que los resultados del modelo son comparables con los obtenidos por la relación precipitación-escorrentía y que el modelo utiliza mayor cantidad de información, se adoptó la estadística de caudales anuales generados por el modelo, para el estero Los Puercos. En la tabla 3.6 se presentan los valores mensuales y anuales generados por el modelo para la cuenca del Estero Los Puercos.

TABLA 3.5

Síntesis de Escorrentía. Estero Los Puercos

Caudales Medios Anuales (m³/seg)

| año | Coutagne | Turc | Grunsky | Trasp.Rel. P - E Purapel Constitu- ción. | Caudales Específi- cos por Unidad de Precipita- ción | Modelo Hidrologí- co |
|------|----------|-------|---------|--|---|----------------------------|
| 1942 | 4,38 | 5,31 | 4,98 | 5,24 | | 5,49 |
| 43 | 2,73 | 3,08 | 3,10 | 3,22 | | 3,18 |
| 44 | 4,17 | 5,04 | 4,73 | 5,0 | | 4,30 |
| 45 | 1,16 | 0,91 | 1,32 | 1,12 | | 1,10 |
| 46 | 1,36 | 1,18 | 1,55 | 1,38 | | 1,34 |
| 47 | 2,60 | 2,87 | 2,95 | 3,01 | | 2,61 |
| 48 | 3,57 | 4,23 | 4,05 | 4,27 | | 3,23 |
| 49 | 2,66 | 2,97 | 3,03 | 3,06 | | 3,97 |
| 50 | 4,62 | 5,62 | 5,24 | 5,53 | | 4,33 |
| 51 | 5,93 | 7,20 | 6,75 | 7,16 | | 8,81 |
| 52 | 2,58 | 2,85 | 2,93 | 2,97 | | 3,31 |
| 53 | 5,90 | 7,23 | 6,69 | 7,06 | | 7,94 |
| 54 | 3,14 | 3,63 | 3,51 | 3,68 | | 4,33 |
| 55 | 2,42 | 2,66 | 2,75 | 2,77 | | 2,08 |
| 56 | 2,25 | 2,39 | 2,56 | 2,58 | | 2,70 |
| 57 | 2,19 | 2,33 | 2,50 | 2,48 | 2,87 | 2,76 |
| 58 | 4,42 | 5,35 | 5,00 | 5,28 | 5,77 | 3,92 |
| 59 | 6,32 | 7,76 | 7,18 | 7,47 | 7,91 | 7,23 |
| 60 | 2,27 | 2,42 | 2,58 | 2,60 | 2,91 | 2,22 |
| 61 | 3,47 | 4,09 | 3,94 | 4,11 | 5,96 | 4,95 |
| 62 | 0,78 | 0,45 | 0,89 | 0,58 | 1,35 | 0,98 |
| 63 | 4,56 | 5,55 | 5,18 | 5,45 | 6,13 | 5,11 |
| 64 | 1,20 | 0,95 | 1,36 | 1,14 | 1,62 | 1,04 |
| 65 | 6,13 | 7,52 | 6,94 | 7,35 | 6,29 | 8,57 |
| 66 | 4,07 | 4,91 | 4,62 | 4,87 | 5,87 | 4,87 |
| 67 | 1,12 | 0,85 | 1,26 | 1,07 | 2,24 | 1,46 |
| 68 | 0,62 | 0,27 | 0,70 | 0,29 | 0,49 | 0,41 |
| 69 | 2,58 | 2,87 | 2,93 | 2,99 | 4,39 | 2,92 |
| 70 | 2,04 | 2,09 | 2,31 | 2,27 | | 2,10 |
| 71 | 2,83 | 3,22 | 3,22 | 3,34 | | 2,22 |
| 72 | 9,17 | 11,04 | 10,41 | 10,76 | | 13,08 |
| 73 | 1,86 | 1,84 | 2,11 | 2,04 | | 2,51 |
| 74 | 3,80 | 4,54 | 4,32 | 4,56 | | 6,76 |
| 75 | 2,60 | 2,87 | 2,95 | 3,01 | | 3,27 |

TABLA 3.6

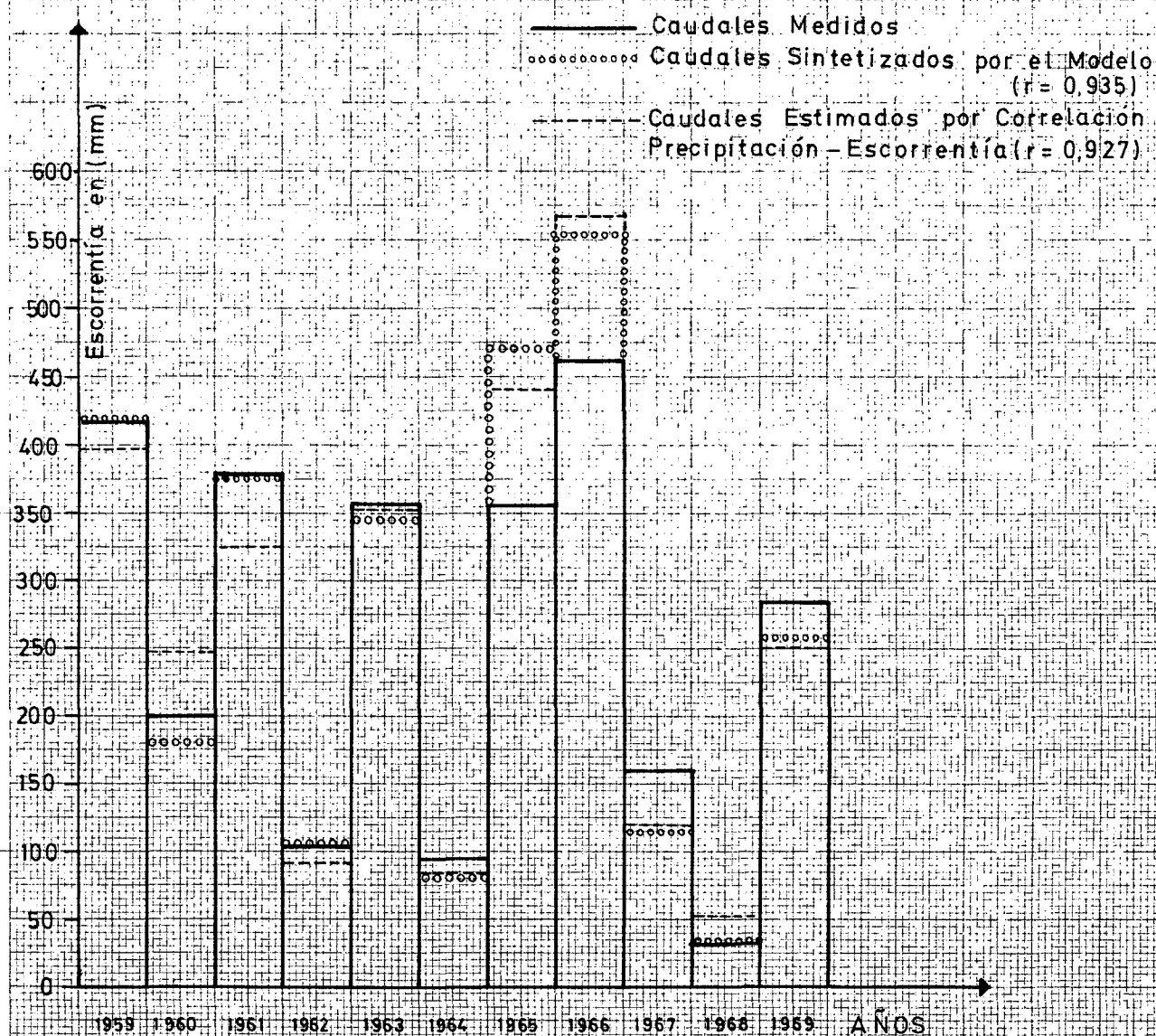
CAUDALES GENERADOS ESTERO LOS PUERCOS EN M3/SEG

| PERIODO | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | PROM |
|-----------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1942-1943 | 0.26 | 4.45 | 8.76 | 19.11 | 18.13 | 5.15 | 3.12 | 4.13 | 1.18 | 0.67 | 0.47 | 0.39 | 5.49 |
| 1943-1944 | 0.30 | 2.44 | 7.13 | 4.50 | 4.31 | 18.63 | 0.13 | 0.33 | 0.00 | 0.11 | 0.00 | 0.00 | 3.18 |
| 1944-1945 | 0.22 | 1.91 | 16.95 | 2.59 | 18.23 | 2.75 | 5.89 | 0.96 | 0.43 | 0.43 | 0.90 | 0.32 | 4.30 |
| 1945-1946 | 0.32 | 1.57 | 0.25 | 4.15 | 3.52 | 2.58 | 0.02 | 0.59 | 0.00 | 0.21 | 0.05 | 0.00 | 1.10 |
| 1946-1947 | 0.21 | 1.08 | 3.02 | 6.63 | 2.61 | 1.37 | 0.65 | 0.28 | 0.12 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 1.34 |
| 1947-1948 | 0.58 | 2.45 | 11.86 | 6.65 | 3.02 | 5.26 | 1.53 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.61 |
| 1948-1949 | 1.28 | 2.23 | 4.76 | 18.44 | 3.23 | 7.12 | 1.14 | 0.00 | 0.09 | 0.00 | 0.19 | 0.25 | 3.23 |
| 1949-1950 | 0.06 | 17.71 | 18.38 | 3.24 | 4.63 | 1.53 | 0.55 | 0.36 | 0.58 | 0.14 | 0.12 | 0.26 | 3.97 |
| 1950-1951 | 4.27 | 14.23 | 12.92 | 1.59 | 9.35 | 4.64 | 1.22 | 3.13 | 0.00 | 0.25 | 0.03 | 0.02 | 4.33 |
| 1951-1952 | 0.14 | 2.68 | 27.87 | 36.22 | 11.37 | 14.74 | 4.74 | 3.58 | 1.79 | 1.12 | 0.83 | 0.68 | 8.81 |
| 1952-1953 | 0.30 | 7.64 | 12.21 | 8.85 | 2.32 | 5.72 | 2.43 | 0.01 | 0.01 | 0.23 | 0.00 | 0.01 | 3.31 |
| 1953-1954 | 0.50 | 11.26 | 6.66 | 11.81 | 14.43 | 30.42 | 4.12 | 4.44 | 2.99 | 1.73 | 1.26 | 0.71 | 7.94 |
| 1954-1955 | 1.21 | 2.40 | 16.95 | 18.30 | 5.41 | 4.09 | 1.12 | 0.68 | 0.52 | 0.27 | 0.42 | 0.11 | 4.33 |
| 1955-1956 | 0.20 | 0.56 | 12.62 | 2.45 | 5.72 | 1.59 | 0.30 | 0.03 | 0.23 | 0.43 | 0.00 | 0.82 | 2.03 |
| 1956-1957 | 0.06 | 4.60 | 2.18 | 14.73 | 5.38 | 3.03 | 1.57 | 0.10 | 0.00 | 0.04 | 0.00 | 0.00 | 2.70 |
| 1957-1958 | 0.13 | 9.54 | 3.08 | 8.76 | 7.13 | 2.35 | 1.28 | 0.00 | 0.17 | 0.00 | 0.00 | 0.02 | 2.76 |
| 1958-1959 | 0.19 | 13.60 | 13.66 | 0.50 | 7.40 | 8.49 | 0.00 | 1.24 | 0.17 | 0.77 | 0.00 | 0.47 | 3.92 |
| 1959-1960 | 7.63 | 3.57 | 19.72 | 23.43 | 11.16 | 6.45 | 4.39 | 1.62 | 1.00 | 1.21 | 0.45 | 0.63 | 7.23 |
| 1960-1961 | 0.17 | 0.45 | 8.34 | 5.74 | 4.34 | 4.37 | 1.50 | 0.29 | 0.00 | 0.36 | 0.00 | 0.51 | 2.22 |
| 1961-1962 | 0.00 | 0.43 | 10.24 | 9.47 | 11.36 | 20.04 | 3.50 | 1.73 | 1.07 | 0.68 | 0.48 | 0.29 | 4.95 |
| 1962-1963 | 0.29 | 0.47 | 5.03 | 1.40 | 2.42 | 1.74 | 0.29 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.14 | 0.98 |
| 1963-1964 | 0.12 | 1.47 | 4.14 | 13.02 | 16.03 | 16.39 | 3.99 | 3.78 | 0.39 | 0.73 | 0.40 | 0.33 | 5.11 |
| 1964-1965 | 0.18 | 0.23 | 2.12 | 3.07 | 5.13 | 0.56 | 0.06 | 0.09 | 0.66 | 0.00 | 0.44 | 0.00 | 1.04 |
| 1965-1966 | 2.43 | 4.32 | 3.85 | 31.24 | 32.59 | 10.91 | 6.47 | 4.89 | 2.52 | 1.64 | 1.16 | 0.67 | 8.57 |
| 1966-1967 | 1.02 | 1.04 | 23.05 | 15.33 | 8.63 | 2.83 | 3.15 | 1.05 | 0.87 | 0.41 | 0.39 | 0.15 | 4.87 |
| 1967-1968 | 0.11 | 3.00 | 3.14 | 4.71 | 2.21 | 2.55 | 1.50 | 0.18 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.05 | 1.40 |
| 1968-1969 | 0.26 | 0.03 | 1.04 | 0.54 | 0.92 | 0.37 | 0.54 | 0.28 | 0.42 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.41 |
| 1969-1970 | 0.70 | 3.16 | 15.96 | 6.10 | 5.40 | 1.94 | 1.34 | 0.35 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.07 | 2.92 |
| 1970-1971 | 0.00 | 0.08 | 5.39 | 12.10 | 2.93 | 3.51 | 1.16 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.00 | 0.00 | 2.10 |
| 1971-1972 | 0.77 | 1.30 | 8.37 | 7.25 | 4.46 | 1.66 | 0.91 | 0.00 | 1.00 | 0.04 | 0.00 | 0.41 | 2.22 |
| 1972-1973 | 0.23 | 17.64 | 36.07 | 23.49 | 33.69 | 23.46 | 9.53 | 5.50 | 3.10 | 1.98 | 1.40 | 0.81 | 13.08 |
| 1973-1974 | 0.01 | 5.61 | 4.53 | 12.87 | 1.50 | 0.89 | 4.01 | 0.02 | 0.03 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 2.51 |
| 1974-1975 | 0.00 | 12.02 | 37.99 | 10.81 | 8.11 | 5.03 | 3.13 | 1.39 | 0.86 | 0.55 | 0.42 | 0.23 | 6.76 |
| 1975-1976 | 0.65 | 3.75 | 8.69 | 17.21 | 6.18 | 1.11 | 0.36 | 0.52 | 0.11 | 0.07 | 0.04 | 0.04 | 3.27 |

CUENCA RIO PURAPEL EN NIRIVILO

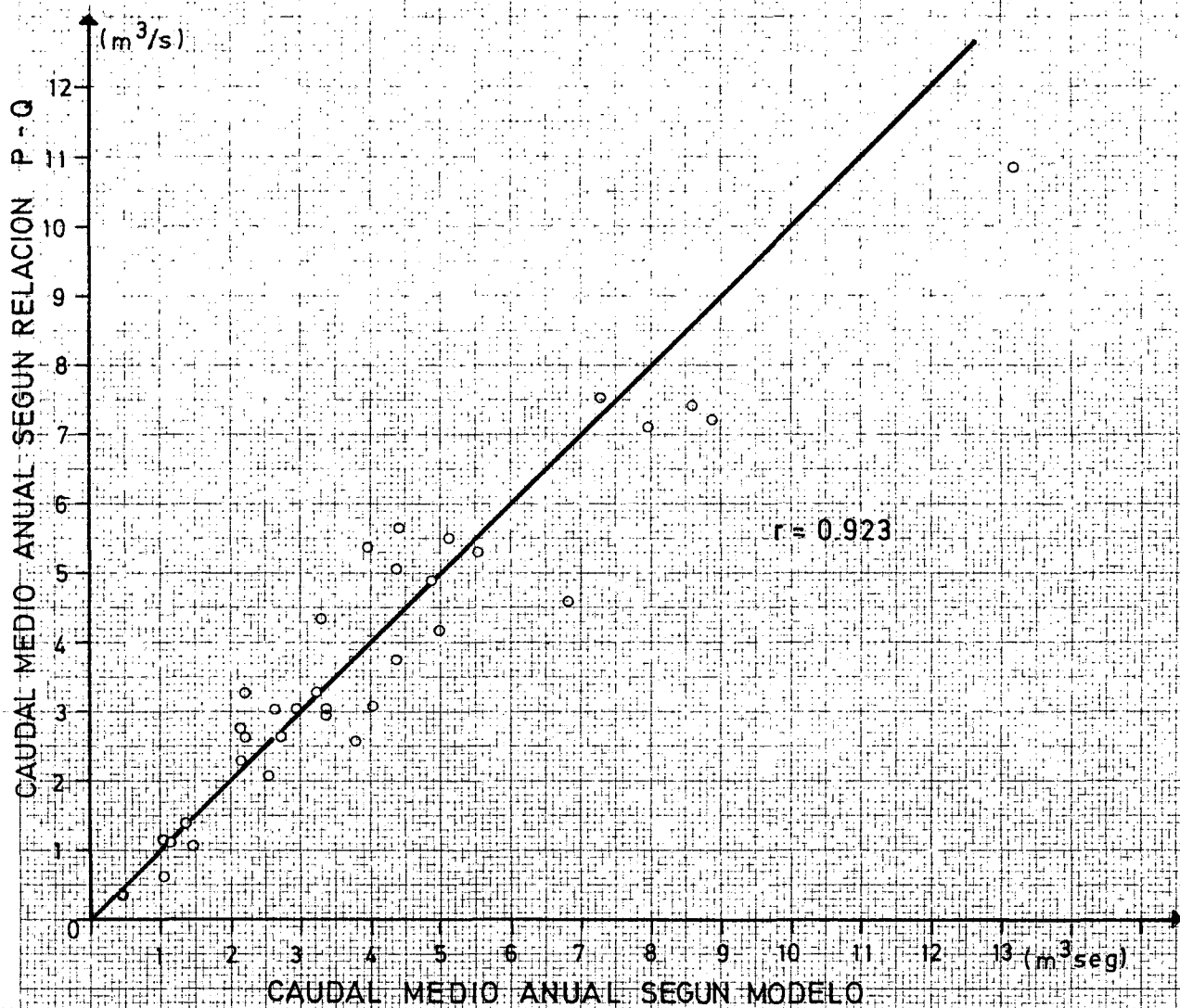
CAUDALES MEDIOS ANUALES

fig. 3-5



ESTERO LOS FUERCOS

fig. 3-6



Con los valores mensuales generados, se realizaron análisis de frecuencia gráficos para todos los meses y se construyeron las curvas de variación estacional que aparecen graficadas en la figura 3.7.

Finalmente, con los valores de caudales anuales de la Tabla 3.6 se realizó un análisis de frecuencia gráfico (figura 3.8). De acuerdo con la curva ajustada se obtienen los valores de la tabla 3.7 para los caudales anuales del estero Los Puercos, con distintas probabilidades de excedencia.

TABLA 3.7

Escorrentía media anual : Hoya Estero Los Puercos

| <u>Probabilidad de</u> <u>Excedencia (%)</u> | <u>Caudal medio</u> <u>anual (m³/seg)</u> |
|---|---|
| 10 | 8,0 |
| 20 | 5,9 |
| 50 | 3,3 |
| 70 | 2,3 |
| 85 | 1,4 |
| 90 | 1,1 |

3.4. Recursos de agua Río Claro en Itahue.

La evaluación de recursos en el Río Claro en Itahue se hizo basándose en la estadística fluviométrica original de Río Claro en Camarico, ya que esta estación se encuentra ubicada a 5 Kms aguas abajo aproximadamente de la localidad de Itahue, no existiendo en este tramo ningún tributario ni extracción significativa.

Esta evaluación se hizo con el objetivo de determinar los recursos de agua posibles de trasvasar al Valle de Pencahue durante los meses de Abril a Enero (*) para acumularlas en un embalse ubicado en el Estero Litu al Noreste de dicho valle.

Metodología de evaluación de recursos.-

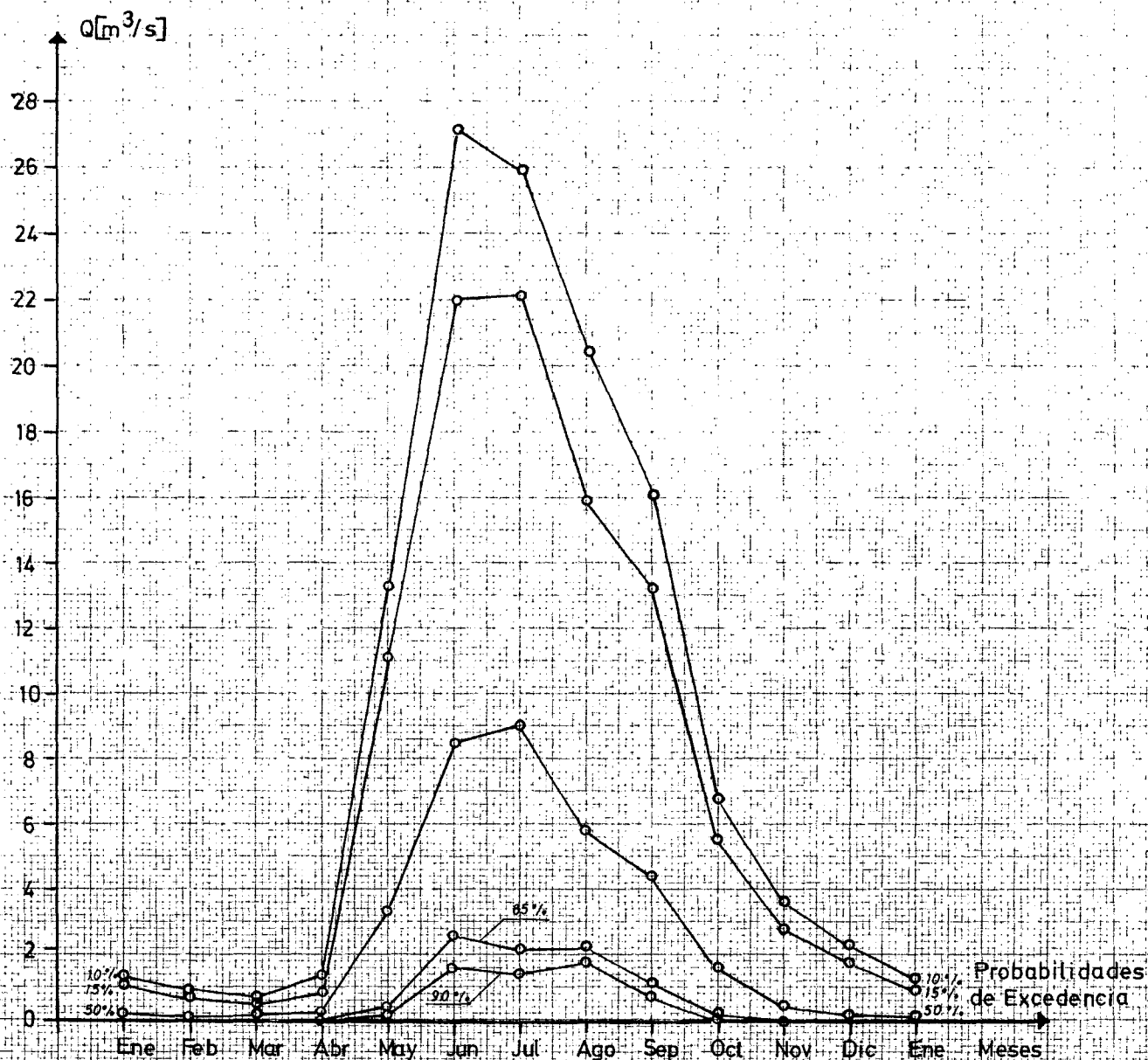
La evaluación de recursos en el Río Claro en Itahue se hizo en forma paramétrica considerando diferentes

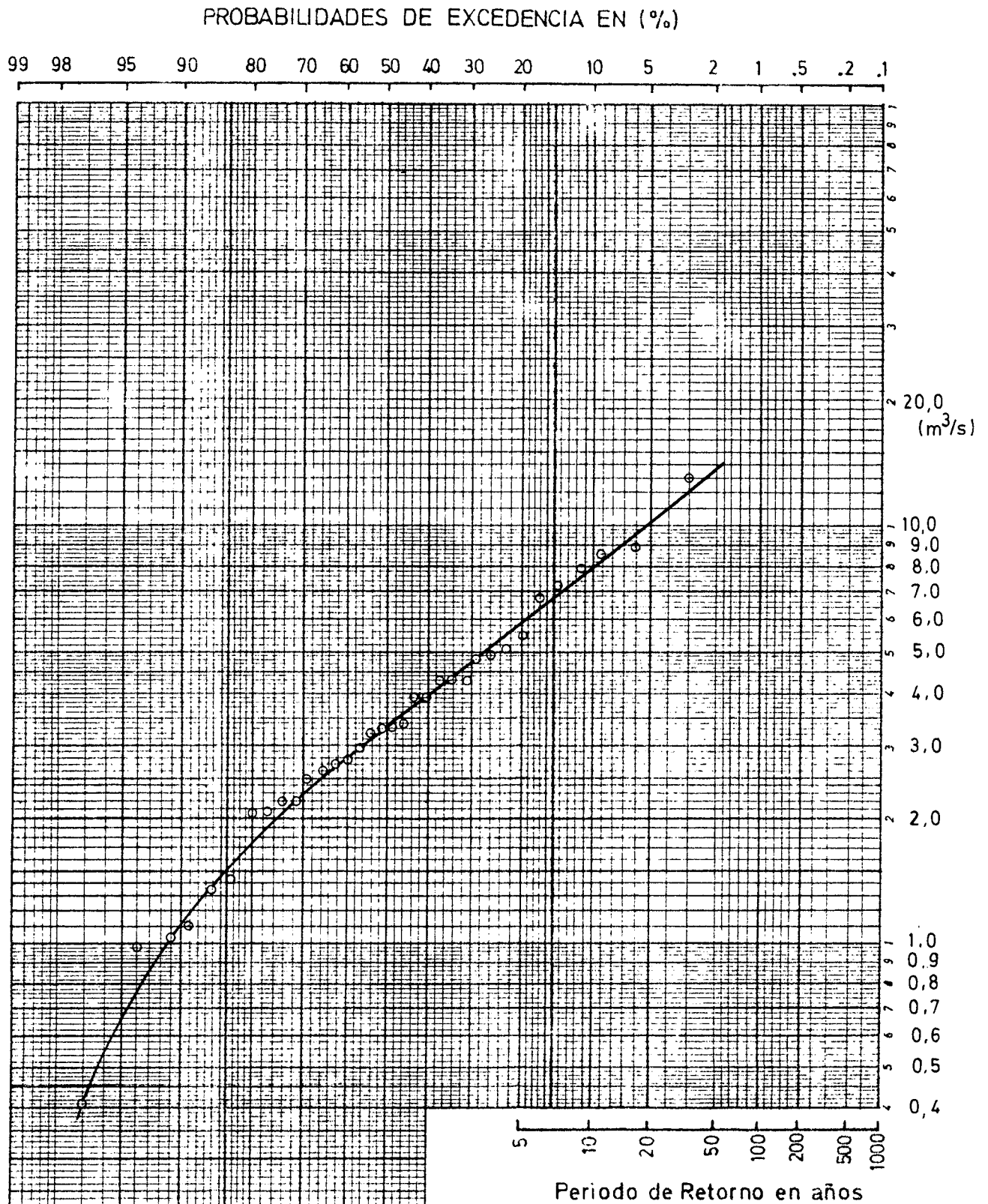
(*) Nota: Se consideró sólo el período Abril a Enero de tal forma de dejar dos meses libres para la limpia del canal alimentador. Estos dos meses se hicieron coincidir con aquellos de menor disponibilidad de recursos en el Río Claro.

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL ESTERO LOS PUERCOS

Caudales Medios Mensuales (m^3/s)

fig. 3-7





ANÁLISIS DE FRECUENCIA
Caudales Medios Anuales
ESTERO LOS PUERCOS
fig. 3-8

volúmenes a embalsar en el Embalse Litú.

- i) Recursos de agua..- Como se indicó anteriormente, se usó la estadística de Río Claro en Camarico, modificada por la extracción del Canal San Rafael, única extracción ubicada en el Río Claro entre Camarico y su confluencia con el Río Maule.

El Canal San Rafael tiene una capacidad máxima de $40 \text{ m}^3/\text{seg}$. Para estimar los recursos necesarios para este canal, se utilizó su capacidad máxima en conjunto con una distribución estacional de la demanda determinada de acuerdo a la tasa de riego considerada para el proyecto Maule Norte. En la tabla 3.7 aparecen las necesidades consideradas para el Canal San Rafael.

TABLA 3.7

Demandas Canal San Rafael (m^3/seg)

| | |
|------------|------|
| Septiembre | 0,12 |
| Octubre | 2,64 |
| Noviembre | 3,20 |
| Diciembre | 4,0 |
| Enero | 4,0 |
| Febrero | 3,28 |
| Marzo | 2,6 |
| Abril | 1,4 |

En la tabla 3.8 aparecen los caudales medios mensuales históricos disponibles para ser trasvasados al Valle de Pencahue. Dichos caudales se calcularon restando a la estadística original de Río Claro en Camarico, la demanda mensual del Canal San Rafael que aparece en la tabla 3.7.

- ii) Análisis Paramétrico..- El análisis se hizo considerando, paramétricamente, distintos volúmenes a ser trasvasados hacia el Embalse Litú. El caudal mínimo continuo a captar durante 10 meses, para cada volumen considerado, aparece en la tabla 3.9. Si durante los 10 meses (Abril a Enero) el caudal disponible en el río Claro (tabla 3.8) es suficiente, la capacidad necesaria del canal alimentador estará dada por los caudales mínimos de la tabla 3.9.

Si en alguno de los meses, los recursos del río Claro no alcanzan a suplir los caudales mínimos, se calcula el exceso de caudal que es necesario captar en forma continua en los demás meses, para alcanzar el mismo volumen de trasvase. Con esto se determina en cada año la capacidad necesaria del canal alimentador, o bien se

determina que no es posible trasvasar el volumen considerado, lo que indica una falla.

TABLA 3.9

| Volumen a trasvasar a Embalse Litú (millones m ³) | Caudal mínimo continuo (m ³ /seg) |
|---|---|
| 30 | 1,1 |
| 60 | 2,3 |
| 90 | 3,4 |
| 120 | 4,5 |
| 150 | 5,7 |
| 180 | 6,8 |
| 210 | 7,9 |
| 240 | 9,1 |

En la tabla 3.10 aparecen las capacidades necesarias de canal, en función de los distintos volúmenes totales a trasvasar hacia Litú, para cada año de estadística. En dicha tabla se indican con un punto las posibilidades falladas (no hay suficientes recursos para trasvasar el volumen indicado); los huecos indican que no hay información fluviométrica.

Finalmente en algunos de los años con información incompleta (1942-43; 1947-48; 1952-53; 1956-57; 1957-58; 1958-59; 1972-73; 1973-74 y 1974-75) el cálculo de la tabla 3.10 se hizo en forma parcial o total, dependiendo de los valores que faltaran y de si se estimaba que estos constituían o no una limitante, para el caudal continuo que cada volumen de trasvase requería.

TABLA 3.10

Capacidad máxima canal alimentador en B.T. m³/seg

| Año | Volumen embalsado mill m ³ | | | | | | | |
|---------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 | 180 | 210 | 240 |
| 1943-44 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,5 | 5,7 | 6,8 | | |
| 1944-45 | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | |
| 47 | | | | | | | | |
| 48 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,1 | 6,6 | 8,2 | 9,8 | 11,7 |
| 49 | 1,4 | 3,6 | 5,0 | 7,3 | 9,6 | 12,5 | 15,8 | 21,0 |
| 50 | 1,1 | 2,3 | 3,5 | 4,8 | 6,1 | 7,3 | 8,6 | 9,9 |
| 51 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,9 | 6,3 | 7,7 | 9,3 | 11,0 |
| 52 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,4 | 7,3 | 9,2 | 11,0 | 13,1 |
| 53 | 1,2 | 2,4 | 3,7 | 5,0 | 6,2 | 7,5 | 8,8 | 10,2 |
| 54 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,1 | 6,5 | 7,9 | 9,4 | 11,8 |
| 55 | 1,1 | 2,4 | 3,9 | 5,5 | 7,2 | 9,5 | 12,3 | 15,2 |
| 56 | 1,3 | 2,3 | 3,6 | 5,1 | | | | |
| 57 | | | | | | | | |
| 58 | | | | | | | | |
| 59 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,8 | 6,2 | 7,6 | 9,0 | 10,44 |
| 60 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,2 | 7,1 | 9,0 | 11,0 | 13,29 |
| 61 | 1,1 | 2,4 | 3,8 | 5,4 | 7,0 | 8,8 | 10,7 | 12,63 |
| 62 | 1,2 | 2,5 | 3,8 | 5,5 | 7,4 | 9,7 | 12,6 | 16,31 |
| 63 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,7 | 6,0 | 7,4 | 9,0 | 10,86 |
| 64 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 4,9 | 6,2 | 7,9 | 10,2 | 12,74 |
| 65 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,5 | 5,7 | 6,8 | 8,0 | 9,23 |
| 66 | 1,1 | 2,3 | 3,4 | 4,6 | 5,9 | 7,2 | 8,4 | 9,67 |
| 67 | 1,3 | 2,5 | 3,8 | 5,4 | 7,0 | 8,7 | 11,0 | . |
| 68 | 1,9 | . | . | . | . | . | . | . |
| 69 | 1,4 | 3,0 | 4,9 | 7,2 | 9,5 | 11,9 | 15,4 | 19,12 |
| 70 | 1,3 | 2,7 | 4,3 | 6,1 | 8,1 | 10,5 | 13,3 | 16,84 |
| 71 | 1,3 | 2,7 | 4,3 | 6,2 | 8,1 | 10,3 | 12,9 | 15,69 |
| 72 | 1,1 | | | | | | | |
| 73 | 1,1 | 2,4 | 3,7 | 5,3 | 7,0 | 8,7 | 10,6 | 12,87 |
| 74 | 1,1 | 2,3 | 3,6 | 5,1 | 6,7 | 8,5 | 10,6 | 12,87 |
| 75 | 1,2 | 2,4 | 3,7 | 4,9 | 6,1 | 7,9 | 9,8 | 11,73 |

3.5 Recursos de agua Río Lircay. Estero Las Chilcas y Estero Pangue.

3.5.1. Introducción.- El Río Lircay se extiende de este a oeste entre los 71° y 71° 40' de longitud oeste aproximadamente recorriendo cerca de 70 kms desde su nacimiento hasta su desembocadura en el Río Claro al norte de la ciudad de Talca. Drena un área de 1 148 km² aproximadamente de los cuales un 50% corresponde a terrenos con fuerte pendiente no aptos para la agricultura y ubicados al oriente del Canal Maule Norte, y el resto corresponde a terrenos más bien planos aptos para la agricultura.

Los Esteros las Chilcas y Pangue están ubicados inmediatamente al norte del Río Lircay. Estos esteros se unen formando el Estero Panguilemo que después de recorrer 3 kms. desemboca en el Río Claro. Estos esteros presentan cuencas bajas siendo su mayor parte terrenos planos aptos para la agricultura. En conjunto drenan un área de 648 Km².

Tanto el Río Lircay como los esteros Las Chilcas y Pangue tienen un régimen netamente pluvial con crecidas en la temporada de invierno.

Los recursos de agua para el riego de la zona, se obtienen principalmente del Río Maule a través del Canal Maule Norte; desde el Río Lontué a través de los Canales Pelarco y Buena Unión, Curuyo y Purísima del Río Claro.

El objetivo de este estudio es evaluar los recursos de agua disponibles en la temporada de riego en la zona baja del Río Lircay y los Esteros Pangue y Chilcas, para captarlos y a través de un sistema de canales trasladarlos al Valle de Pencahue. Estos recursos de agua provienen casi en su totalidad de derrames y recuperaciones de la zona de riego.

Los puntos en los cuales se necesita evaluar recursos son los siguientes:

- Río Lircay en La Higuera. Denominaremos así al lugar de ubicación de la B.T. en el Río Lircay, aún cuando la evaluación de recursos se hará en Panamericana. Esto último considerando que las quebradas y afluentes al Río Lircay entre la Higuera y Panamericana se producen por la ribera norte y pueden ser captados por el canal que se desarrollaría desde el Lircay.
- Zona Baja Estero Pangue y Estero Las Chilcas. Estos lugares quedan ubicados antes de la confluencia de estos esteros, pero se evaluarán recursos en su confluencia, ya que al igual que en el caso del canal del Río Lircay, los canales que captan las aguas de estos esteros pueden captar los recursos entre la B.T. y la confluencia de estos afluentes

3.5.2. Metodología de evaluación de recursos de agua.

Los recursos de agua de la parte baja del Río Lircay y los Esteros Pangue y Chilcas en desembocadura, en la temporada de primavera-verano provienen fundamentalmente de derrames y recuperaciones de riego; no existen estaciones fluviométricas de control en los puntos de interés mencionados en 3.5.1.

Para la evaluación de los recursos se eligió un sistema compuesto por las cuencas del Río Lircay, los esteros Pangue y Chilcas y la hoya intermedia del Río Claro comprendida entre las estaciones fluviométricas de Río Claro en Camarico y Río Claro en Talca. Este sistema se esquematiza en la figura 3.9.

Se estableció una relación entre las salidas del sistema evaluadas de dos maneras diferentes:

- i) Salidas evaluadas por diferencias según la siguiente relación:

$$S_m = CT + CHLT - CC$$

en que:

CT: Volumen escurrido en Río Claro en Talca
 CHLT: Volumen generado por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca.
 CC: Volumen escurrido en Río Claro en Camarico menos la demanda del Canal San Rafael.

- ii) Salidas evaluadas mediante un Índice de Salida en función de las entradas al sistema:

$$I_s = F(CRC, CRL, CMN, P)$$

en que:

CRC : Canales Río Claro
 CRL : Canales Río Lontué
 CMN:: Canal Maule Norte
 P : Precipitación

La relación entre la salida medida por diferencias y el Índice de Salida es una relación múltiple, lineal o cuadrática.

Al graficar la relación definida con la salida medida en ordenadas y el Índice de Salida en abscisas se debe obtener una recta a 45°.

Es conveniente mencionar que no se usó como entrada a la cuenca del Río Lircay la estadística de gastos medios mensuales de la Estación Río Lircay en Puente Las Rastras, ya que esta estación en el período de regadío no registra el régimen natural del río, sino que está influenciada por las descargas aguas arriba de la estación que hacen los Canales Maule Norte Alto y Bajo 1ra. sección para el Canal Maule Norte Bajo (2da. sección) y otros canales con derechos de agua en el Sistema Maule Norte.

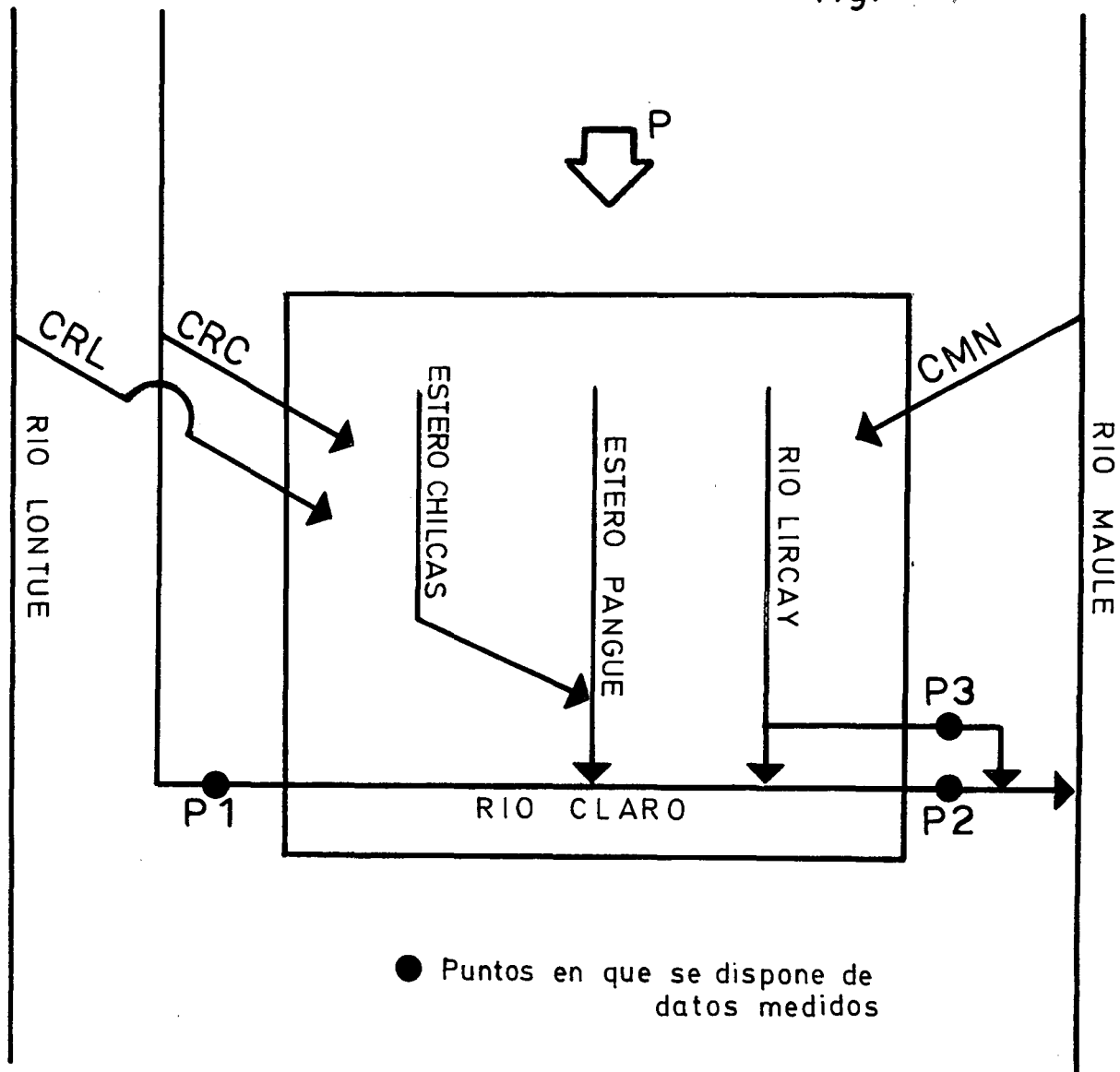
El período considerado para el análisis en cuestión, se eligió entre octubre y marzo. Se excluyeron los meses de septiembre y abril ya que en ellos se produce una precipitación considerable, lo que dificulta la evaluación del coeficiente que afecta a la precipitación y además en esos meses hay recursos suficientes para el regadío.

3.5.3. Aplicación de la metodología al sistema propuesto.

3.5.3.1. Información disponible

ESQUEMA DEL SISTEMA PARA EVALUACION DE RECURSOS EN EL RIO LIRCAY Y LOS ESTEROS PANGUE Y CHILCAS

fig. 3-9



P = Precipitación

CMN = Canal Maule Norte

CRL = Canales Río Lontué

CRC = Canales Río Claro

P1 = Claro en Camarico menos demanda Canal San Rafael

P2 = Claro en Talca

P3 = Canal Central Hidroeléctrica Lircay-Talca

i) Información de salida del sistema

- Estación fluviométrica Río Claro en Talca. Se usó la estadística de gastos medios mensuales proporcionada por la Dirección General de Aguas entre 1958 y 1976 y que aparece en la tabla II.2.
- Estación fluviométrica Río Claro en Camarico. Se usó la estadística de gastos medios mensuales proporcionada por la Dirección General de Aguas entre 1936 y 1976 y que aparecen en la tabla II .1.
- Demanda Canal San Rafael. Se evaluaron en forma similar el punto 3.4 dando un volumen de 55,3 millones de m³ para la temporada octubre-marzo.
- Central Hidroeléctrica Lircay-Talca. Se usaron los antecedentes de generación mensual proporcionados por la Compañía General de Electricidad Industrial entre los años 1950 y 1976 y que aparecen en la tabla II.8. Se transformaron estos valores de energía generada a caudal según la siguiente relación:

$$Q = \frac{E}{8,7 HT}$$

en que: Q: Caudal generado en m³/seg
 E: Energía mensual generada en KWH
 H: Altura neta de caída en metros
 T: Tiempo en horas

Para el cálculo se usó un valor de H=10m. Los valores del caudal medio mensual generado aparecen en la Tabla II.9.

ii) Información de entrada al sistema

- Canal Maule Norte.- Se usó la estadística de gastos medios mensuales en bocatoma que aparece en la Tabla II.5.
- Precipitación. Se usó la estadística de precipitación de la estación pluviométrica de Talca. Estos valores se corrigieron para hacerlos representativos de toda la zona mediante isoyetas con probabilidad de excedencia de 50% (1). En la tabla 3.11 aparecen los coeficientes para las distintas zonas consideradas en el sistema.

Es necesario mencionar que la precipitación se separó en precipitación del período mayo-septiembre y precipitación del período octubre-febrero.

(1) Andre G. Mario. Pluviometría de las Hoyas Mataquito, Maule e Itata. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil U. de Chile 1970.

TABLA 3.11

Coeficientes de corrección. Isoyetas

Precipitación Talca: 664,7 mm

| Zona | Isoyetas (MM) | Coef. de corrección |
|------|---------------|---------------------|
| I | 700 | 1,0 |
| II | 700-800 | 1,128 |
| III | 800-1000 | 1,354 |
| IV | 1000-1200 | 1,655 |
| V | 1200-1600 | 2,106 |
| VI | 1600-2000 | 2,708 |
| VII | 2000-2400 | 3,310 |
| VIII | 2400-1800 | 3,159 |

- Canales desde el Río Lontué. No existen mediciones de caudales captados históricamente en bocatoma por los canales Cumpeo, Purísima y Pelarco-Buena Unión; por lo que fue necesario estimarlos de acuerdo a los derechos de agua que les corresponden, a las disponibilidades de recursos en el Río Lontué y a la demanda del mes de máximo consumo como limitante de capacidad de canales.

a) Derechos de agua. Los derechos de agua de estos canales aparecen en la tabla 3.12.

TABLA 3.12

Derechos de agua

| Canales | acciones |
|---------------------|-------------|
| Pelarco-Buena Unión | 2,20 |
| Cumpeo | 9,68 |
| Purísima | <u>8,54</u> |
| Total | 20,42 |

Se consideró que la mitad de la zona regada por el Canal Pelarco-Buena Unión riega parte de la zona ubicada entre los ríos Lontué y Claro. De acuerdo a esto se tomó la mitad de las secciones correspondientes a este canal.

- b) Disponibilidad de recursos del Río Lontué. Se constituyó el régimen natural del Río Lontué sumando las estadísticas históricas de las estaciones Palos antes junta con Colorado y Colorado antes junta con Palos. Estas estadísticas aparecen en las Tablas II.6 y II.7.
- c) Demanda del mes de máximo consumo. Los Canales del Río Lontué riegan una superficie de 12.990 háas al sur del Río Claro (2) con una demanda a nivel predial

de 1,12 l/s/m² en el mes de máximo consumo y considerando una pérdida de conducción antes de entrar al sistema de un 20%, se tiene una demanda máxima de 18,19 m³/seg en B.T. En la Tabla 3.13 aparece la tasa de riego, la demanda predial y en BT de la zona al sur del Río Claro regada por el Río Lontué.

TABLA 3.13

| | Tasa de riego l/s | Demanda Predial m ³ /seg | Demanda en BT m ³ /seg |
|------|----------------------|--|--------------------------------------|
| Oct. | 0,71 | 9,22 | 11,53 |
| Nov. | 0,71 | 9,22 | 11,53 |
| Dic. | 1,09 | 14,16 | 17,70 |
| Ene. | 1,12 | 14,55 | 18,19 |
| Feb. | 1,02 | 13,25 | 16,56 |
| Mar. | 0,55 | 7,14 | 8,93 |

En la Tabla 3.14 aparecen los caudales captados por los Canales del Río Lontué que conducen agua a la zona sur del Río Claro.

- Canales del Río Claro. Los mismos canales que captan recursos del Río Lontué, tienen derechos eventuales en el Río Claro. No se disponía de antecedentes para evaluar los caudales captados desde el Río Claro; no existe una manera racional de estimarlos tratándose de derechos eventuales; y además estos derechos eventuales no exceden los 5 m³/seg, lo que prácticamente no influye en el total de recursos de entrada al sistema. En definitiva no se consideraron como entrada al sistema.

En las Tablas 3.15 y 3.16 aparecen para los años en que se disponía de información completa los antecedentes en volumen escurrido para el período octubre-marzo de cada uno de los términos que intervienen en la relación planteada, es decir, las salidas medidas y las entradas al sistema respectivamente.

TABLA 3.14

CAUDALES CAPTADOS POR CANALES RIO LONTUE EN BOCATOMA
(Pelarco y Buena Unión, Purísima y Cumpeo)

| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | mill m3 Vol.oct.-mar. |
|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------------------------|
| 42-43 | 11,73 | 18,19 | 18,19 | 16,35 | 8,86 | 5,67 | 207,7 |
| 43 | 14,15 | 18,19 | 17,87 | 3,79 | 8,79 | 4,89 | 185,7 |
| 44 | 16,12 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 16,59 | 8,69 | 251,2 |
| 45 | 15,13 | 18,19 | 15,65 | 9,72 | 7,19 | 5,37 | 187,4 |
| 46 | 8,99 | 14,75 | 11,31 | 6,51 | 4,62 | 3,87 | 131,6 |
| 47 | 10,42 | 18,19 | 13,40 | 7,14 | 5,13 | 4,19 | 153,7 |
| 48 | 14,61 | 18,19 | 18,19 | 15,08 | 7,63 | 6,84 | 212,2 |
| 49 | 12,76 | 14,13 | 10,47 | 7,10 | 5,00+ | 4,00+ | 140,7 |
| 50 | 14,78 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 10,91 | 7,19 | 229,8 |
| 51 | 14,31 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 9,42 | 6,53 | 223,2 |
| 52 | 12,13 | 18,19 | 18,19 | 9,34 | 6,47 | 4,92 | 182,2 |
| 53 | 16,40 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 13,0 | 267,3 |
| 54 | 12,91 | 18,19 | 18,19 | 12,48 | 7,56 | 5,41 | 196,7 |
| 55 | 13,09 | 18,19 | 18,19+ | 9,00+ | 6,35 | 4,89 | 183,5 |
| 56 | 16,86 | 18,19 | 17,40 | 9,81 | 7,00+ | 5,00+ | 195,5 |
| 57 | 11,52 | 18,19 | 18,19 | 9,41 | 6,11 | 4,92 | 179,9 |
| 58 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 15,79 | 10,21 | 6,67 | 229,4 |
| 59-60 | 11,53+ | 11,53+ | 17,70+ | 18,19 | 13,26 | 9,07 | 213,3 |
| 60-61 | 12,56 | 18,19 | 17,01 | 8,90 | 6,39 | 8,83 | 189,3 |
| 61 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 14,24 | 8,81 | 251,4 |
| 62 | 12,48 | 18,19 | 13,79 | 6,47 | 5,10 | 4,45 | 159,1 |
| 63 | 17,50 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 10,45 | 263,5 |
| 64 | 13,35 | 18,19 | 17,10 | 10,56 | 6,77 | 4,92 | 186,5 |
| 65 | 15,34 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 16,77 | 10,59 | 254,6 |
| 66 | 11,53+ | 11,53+ | 17,70+ | 18,19+ | 16,56 | 8,93+ | 220,9 |
| 67 | 14,33 | 18,19 | 18,19 | 7,56 | 5,43 | 4,75 | 180,4 |
| 68 | 4,75 | 7,63 | 5,22 | 4,59 | 3,80 | 3,44 | 77,2 |
| 69 | 8,11 | 17,33 | 18,19 | 15,0 | 12,0 | 5,53 | 199,4 |
| 70 | 16,32 | 18,03 | 16,96 | 8,79 | 5,81 | 4,55 | 185,7 |
| 71 | 14,03 | 18,19 | 16,46 | 10,21 | 6,56 | 5,65 | 187,2 |
| 72 | 16,3 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 18,19 | 13,05 | 267,2 |
| 73 | 14,0 | 18,19 | 18,19 | 13,93 | 8,85 | 4,5+ | 204,1 |
| 74 | 13,82 | 18,19 | 18,19 | 17,78 | 10,42 | 8,5+ | 228,5 |
| 75 | 12,40 | 18,19 | 18,19 | 16,56+ | 8,93+ | 4,23+ | 206,4 |
| 76 | 16,5 + | 18,19+ | 18,19+ | 14,0+ | 8,0 + | 5,0+ | 213,0 |

(+) Valores estimados

TABLA 3.15

VOLUMENES SALIDAS MEDIDAS EN PERIODO OCTUBRE-MARZO
(millones m³)

| Año | Claro en Talca | Claro en Camarico | Central Lircay Talca | Canal San Rafael | Salida Medida |
|--------|-------------------|----------------------|----------------------------|---------------------|------------------|
| 59 -60 | 402,5 | 162,4 | 158,7 | 55,3 | 450,5 |
| 60 -61 | 662,2 | 155,2 | 149,0 | 55,3 | 707,7 |
| 61 -62 | 598,6 | 251,8 | 170,9 | 55,3 | 509,4 |
| 62 -63 | 277,4 | 134,2 | 129,8 | 55,3 | 324,7 |
| 63 -64 | 722,3 | 375,6 | 158,8 | 55,3 | 557,2 |
| 64 -65 | 303,8 | 134,8 | 165,4 | 55,3 | 386,1 |
| 65 -66 | 659,8 | 289,9 | 161,1 | 55,3 | 582,7 |
| 66 -67 | 658,7 | 196,7 | 201,9 | 55,3 | 715,6 |
| 67 -68 | 467,7 | 124,0 | 173,4 | 55,3 | 568,8 |
| 68 -69 | 249,6 | 31,0 | 136,6 | 55,3 | 386,2 |
| 69 -70 | 314,6 | 74,9 | 148,1 | 55,3 | 439,5 |
| 70 -71 | 407,8 | 114,1 | 168,1 | 55,3 | 513,5 |
| 71 -72 | 489,8 | 91,9 | 140,1 | 55,3 | 589,7 |
| 72 -73 | | | | | |
| 73 -74 | | | | | |
| 74 -75 | 633,2 | 119,7 | 9,0 | 55,3 | 574,2 |
| 75 -76 | 590,1 | 126,8 | 0,0 | 55,3 | 515,0 |

TABLA 3.16

ENTRADAS AL SISTEMA EN VOLUMENES (millones m³)

| Año | P{ Feb. Oct. | P{ Sep. May. | Canal Maule Norte | Canales Río Lontué |
|---------|--------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|
| 1959-60 | 325,6 | 1 792,1 | 373,0 | 170,6 |
| 1960-61 | 250,3 | 1 237,8 | 373,1 | 151,4 |
| 1961-62 | 55,4 | 2 035,4 | 376,2 | 201,1 |
| 1962-63 | 41,8 | 737,8 | 478,0 | 127,3 |
| 1963-64 | 310,4 | 2 012,9 | 361,2 | 210,8 |
| 1964-65 | 317,7 | 809,4 | 303,4 | 149,2 |
| 1965-66 | 96,5 | 2 360,3 | 399,1 | 203,7 |
| 1966-67 | 272,1 | 1 781,3 | 456,3 | 176,7 |
| 1967-68 | 158,2 | 1 189,7 | 480,6 | 144,3 |
| 1968-69 | 186,7 | 539,5 | 462,9 | 61,8 |
| 1969-70 | 113,9 | 1 474,4 | 490,0 | 159,5 |
| 1970-71 | 47,5 | 1 385,8 | 512,7 | 148,6 |
| 1971-72 | 204,1 | 1 533,0 | 522,2 | 149,8 |
| 1972-73 | | | | |
| 1973-74 | | | | |
| 1974-75 | 142,4 | 1 858,2 | 558,8 | 182,8 |
| 1975-76 | 82,3 | 1 395,3 | 617,9 | 165,1 |

3.5.3.2. Análisis de la relación.

Con los antecedentes ya enumerados se realizaron varios ajustes gráficos de los coeficientes de las variables de entrada al sistema. Se usó un sólo coeficiente para afectar a las entradas por canales, tanto del río Lontué como del Río Maule, variándolo entre 0,30 y 0,50. El coeficiente de la precipitación anterior (Mayo-Septiembre) se hizo variar entre 0,05 y 0,15, mientras el coeficiente de la precipitación de temporada se consideró que debía ser similar al coeficiente que afecta las entradas por canales.

Además se hicieron ajustes analíticos por el método de mínimos cuadrados, pero cuidando de analizar el significado físico de los coeficientes de cada variable.

Se intentó separar la precipitación de la temporada octubre-febrero en una precipitación caída en la zona alta y una precipitación caída en la zona baja (de riego). Finalmente se descartó esta idea por la poca influencia que tiene esta variable en la entrada al sistema. También se intentó dar a la precipitación una influencia no lineal, obteniéndose valores con mucha dispersión a la relación buscada.

Finalmente se adoptó una relación del tipo:

$$I_s = 0,45 (\text{Maule Norte} + \text{Lontué}) + 0,40 P_{\text{oct.}} + 0,10 P_{\text{may}}$$

Esta relación aparece en la figura 3.10 y tiene un coeficiente de correlación de $r = 0,73$ en torno a la recta a 45° .

Se eligió esta relación porque los años con escasos recursos de agua, tales como los años 1962-63, 1964-65 y 1968-69 se ubican bien en torno a la recta de relación. Esto es importante ya que se tienen menos errores al evaluar los años con escasos recursos que son los años conflictivos. Es conveniente mencionar que los años 1960-61 y 1966-67 no se incluyeron en la relación ya que se alejaban mucho de la recta de relación. Esto sucedió en forma sistemática con todas las relaciones que se intentaron. Además, en el año 1966-67 hubo de estimarse todos los aportes desde el Río Lontué por no disponerse de datos de caudal en dicho río tal como aparece en la tabla 3.14.

En la tabla 3.17 aparecen las dispersiones de los puntos de la relación en porcentaje del valor estimado para los años usados en la relación.

Es conveniente mencionar que en un modelo básico en el cual se está ajustando un índice de salida como función de las entradas al sistema, la suma de los coeficientes que afectan a cada variable del índice debe ser igual a 1. En nuestro caso la suma de los coeficientes es igual a 0,95. Esta diferencia se explica ya que la información para evaluar las variables de entrada era escasa,

La precipitación sobre la zona hubo de estimarse según la precipitación de Talca afectada de coeficientes obtenidos de un trazado de isoyetas. No se tenían medidas de caudales conducidos desde el Río Lontué y hubie

CORRELACION DEFINITIVA ADOPTADA PARA EVALUAR RECURSOS EN EL SISTEMA PROPUESTO

fig. 3-10

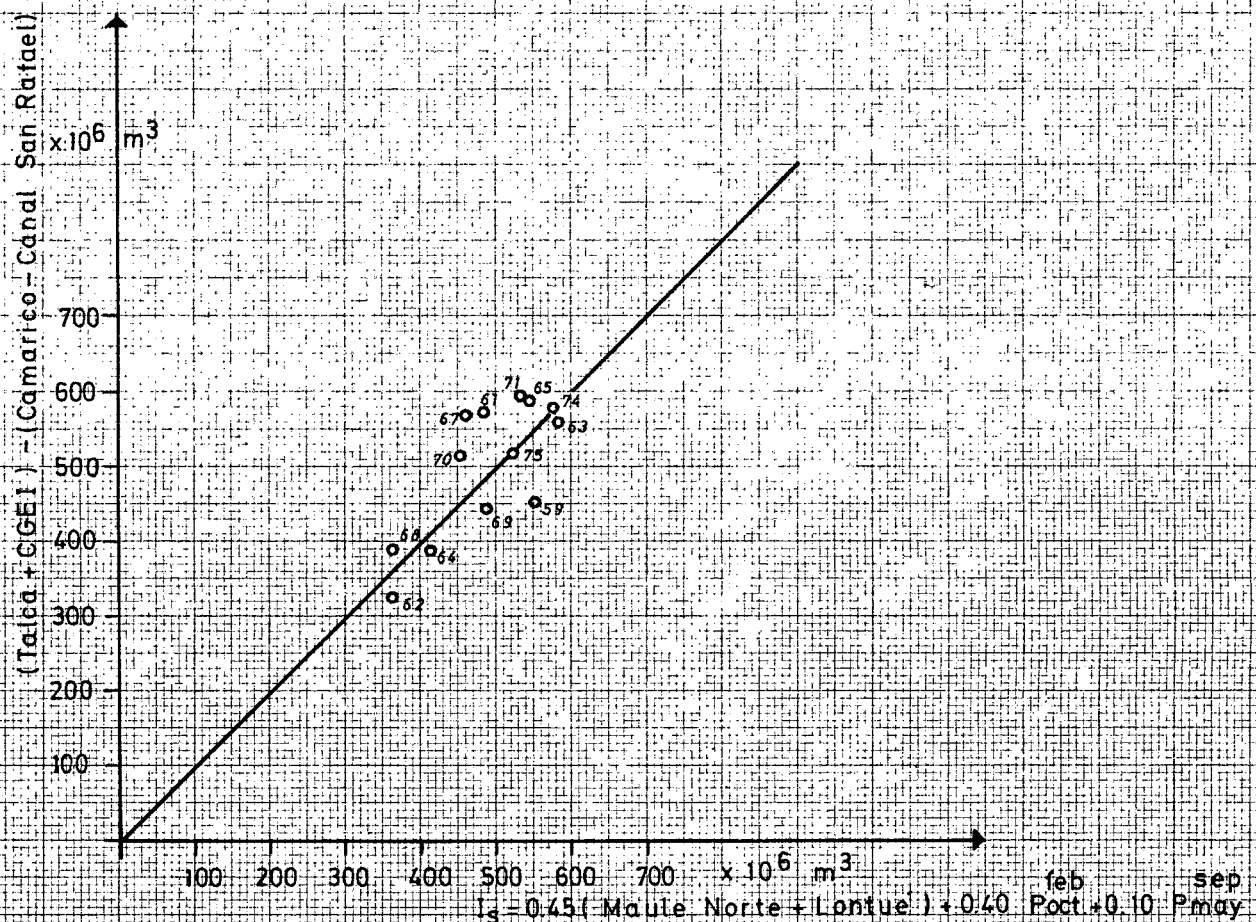


TABLA 3.17

DISPERSION DE LOS PUNTOS DE LA RELACION

| Año | 1 Valor Estimado | 2 Salida medida | 1-2 | % |
|---------|------------------------|-----------------------|--------|-------|
| 1959-60 | 554,0 | 450,5 | 103,5 | 18,7 |
| 1960-61 | | | | |
| 1961-62 | 485,4 | 569,4 | -84,0 | -17,3 |
| 1962-63 | 362,9 | 324,7 | 38,2 | 10,5 |
| 1963-64 | 582,9 | 557,2 | 25,7 | 4,4 |
| 1964-65 | 411,7 | 386,1 | 25,6 | 6,2 |
| 1965-66 | 545,6 | 582,7 | -37,1 | -6,8 |
| 1966-67 | | | | |
| 1967-68 | 463,5 | 568,8 | -105,3 | -22,7 |
| 1968-69 | 364,7 | 386,2 | -21,5 | -5,9 |
| 1969-70 | 485,3 | 439,5 | 45,8 | 9,4 |
| 1970-71 | 455,2 | 513,5 | -58,3 | -12,8 |
| 1971-72 | 537,3 | 589,7 | -52,4 | -9,8 |
| 1972-73 | | | | |
| 1973-74 | | | | |
| 1974-75 | 576,5 | 574,2 | 2,3 | 0,4 |
| 1975-76 | 524,8 | 515,0 | 8,3 | 1,9 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| error máximo positivo | 18,7 |
| error máximo negativo | -22,7 |
| error promedio | \pm 9,8 |

TABLA 3.18

ESTADISTICA SINTETIZADA TEMPORADA OCTUBRE -MARZO
 Volumen escurrido = 0,45 (MN + Lontué) + 0,40 P^{Feb.} Oct + 0,1 P^{Sept.} May

| Año | 0,45(MN) | 0,40 P ^{Feb.} Oct. | 0,1 P ^{Sept.} Mayo | 0,45 Lontué | Salida estimada | Salida medida |
|-----------|----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------------|------------------|
| 1942 - 43 | -- | 113,9 | 206,9 | 74,8 | -- | |
| 1943 - 44 | 172,0 | 26,6 | 177,5 | 66,9 | 443,0 | |
| 1944 - 45 | 163,7 | 199,1 | 174,6 | 90,5 | 627,9 | |
| 1945 - 46 | 147,0 | 83,6 | 93,6 | 67,5 | 391,7 | |
| 1946 - 47 | 144,5 | 62,5 | 104,4 | 47,4 | 358,8 | |
| 1947 - 48 | 128,9 | 48,7 | 153,4 | 55,4 | 386,4 | |
| 1948 - 49 | 118,4 | 61,0 | 166,6 | 76,4 | 422,4 | |
| 1949 - 50 | 156,5 | 45,8 | 168,2 | 50,7 | 421,2 | |
| 1950 - 51 | 122,1 | 166,9 | 162,8 | 82,7 | 534,5 | |
| 1951 - 52 | 127,8 | 40,1 | 266,8 | 80,4 | 515,1 | |
| 1952 - 53 | 147,8 | 93,2 | 161,5 | 65,6 | 468,1 | |
| 1953 - 54 | 135,9 | 75,6 | 256,8 | 96,2 | 564,5 | |
| 1954 - 55 | 173,7 | 42,9 | 174,3 | 70,8 | 461,7 | |
| 1955 - 56 | -- | 90,8 | 117,5 | 66,1 | -- | |
| 1956 - 57 | -- | 55,3 | 141,6 | 70,4 | -- | |
| 1957 - 58 | 187,0 | 48,5 | 142,9 | 64,8 | 443,2 | |
| 1958 - 59 | 156,1 | 145,0 | 174,6 | 82,6 | 558,3 | |
| 1959 - 60 | 167,9 | 130,2 | 179,2 | 76,8 | | 450,5 |
| 1960 - 61 | 167,9 | 100,1 | 123,8 | 68,1 | 459,9 | |
| 1961 - 62 | 169,3 | 22,2 | 203,5 | 90,5 | | 569,4 |
| 1962 - 63 | 215,1 | 15,7 | 73,8 | 57,3 | | 324,7 |
| 1963 - 64 | 162,5 | 124,2 | 201,3 | 94,9 | | 557,2 |
| 1964 - 65 | 136,5 | 127,1 | 80,9 | 67,1 | | 386,1 |
| 1965 - 66 | 179,6 | 38,6 | 236,0 | 91,7 | | 582,7 |
| 1966 - 67 | 205,3 | 108,8 | 178,1 | 79,5 | 571,7 | |
| 1967 - 68 | 216,3 | 63,3 | 119,0 | 64,9 | | 568,8 |
| 1968 - 69 | 208,3 | 74,7 | 54,0 | 27,8 | | 386,2 |
| 1969 - 70 | 220,5 | 45,6 | 147,4 | 71,8 | | 439,5 |
| 1970 - 71 | 230,7 | 19,0 | 138,6 | 66,9 | | 513,5 |
| 1971 - 72 | 235,0 | 81,6 | 153,3 | 67,4 | | 589,7 |
| 1972 - 73 | 215,8 | 92,4 | 330,6 | 96,2 | 735,0 | |
| 1973 - 74 | 230,8 | 102,5 | 130,8 | 73,5 | 537,6 | |
| 1974 - 75 | 251,5 | 57,0 | 185,8 | 82,3 | | 574,2 |
| 1975 - 76 | 278,1 | 32,9 | 139,5 | 92,9 | | 515,0 |
| 1976 - 77 | 279,6 | 200,6 | 91,1 | 76,7 | 648,0 | |

Nota: En los años 1955 -56 y 1956-57 no se disponía de antecedentes en el Canal Maule Norte en B.T.

ron de estimarse según necesidades de riego sobre una cierta zona. Además no pudieron evaluarse las eventuales entradas al sistema provenientes del Río Claro. A pesar de las evaluaciones indirectas de las variables de entrada, se obtuvo un coeficiente de 0,95, cercano a 1, lo que indica que en el índice de salida se consideraron prácticamente todas las fuentes de recursos de entrada al sistema.

3.5.3.3. Resultados obtenidos

a) Estadística de salida sintetizada total del sistema.

En la tabla 3.18 aparece la estadística sintetizada como salida del sistema según la relación definida en 3.5.3.2 y los valores de cada una de las variables afectadas por los coeficientes respectivos.

La estadística de salida sólo se sintetizó para aquellos años en que no se disponía de valores medidos. Los años 1960-61 y 1966-67 también se sintetizaron ya que no se usaron los valores medidos según se explicó en 3.5.3.2.

b) Estadística sintetizada total en los puntos de interés.

La estadística sintetizada en el punto a) corresponde a la salida de todo el sistema esquematizado en la figura 3.9. Fue necesario disminuir estos valores considerando que los volúmenes aportantes por la hoya intermedia del Río Claro entre las estaciones fluviométricas de Camarico y Talca no pueden ser captados para conducirlos hacia el Valle de Pencahue. Esta disminución se hizo considerando las corridas de aforo que se realizaron para el período comprendido entre Noviembre de 1976 y Marzo de 1977 y que aparecen en el Anexo IV.

Para ello se tomaron los aforos efectuados en el Río Lircay en Panamericana y en los Esteros Pangue y Chilcas en desembocadura y se consideraron como representativos del caudal mensual escurrido por cada uno de ellos respectivamente. En la tabla 3.19 aparecen estos valores.

TABLA 3.19

| Aforos realizados en temporada Noviembre 1976-Marzo 1977. | | | | | | |
|--|---------------------|-------------|--------------------|-------|-------|-------|
| | m ³ /seg | | | | | |
| | Oct. (1) | Nov. (2) | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
| Río Lircay en Panamericana | 32,0 | 25,0 | 17,22 | 10,61 | 9,50 | 15,76 |
| Estero Pangue en Desembocadura | 8,0 | 6,04 | 5,2 ⁽²⁾ | 4,36 | 7,32 | 7,36 |
| Estero Chilcas en Desembocadura | 11,0 | 7,81 | 6,2 | 5,10 | 5,87 | 5,70 |
| Total: | 51,0 | 38,85 | 28,62 | 20,07 | 22,69 | 28,82 |
| Volumen total escurrido 499,8 mill m ³ | | | | | | |
| Volumen sintetizado (Tabla 3.18) 648,0 mill m ³ | | | | | | |

Nota: (1) : Valores estimados
(2) : Valores estimados por interpretación

De acuerdo a la tabla 3.19 el volumen escurrido en los puntos de interés es un 77,1% del volumen escurrido a la salida del sistema. Considerando que no se disponía de aforos en el mes de octubre de 1976 y que podrían ser aún mayores a los estimados ya que la precipitación en Talca para septiembre-octubre es la más alta en la estadística registrada en la estación (151,5 mm), se adoptó en definitiva una reducción de un 20% para los volúmenes sintetizados como salida del sistema.

- c) Distribución de la estadística sintetizada para cada una de las cuencas.

La estadística total sintetizada en los puntos de interés, tomando como base los aforos del período noviembre 1976-marzo 1977, se distribuyó en forma proporcional al volumen escurrido en cada cuenca.

En la tabla 3.20 aparece el volumen total escurrido en cada cuenca y los porcentajes correspondientes.

TABLA 3. 20

Volumen escurrido en cada cuenca (oct. 76-nov. 77)
(calculado según los aforos de la temporada.)

| | Volumen escurrido mill m ³ | Porcentaje % |
|---------------------------------|--|-----------------|
| Lircay en Panamericana | 209,3 | 58,1 |
| Estero Pangue en Desembocadura | 100,1 | 20 |
| Estero Chilcas en Desembocadura | 109,4 | 21,9 |
| Total | 499,8 | 100 |

En la tabla 3. 21 aparece la estadística de volúmenes escurridos para la temporada octubre-marzo en cada una de las cuencas. Los valores de la columna total de esta tabla, son los totales de la tabla 4.9 disminuídos en un 20%, conforme a lo explicado en el acápite b).

- d) Distribución mensual de los volúmenes de la temporada octubre-marzo para cada cuenca.

- i) Río Lircay en la Higuera. La distribución mensual se hizo en forma porcentual según los valores obtenidos en las corridas de aforos. En la tabla 3.22 aparecen los aforos realizados en la temporada nov. 76 -marz.77 en el Río Lircay en Panamericana (columna 1), los volúmenes mensuales escurridos (columna 2), los porcentajes de cada mes con respecto al total (columna 3) y los porcentajes adoptados (columna 4).

TABLA 3.21

Estadística de volúmenes escurridos en cada cuenca en mill m³

| Año | Lincoyen Panameri- cana | Pangue en De- semboc. | Chilcas en De- semboc. | Total |
|-----------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------|
| 1942 - 43 | -- | -- | -- | -- |
| 43 - 44 | 205,9 | 70,9 | 77,6 | 354,4 |
| 44 - 45 | 291,8 | 100,5 | 110,0 | 502,3 |
| 45 - 46 | 182,1 | 62,7 | 68,6 | 313,4 |
| 46 - 47 | 166,8 | 57,4 | 62,9 | 287,0 |
| 47 - 48 | 179,6 | 61,8 | 67,7 | 309,1 |
| 48 - 49 | 196,3 | 67,6 | 74,0 | 337,9 |
| 49 - 50 | 195,8 | 67,4 | 73,8 | 337,0 |
| 50 - 51 | 248,4 | 85,5 | 93,6 | 427,6 |
| 51 - 52 | 239,4 | 82,4 | 90,2 | 412,1 |
| 52 - 53 | 217,6 | 74,9 | 82,0 | 374,5 |
| 53 - 54 | 262,4 | 90,3 | 98,9 | 451,6 |
| 54 - 55 | 214,6 | 73,9 | 80,9 | 369,4 |
| 55 - 56 | -- | -- | -- | -- |
| 56 - 57 | -- | -- | -- | -- |
| 57 - 58 | 206,0 | 70,9 | 77,6 | 354,6 |
| 58 - 59 | 259,5 | 89,3 | 97,8 | 446,6 |
| 59 - 60 | 209,4 | 72,1 | 78,9 | 360,4 |
| 60 - 61 | 213,8 | 73,6 | 80,6 | 367,9 |
| 61 - 62 | 264,7 | 91,1 | 99,8 | 455,5 |
| 62 - 63 | 150,9 | 52,0 | 56,9 | 259,8 |
| 63 - 64 | 259,0 | 89,2 | 97,6 | 445,8 |
| 64 - 65 | 179,5 | 61,8 | 67,6 | 308,9 |
| 65 - 66 | 270,8 | 93,2 | 102,1 | 466,2 |
| 66 - 67 | 265,7 | 91,5 | 100,2 | 457,4 |
| 67 - 68 | 264,7 | 91,0 | 99,7 | 455,0 |
| 68 - 69 | 179,5 | 61,8 | 67,7 | 309,0 |
| 69 - 70 | 204,3 | 70,3 | 77,0 | 351,6 |
| 70 - 71 | 238,7 | 82,2 | 90,0 | 410,8 |
| 71 - 72 | 274,1 | 94,4 | 103,3 | 471,8 |
| 72 - 73 | 341,6 | 117,6 | 128,8 | 588,0 |
| 73 - 74 | 249,9 | 86,0 | 94,2 | 430,1 |
| 74 - 75 | 266,9 | 91,9 | 100,6 | 459,4 |
| 75 - 76 | 239,4 | 82,4 | 90,2 | 412,0 |
| 76 - 77 | 301,2 | 103,7 | 113,5 | 518,4 |

TABLA 3.22

| | Columna 1 Lircay en Panameric. m ³ /seg | Columna 2 Volúmenes mensuales mill m ³ | Columna 3 % mensual | Columna 4 % mensual adoptado |
|---------|---|--|------------------------|------------------------------------|
| Octubre | 32,0 (2) | 85,7 | 29,5 | 23,0 |
| Noviem. | 25,0 (2) | 64,8 | 22,3 | 20,0 |
| Diciem. | 17,22 | 46,1 | 15,9 | 17,0 |
| Enero | 10,61 | 28,4 | 9,8 | 12,5 |
| Febrero | 9,50 | 23,0 | 7,9 | 10,5 |
| Marzo | 15,76 | 42,2 | 14,6 | 17,0 |

Total: 290,2
(2) Valores estimados

Para adoptar los valores de la columna 4, se procedió como sigue: se disminuyó el porcentaje del mes de octubre ya que la precipitación de septiembre-octubre de 1976 es la más alta en la estadística de Talca constituyendo una situación extrema. Se aumentaron los porcentajes de enero y febrero de modo que los caudales escurridos en dichos meses fueran iguales o mayores que los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca (Anexo II, Tabla II.9) que representan los mínimos históricos escurridos por el Río Lircay.

En la tabla 3.23 aparecen los caudales sintetizados en el Río Lircay para la temporada octubre-marzo. Se consideró como límite inferior el caudal generado por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca más un 5%.

ii) Estero Pangué y Estero Las Chilcas.

Para estos esteros se consideró la distribución mensual dada por las corridas de aforo que aparecen en la tabla 3.19.

Los porcentajes de distribución mensual aparecen en la tabla 3.24.

TABLA 3.24

Distribución mensual del volumen escurrido Temporada
Octubre-Marzo

| | (en tanto por ciento) | | | | | |
|-------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
| Est. Pangué | 21,3 | 15,7 | 13,9 | 11,7 | 17,7 | 19,7 |
| Est. Las Chilcas. | 26,9 | 18,4 | 15,2 | 12,5 | 13,0 | 14,0 |

En las tablas 3.25 y 3.26 aparecen caudales disponibles en el Estero Pangué y el Estero Las Chilcas en desembocadura respectivamente.

e) Curvas de Variación Estacional.

Se trazaron las curvas de variación estacional para el período Octubre-Marzo.

- i) Río Lircay en la Higuera. En la figura 3.11 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparece en la tabla 3.23.

En la figura 3.12 aparecen graficados los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca para el período 1950-1975 y los caudales disponibles en el Río Lircay en la Higuera sintetizados para los meses de octubre a marzo.

Tal como se dijo anteriormente, los caudales generados por la Central Hidroeléctrica Lircay-Talca constituyeron los caudales mínimos disponibles históricamente en el Río Lircay.

- ii) Estero Pangué en Desembocadura. En la figura 3.13 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparece en la tabla 3.25.
- iii) Estero Las Chilcas en Desembocadura. En la figura 3.14 aparecen las curvas de variación estacional para un 90, 85, 70, 50 y 20% de probabilidad de excedencia. Estas curvas se obtuvieron de la estadística sintetizada que aparecen en la tabla 3.26.

TABLA 3.8

Recursos disponibles Río Claro en Itahue
(m³ / seg)

| Año | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Sept. | Octub. | Nov . | Dic. | Enero | Febr. | Marzo |
|---------|-------|------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|------|-------|-------|-------|
| 1942-43 | 9,0 | 19,6 | 29,1 | 24,7 | 87,6 | 27,0 | 27,3 | 29,5 | 16,3 | | | |
| 43 | | | | | | | | | | | | |
| 44 | | | | | | | | | | | | |
| 45 | | | | | | | | | | | | |
| 46 | | | | | | | | | | | | |
| 47 | | | | | 15,3 | 17,8 | 18,9 | 10,3 | 0,23 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 48 | 3,22 | 10,1 | 15,4 | 66,3 | 23,8 | 35,0 | 24,3 | 17,6 | 6,2 | 1,24 | 0,72 | 4,01 |
| 49 | 2,39 | 46,6 | 53,0 | 16,7 | 13,9 | 9,1 | 4,49 | 2,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50 | 9,3 | 44,0 | 32,2 | 15,6 | 34,6 | 44,1 | 20,0 | 22,5 | 10,1 | 2,18 | 1,71 | 2,99 |
| 51 | 3,09 | 7,59 | 55,1 | 74,7 | 32,8 | 36,3 | 18,8 | 13,3 | 14,3 | 3,45 | 2,23 | 2,05 |
| 52 | 4,07 | 29,5 | 31,7 | | 15,9 | 17,9 | 12,3 | 5,1 | 2,82 | 1,22 | 0,0 | 0,0 |
| 53 | 0,71 | 32,0 | 18,1 | 41,5 | 102,0 | 105,9 | 37,9 | 29,6 | 21,2 | 8,3 | 4,53 | 3,81 |
| 54 | 9,2 | 9,95 | 43,1 | 43,9 | 28,9 | 24,0 | 9,3 | 10,4 | 4,94 | 0,01 | 0,0 | 0,0 |
| 55 | 1,38 | 7,24 | 42,2 | 19,1 | 22,9 | 28,5 | 9,3 | 6,6* | 3,76 | 1,83 | 0,63 | 1,34 |
| 56 | 2,76 | 9,29 | 8,08 | 16,2 | | | 19,4 | | 4,88 | 2,38 | 1,91 | 0,0 |
| 57 | 0,58 | | 16,7 | | | | 12,0 | 13,5 | 5,79 | 0,0 | 0,0 | |
| 58 | | | | | 53,9 | 31,4 | | 16,7 | 2,79 | 5,75 | 2,73 | 2,68 |
| 59 | 41,2 | 32,4 | 39,0 | 61,8 | 39,2 | 48,3 | 15,1 | 12,5 | 3,78 | 3,63 | 3,10 | 3,34 |
| 60 | 4,27 | 5,25 | 19,1 | 22,6 | 19,2 | 18,0 | 15,2 | 10,2 | 3,52 | 1,24 | 0,0 | 9,50 |
| 61 | 3,15 | 3,23 | 14,0 | 30,1 | 29,0 | 82,4 | 44,8 | 17,0 | 7,3 | 1,46 | 2,27 | 2,68 |
| 62 | 3,18 | 4,03 | 17,4 | 13,5 | 16,7 | 8,19 | 15,4 | 8,8 | 4,73 | 0,33 | 0,0 | 1,95 |
| 63 | 3,44 | 5,49 | 8,82 | 44,9 | 22,3 | 61,1 | 36,0 | 46,4 | 22,4 | 7,8 | 3,71 | 6,52 |
| 64 | 6,06 | 6,61 | 11,4 | 16,7 | 20,3 | 19,0 | 7,7 | 6,9 | 14,4 | 1,17 | 0,70 | 0,48 |
| 65 | 10,9 | 46,5 | 37,7 | 98,1 | 108,0 | 29,1 | 30,9 | 21,2 | 16,3 | 7,7 | 6,82 | 7,40 |
| 66 | 11,3 | 13,6 | 73,8 | 59,4 | 30,7 | 28,6 | 12,5 | 14,9 | 17,5 | 3,82 | 2,46 | 3,71 |
| 67 | 3,84 | 8,0 | 10,2 | 12,6 | 12,3 | 14,0 | 14,8 | 9,5 | 3,95 | 0,01 | 0,0 | 0,0 |
| 68 | 1,49 | 3,42 | 3,15 | 2,64 | 3,85 | 3,0 | 0,48 | 0,0 | 0,0 | 0,0* | 0,0 | 0,0 |
| 69 | 0,86 | 11,3 | 56,0 | 27,9 | 26,8 | 12,7 | 0,77 | 4,9 | 2,68 | 0,25 | 0,0 | 0,33 |
| 70 | 1,35 | 5,3 | 15,9 | 29,7 | 21,5 | 15,0 | 10,1* | 7,2 | 2,23 | 0,11 | 0,0 | 0,0 |
| 71 | 1,6 | 10,4 | 36,4 | 35,8 | 31,0 | 17,5 | 9,4 | 4,23 | 2,41 | 0,0 | 0,0 | 1,05 |
| 72 | 2,98 | 88,9 | | | | | | | | 1,24 | 1,76 | 3,5 |
| 73 | 3,79 | 10,5 | 15,1 | 40,6 | 24,0 | | 14,4 | 7,8 | 3,16 | 9,19 | 0,22 | 1,38 |
| 74 | 2,9 | 30,5 | 52,1 | | | 18,7 | 9,2 | 7,6 | 3,99 | 2,73 | 0,19 | 2,0 |
| 75 | 7,25 | 16,3 | 21,5 | 53,9 | 28,2 | 18,6 | 7,4 | 13,0 | 4,98 | 0,96 | 0,89 | 1,35 |

Nota:

* Valores interpretados

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

Rio Lircay en La Higuera

fig. 3-11

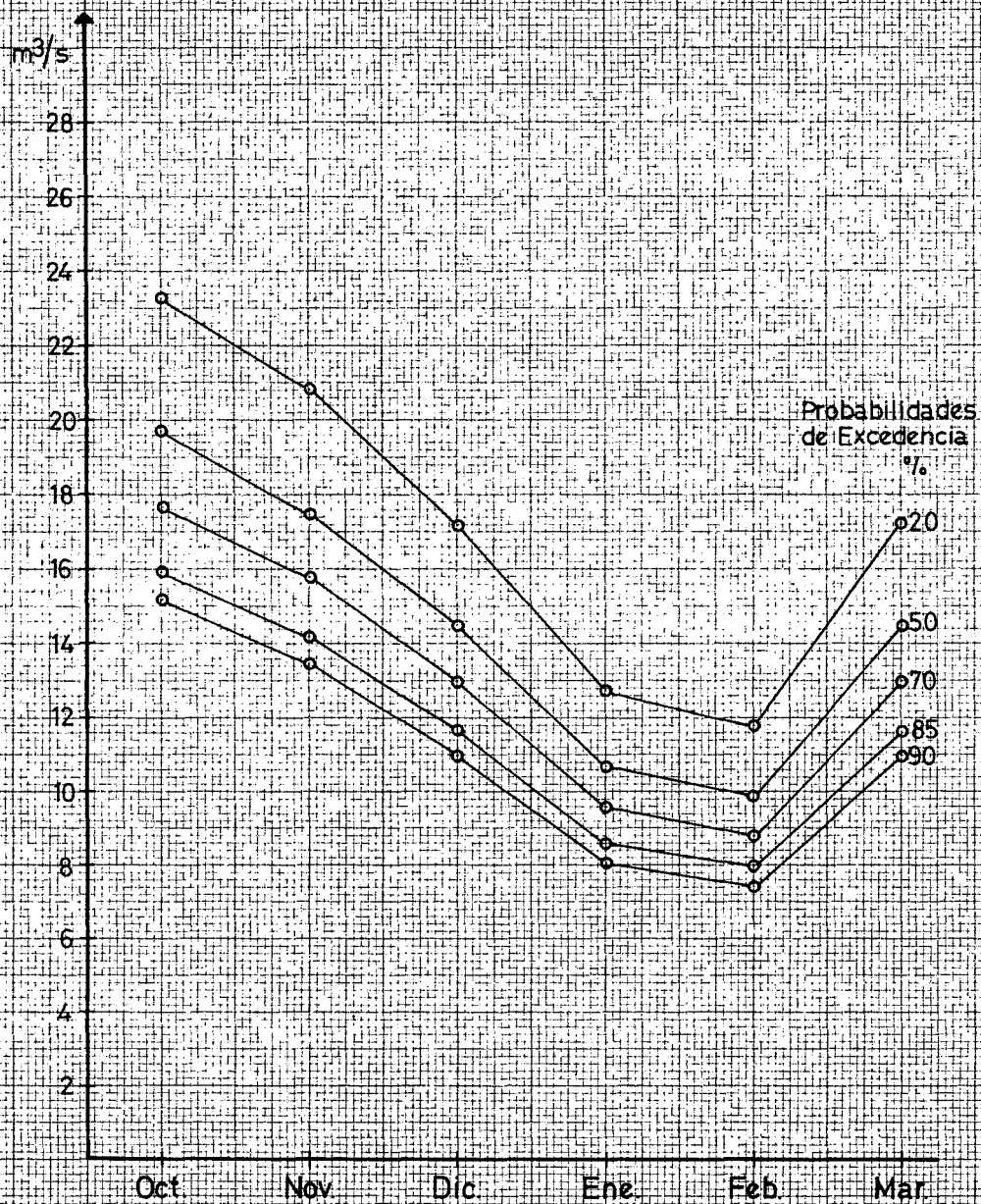


TABLA 3.23
RIO LIRCAY EN LA HIGUERA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/seg)

| Año | | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|------|---------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|------|
| 1942 | - 43 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 43 - 44 | 17,7 | 15,9 | 13,1 | 9,6 | 8,9 | 13,1 |
| | 44 - 45 | 25,1 | 22,5 | 18,5 | 13,6 | 12,7 | 18,5 |
| | 45 - 46 | 15,6 | 14,1 | 11,6 | 8,5 | 7,9 | 11,6 |
| | 46 - 47 | 14,3 | 12,9 | 10,6 | 7,8 | 7,2 | 10,6 |
| | 47 - 48 | 15,4 | 13,9 | 11,4 | 8,4 | 7,8 | 11,4 |
| | 48 - 49 | 16,9 | 15,1 | 12,5 | 9,2 | 8,5 | 12,5 |
| | 49 - 50 | 16,8 | 15,1 | 12,4 | 9,1 | 8,5 | 12,4 |
| | 50 - 51 | 21,3 | 19,2 | 15,8 | 11,6 | 10,8 | 15,8 |
| | 51 - 52 | 20,6 | 18,5 | 15,2 | 11,2 | 10,4 | 15,2 |
| | 52 - 53 | 18,7 | 16,8 | 13,8 | 10,2 | 9,4 | 13,8 |
| | 53 - 54 | 22,5 | 20,2 | 16,7 | 12,2 | 11,4 | 16,7 |
| | 54 - 55 | 18,4 | 16,6 | 13,6 | 10,0 | 9,3 | 13,6 |
| | 55 - 56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 56 - 57 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| | 57 - 58 | 17,7 | 15,9 | 13,1 | 9,6 | 8,9 | 13,1 |
| | 58 - 59 | 22,3 | 20,0 | 16,5 | 12,1 | 11,3 | 16,5 |
| | 59 - 60 | 18,0 | 16,2 | 13,3 | 9,8 | 9,1 | 13,3 |
| | 60 - 61 | 18,4 | 16,5 | 13,6 | 10,0 | 9,3 | 13,6 |
| | 61 - 62 | 22,7 | 20,4 | 16,8 | 12,4 | 11,5 | 16,8 |
| | 62 - 63 | 14,0 ^o | 12,3 ^o | 9,1 | 6,6 | 6,4 | 8,9 |
| | 63 - 64 | 22,2 | 20,0 | 16,4 | 12,1 | 11,2 | 16,4 |
| | 64 - 65 | 13,6 | 13,3 | 13,1 | 8,2 | 9,5 ^o | 10,6 |
| | 65 - 66 | 23,3 | 20,9 | 17,2 | 12,6 | 11,8 | 17,2 |
| | 66 - 67 | 22,1 | 19,8 | 16,2 | 13,4 ^o | 13,3 ^o | 16,2 |
| | 67 - 68 | 22,7 | 20,4 | 16,8 | 12,3 | 11,5 | 16,8 |
| | 68 - 69 | 15,4 | 13,8 | 11,3 | 8,5 ^o | 7,8 | 11,3 |
| | 69 - 70 | 17,5 | 15,8 | 12,9 | 9,7 ^o | 8,8 | 12,9 |
| | 70 - 71 | 20,5 | 18,4 | 15,2 | 11,1 | 10,4 | 15,2 |
| | 71 - 72 | 23,5 | 21,1 | 17,4 | 12,8 | 11,9 | 17,4 |
| | 72 - 73 | 29,3 | 26,4 | 21,7 | 15,9 | 14,8 | 21,7 |
| | 73 - 74 | 21,5 | 19,3 | 15,9 | 11,7 | 10,8 | 15,9 |
| | 74 - 75 | 22,9 | 20,6 | 16,9 | 12,5 | 11,6 | 16,9 |
| | 75 - 76 | 20,6 | 18,5 | 15,2 | 11,2 | 10,4 | 15,2 |
| | 76 - 77 | 25,9 | 23,2 | 19,1 | 14,1 | 13,1 | 19,1 |

(^o) Valores modificados considerando el límite inferior dado por la Central Hidroeléctrica - Talca.

TABLA 3.25

ESTERO PANGUE EN DESEMBOCADURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/seg)

| Año | | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|------|---------|------|------|------|------|------|------|
| 1942 | - 43 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 43 - 44 | 5,6 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 5,2 | 5,2 |
| | 44 - 45 | 8,0 | 6,1 | 5,2 | 4,4 | 7,4 | 7,4 |
| | 45 - 46 | 5,0 | 3,8 | 3,3 | 2,7 | 4,6 | 4,6 |
| | 46 - 47 | 4,6 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 4,2 | 4,2 |
| | 47 - 48 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| | 48 - 49 | 5,4 | 4,1 | 3,5 | 3,0 | 4,9 | 5,0 |
| | 49 - 50 | 5,4 | 4,1 | 3,5 | 2,9 | 4,9 | 5,0 |
| | 50 - 51 | 6,8 | 5,2 | 4,4 | 3,7 | 6,3 | 6,3 |
| | 51 - 52 | 6,6 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,1 |
| | 52 - 53 | 6,0 | 4,5 | 3,9 | 3,3 | 5,5 | 5,5 |
| | 53 - 54 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 3,9 | 6,6 | 6,6 |
| | 54 - 55 | 5,9 | 4,5 | 3,8 | 3,2 | 5,4 | 5,4 |
| | 55 - 56 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 56 - 57 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 57 - 58 | 5,6 | 4,3 | 3,7 | 3,1 | 5,2 | 5,2 |
| | 58 - 59 | 7,1 | 5,4 | 4,6 | 3,9 | 6,5 | 6,6 |
| | 59 - 60 | 5,7 | 4,4 | 3,7 | 3,1 | 5,3 | 5,3 |
| | 60 - 61 | 5,9 | 4,5 | 3,8 | 3,2 | 5,4 | 5,4 |
| | 61 - 62 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| | 62 - 63 | 4,1 | 3,1 | 2,7 | 2,3 | 3,8 | 3,8 |
| | 63 - 64 | 7,1 | 5,4 | 4,6 | 3,9 | 6,5 | 6,6 |
| | 64 - 65 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| | 65 - 66 | 7,4 | 5,6 | 4,8 | 4,1 | 6,8 | 6,9 |
| | 66 - 67 | 7,3 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| | 67 - 68 | 7,2 | 5,5 | 4,7 | 4,0 | 6,7 | 6,7 |
| | 68 - 69 | 4,9 | 3,7 | 3,2 | 2,7 | 4,5 | 4,5 |
| | 69 - 70 | 5,6 | 4,3 | 3,6 | 3,1 | 5,1 | 5,2 |
| | 70 - 71 | 6,5 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,0 |
| | 71 - 72 | 7,5 | 5,7 | 4,9 | 4,1 | 6,9 | 6,9 |
| | 72 - 73 | 9,4 | 7,1 | 6,1 | 5,1 | 8,6 | 8,6 |
| | 73 - 74 | 6,8 | 5,2 | 4,5 | 3,8 | 6,3 | 6,3 |
| | 74 - 75 | 7,3 | 5,6 | 4,8 | 4,0 | 6,7 | 6,8 |
| | 75 - 76 | 6,6 | 5,0 | 4,3 | 3,6 | 6,0 | 6,1 |
| | 76 - 77 | 8,2 | 6,3 | 5,4 | 4,5 | 7,6 | 7,6 |

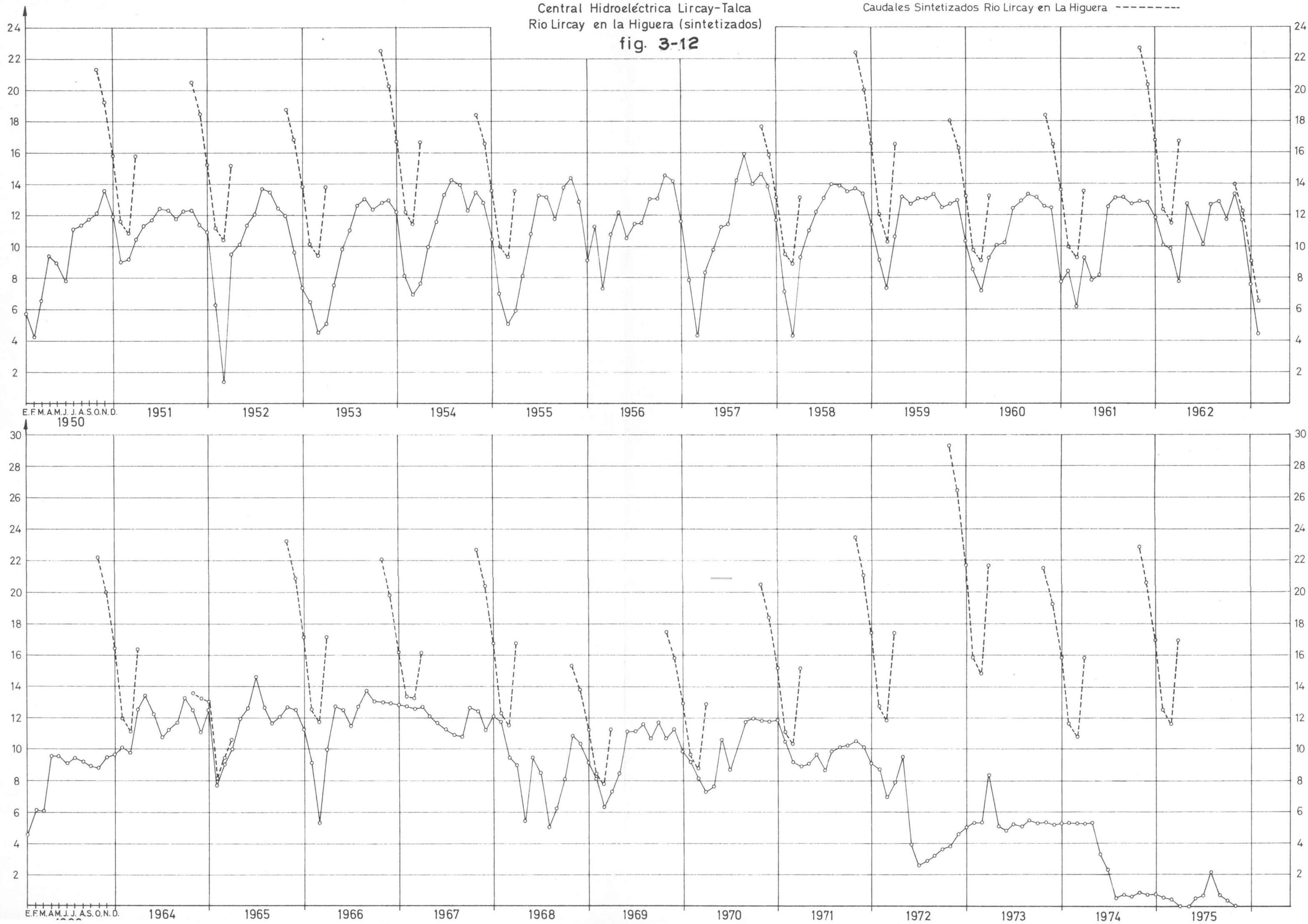
TABLA 3.26

ESTERO LAS CHILCAS EN DESEMBOCADURA
CAUDALES MEDIOS MENSUALES (m³/seg)

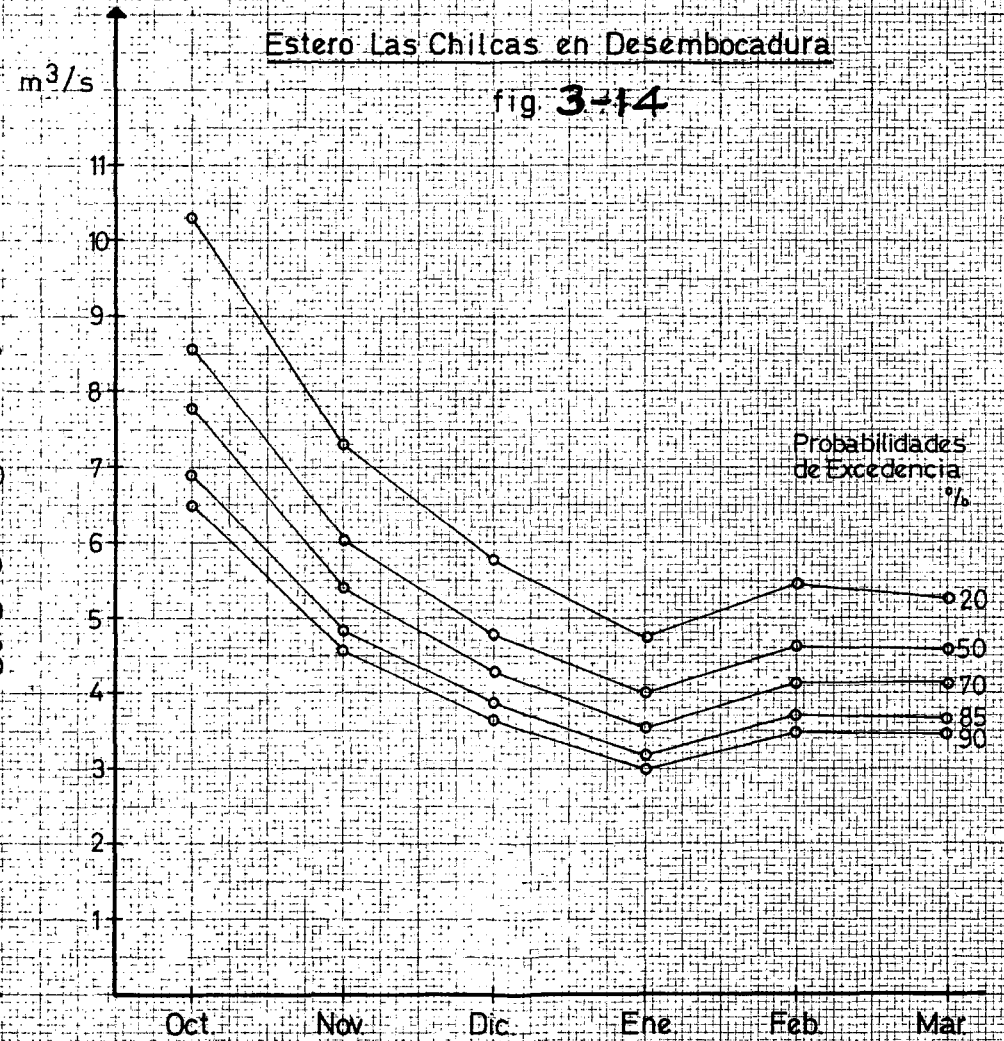
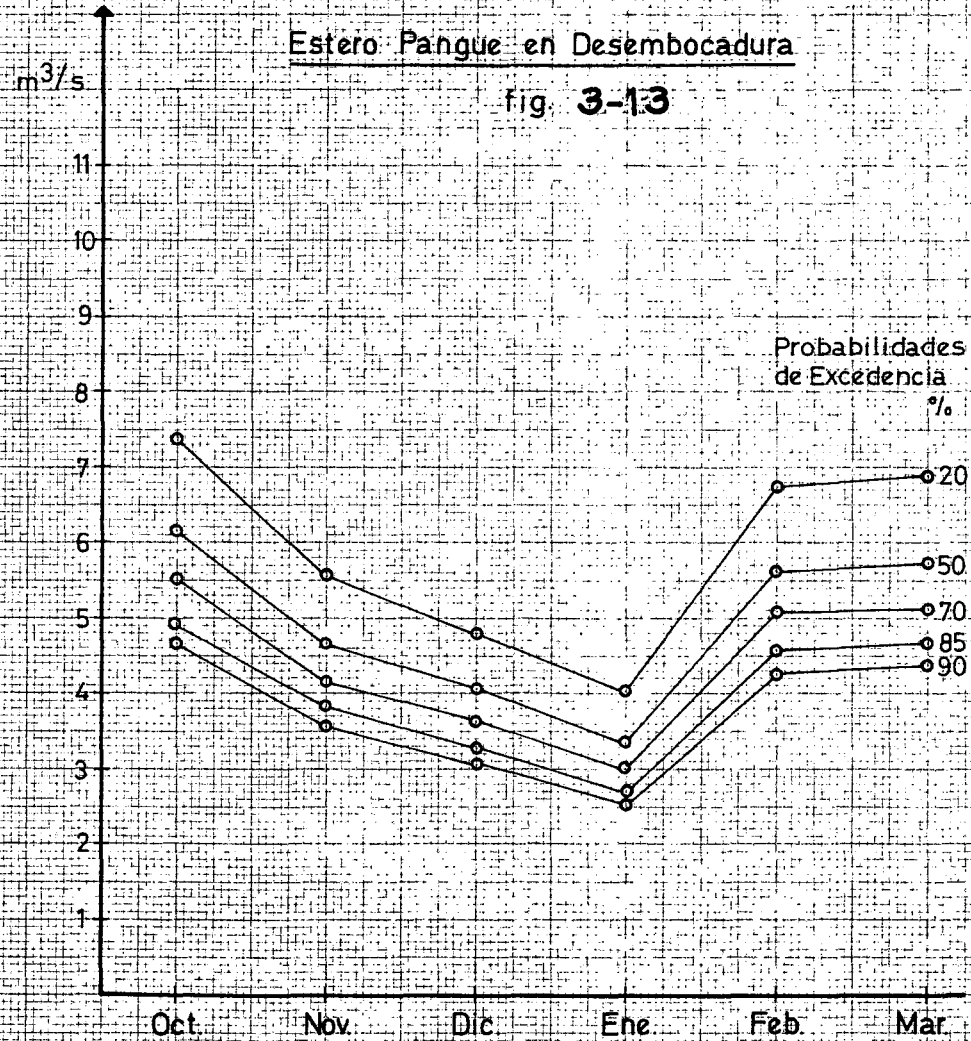
| Año | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| 1942 - 43 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 43 - 44 | 7,8 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 4,1 |
| 44 - 45 | 11,0 | 7,8 | 6,2 | 5,1 | 5,9 | 5,7 |
| 45 - 46 | 6,9 | 4,9 | 3,9 | 3,2 | 3,7 | 3,6 |
| 46 - 47 | 6,3 | 4,5 | 3,6 | 2,9 | 3,4 | 3,3 |
| 47 - 48 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 48 - 49 | 7,4 | 5,3 | 4,2 | 3,5 | 4,0 | 3,9 |
| 49 - 50 | 7,4 | 5,2 | 4,2 | 3,4 | 4,0 | 3,9 |
| 50 - 51 | 9,4 | 6,6 | 5,3 | 4,4 | 5,0 | 4,9 |
| 51 - 52 | 9,1 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 52 - 53 | 8,2 | 5,8 | 4,7 | 3,8 | 4,4 | 4,3 |
| 53 - 54 | 9,9 | 7,0 | 5,6 | 4,6 | 5,3 | 5,2 |
| 54 - 55 | 8,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 4,3 | 4,2 |
| 55 - 56 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 56 - 57 | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 57 - 58 | 7,8 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,2 | 4,1 |
| 58 - 59 | 9,8 | 6,9 | 5,6 | 4,6 | 5,3 | 5,1 |
| 59 - 60 | 7,9 | 5,6 | 4,5 | 3,7 | 4,2 | 4,1 |
| 60 - 61 | 8,1 | 5,7 | 4,6 | 3,8 | 4,3 | 4,2 |
| 61 - 62 | 10,0 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 62 - 63 | 5,7 | 4,0 | 3,2 | 2,7 | 3,1 | 3,0 |
| 63 - 64 | 9,8 | 6,9 | 5,5 | 4,6 | 5,2 | 5,1 |
| 64 - 65 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 65 - 66 | 10,3 | 7,2 | 5,8 | 4,8 | 5,5 | 5,3 |
| 66 - 67 | 10,1 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 67 - 68 | 10,0 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,2 |
| 68 - 69 | 6,8 | 4,8 | 3,8 | 3,2 | 3,6 | 3,5 |
| 69 - 70 | 7,7 | 5,5 | 4,4 | 3,6 | 4,1 | 4,0 |
| 70 - 71 | 9,0 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 71 - 72 | 10,4 | 7,3 | 5,9 | 4,8 | 5,6 | 5,4 |
| 72 - 73 | 12,9 | 9,1 | 7,3 | 6,0 | 6,9 | 6,7 |
| 73 - 74 | 9,5 | 6,7 | 5,3 | 4,4 | 5,1 | 4,9 |
| 74 - 75 | 10,1 | 7,1 | 5,7 | 4,7 | 5,4 | 5,3 |
| 75 - 76 | 9,1 | 6,4 | 5,1 | 4,2 | 4,8 | 4,7 |
| 76 - 77 | 11,4 | 8,1 | 6,4 | 5,3 | 6,1 | 5,9 |

HIDROGRAMA DE GASTOS MEDIOS MENSUALES
 Central Hidroeléctrica Lircay-Talca
 Rio Lircay en la Higuera (sintetizados)
 fig. 3-12

Caudales Generados Central Lircay- Talca —
 Caudales Sintetizados Rio Lircay en La Higuera - - -



CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL



4.1 Introducción

El estudio de crecidas tiene por objetivo estimar caudales máximos con distintas probabilidades de excedencia en algunos puntos de interés, con el objeto de diseñar diversas obras hidráulicas, tales como bocatomas, vertederos, túneles by-pass, o bien para cuantificar riesgos de inundaciones.

1) Valle de Pencahue

a) Esteros Litú y Tutucura. Para el diseño de vertederos de embalses y para ataguías y túnel by-pass, con períodos de retorno de 500 años y 10 años, respectivamente.

b) Estero Los Puercos. Para cuantificar riesgos de inundaciones con 2 y 5 años de período de retorno.

2) Río Lircay en La Higuera. Para el diseño de una bocatoma, con período de retorno de 20 años.

3) Esteros Pangue y Las Chilcas en Desembocadura. Para el diseño de bocatomas, con período de retorno de 20 años.

4) Río Claro

a) Río Claro en Itahue. Para el diseño de una bocatoma, con período de retorno de 20 años.

b) Río Claro antes junta con Lircay. Para el diseño del cruce de un sifón, con período de retorno de 20 años.

4.2 Valle de Pencahue. Estimación de crecidas

4.2.1 Métodos de estimación de crecidas. En vista de la carencia absoluta de informaciones fluviométricas en este Valle, se recurrió a métodos indirectos de estimación de crecidas. Se usaron los métodos hidrológicos que se describen a continuación:

a) Hidrograma Unitario Sintético. Se usaron 3 tipos de hidrogramas unitarios sintéticos:

a1) Hidrograma Unitario Sintético desarrollado por F.F. Snyder para cuencas ubicadas en los Montes Apalaches de EE.UU. Las relaciones empleadas son: (1)

$$t_p = C_t (L \cdot \bar{L})^{0.3} \quad (\text{horas})$$

$$q_p = \frac{275 C_p}{t_p} \quad (1/\text{seg}/\text{Km}^2/\text{mm})$$

$$t_r = \frac{p}{5,5} \quad (\text{horas})$$

en que:

L : longitud del cauce principal de la cuenca en Kms.

\bar{L} : distancia entre la sección de salida de la cuenca y su centro de gravedad en Kms.

(1) Espíldora B. y Brown E., Capítulo 7, Escorrentía Superficial. Elementos de Hidrología. Centro de Recursos Hidráulicos. U. de Chile 1975.

C_p y C_t : constantes que dependen de la región. Se consideraron iguales a 0,69 y 1,1, respectivamente para este estudio.

t_p : tiempo de desfase definido como el tiempo entre el centro de masa del histograma y el gasto máximo instantáneo del hidrograma.

q_p : gasto máximo instantáneo del hidrograma.

t_r : duración de la lluvia efectiva.

En caso que se consideren duraciones de lluvia efectiva mayores que t_r , el valor del tiempo de desfase debe modificarse de acuerdo a la siguiente expresión:

$$t'_p = t_p + \frac{t_R - t_r}{4} \quad (\text{horas})$$

en que:

t'_p : tiempo de desfase para duración de lluvia efectiva igual a t_R horas.

t_R : duración real de la precipitación efectiva.

a2) Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile (2). Este estudio determinó las constantes regionales del método de Snyder para Chile para las hoya de los ríos Rapel, Mataquito y Maule.

Las relaciones usadas son las siguientes:

$$t_p = 0,3 \left(\frac{L + \bar{L}}{s} \right)^{0,44} \quad (\text{horas})$$

$$q_p = 269 t_p^{-1,08} \quad (1/s/Km^2/mm)$$

en que:

L : longitud del cauce principal de la cuenca en Km.

\bar{L} : distancia entre la sección de salida de la cuenca y su centro de gravedad en Kms.

s : pendiente media de la cuenca calculada usando la fórmula de C. Mocomita.

t_p : tiempo de desfase

q_p : caudal máximo instantáneo del hidrograma.

a) La duración de la lluvia efectiva y su modificación, si es necesario, se hace de manera similar al método de Snyder.

a3) Hidrograma Unitario Sintético según el U.S.S.C.S. (3)
Las relaciones usadas para estimar el hidrograma unitario se desarrollan suponiendo una representación triangular del hidrograma, Estas son:

(2) Benítez A. y Rodríguez C. "Método para la Determinación de Hidrogramas Unitarios Sintéticos en Chile". Depto. Ingeniería Civil. ENDESA, Julio 1974.

(3) United States Department of the Interior, Bureau of Reclamation Design of Small Dams". 1965.

$$T_p = \frac{t_R}{2} + 0,6 t_c \quad (\text{horas})$$
$$q_p = \frac{484 A}{T_p} \quad (\text{pies}^3/\text{seg/pulgada})$$

en que:

- t_R : duración de la precipitación efectiva en horas.
- T_c : tiempo de concentración de la cuenca en horas.
- A : área afluyente al punto considerado en millas².
- T_p : tiempo transcurrido entre el comienzo de la crecida y el máximo del hidrograma.
- q_p : caudal máximo instantáneo del hidrograma.

b) Transposición de Hidrogramas Unitarios (1). Se desarrollan hidrogramas unitarios para una cuenca vecina con características similares tanto en el régimen de escorrentía y precipitación, como en condiciones geomorfológicas y meteorológicas. Con los hidrogramas unitarios desarrollados se obtiene un hidrograma promedio y se grafica en ordenadas el caudal específico y en abcisas el porcentaje del tiempo de desfase para la cuenca.

Los hidrogramas unitarios sintéticos descritos en los puntos a) y b) dan caudales máximos por unidad de precipitación efectiva. El valor de la precipitación para un cierto período de retorno se obtuvo del análisis de las precipitaciones máximas en 24 horas en la Estación Talca, realizado en el capítulo 2. En la tabla 4.1 se dan los valores de la precipitación máxima en 24 horas para distintos períodos de retorno y la intensidad correspondiente.

TABLA 4.1
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HRS. - TALCA

| Período de retorno (años) | Precip.máxima 24 horas (mm) | Intensidad (mm/hr) |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| 2 | 57,5 | 2,4 |
| 5 | 76,5 | 3,2 |
| 10 | 89,0 | 3,7 |
| 25 | 106,0 | 4,4 |
| 50 | 118,0 | 4,9 |
| 100 | 130,0 | 5,4 |
| 200 | 142,0 | 5,9 |
| 500 | 157,0 | 6,5 |
| 1000 | 169,0 | 7,0 |

Para estimar la intensidad para otras duraciones de lluvia, se usó la fórmula de Grunsky.

$$I_{\theta} = I_{24} \sqrt{\frac{24}{\theta}}$$

(1) Referencia citada en este capítulo

en que:

I_{θ} : intensidad de la lluvia para una precipitación de θ horas de duración.

I_{24} : intensidad de la lluvia para una precipitación de 24 horas.

La determinación de la precipitación efectiva para una precipitación dada se determinó a partir de las características de permeabilidad y humedad del suelo y de la cubierta vegetal en el momento de producirse la tormenta. (4)

c) Fórmulas empíricas. Se usó la fórmula racional

$$Q = 0,278 \, c \cdot A \cdot I \, (\text{m}^3/\text{seg})$$

en que:

c : coeficiente de escorrentía

A : área de la cuenca en (Km^2)

I : intensidad de la precipitación en (mm/hr) , de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca.

Para estimar el coeficiente de escorrentía (c), se usaron las tablas que aparecen en la referencia (1) conforme al conocimiento adquirido en terreno sobre las cuencas.

4.2.2 Métodos de estimación de tiempos de concentración de las cuencas. Se determinaron los tiempos de concentración de las cuencas mediante 2 fórmulas empíricas y 2 tablas de velocidades medias del flujo superficial, en función de la pendiente media del cauce principal (U.S. Navy - Technical Publication Navdock TP-PW-S, Tabla B B. Marzo 1953) y según la pendiente media del cauce principal y el tipo de vegetación (Texas Highway Department, Rational Design of Culverts and Bridges, Octubre 1946) (1).

Las fórmulas empíricas usadas fueron:

a) Fórmula de Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \sqrt{A} + 1,5 L}{0,8 \sqrt{H}} \quad (\text{horas})$$

en que:

A : superficie de la cuenca en Km^2

L : longitud del cauce principal en Km.

H : altura media de la cuenca sobre el punto estudiado en metros.

t_c : tiempo de concentración en horas.

Adicionalmente, se debe verificar que:

(4) U.S. Department of the Interior. Bureau of Reclamation Design of Small Dams". Appendix A Estimating Rainfall Runoff from Soil and Cover Data. 1965.

(1) Referencia citada en este capítulo.

$$\frac{L}{3,6} \geq t_c \geq \frac{L}{5,4}$$

b) Fórmula de "California Highways and Public Works.

$$t_c = 0,95 \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

en que:

L : longitud del cauce principal en Kms.

H : diferencia de elevación en metros entre el comienzo del cauce principal y el punto estudiado.

Las tablas usadas para estimar el tiempo de concentración aparecen en la referencia (1) de este capítulo.

4.2.3 Estimación de crecidas en el Estero Litú

a) Tiempos de concentración. Las características de la cuenca medidas de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son:

$$L = 8,75 \text{ Km.}$$

$$A = 40,8 \text{ Km}^2$$

$$H = 305 \text{ m.}$$

$$\Delta H = 390 \text{ m.}$$

pendiente media del cauce principal $i = 4,5\%$

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca, según los distintos métodos explicados en 4.2.2, aparecen en la tabla 4.2.

TABLA 4.2

TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO LITU

| | |
|--|----------|
| Fórmula de Giandotti | 2,4 hrs. |
| Fórmula California Highways and Public Works | 1,2 " |
| Tabla U.S. Navy | 2,0 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 3,2 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 2,0 hrs.

b) Estimación de crecidas. En el Estero Litú se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y c), para períodos de retorno de 10 y 500 años, necesarios para el diseño de las ataguías y túnel de desviación y del vertedero de evacuación de crecidas del Embalse Litú, respectivamente.

Las características de la cuenca son las siguientes:

| | |
|--|-----------------------------|
| - longitud del cauce principal | L = 8,75 Km. |
| - distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida | $\bar{L} = 5,0 \text{ Km.}$ |
| - tiempo de concentración | $t_c = 2,0 \text{ horas}$ |
| - pendiente media de la cuenca | $s^c = 0,149$ |
| - coeficientes adoptados para H.U.de Snyder | $C_t = 1,1$ |
| | $C_p = 0,69$ |

- coeficiente de escorrentía adoptado $c = 0,40$
 - área de la cuenca $A = 60,8 \text{ Km}^2$

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos, se adoptó un criterio análogo a la fórmula racional, es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En la tabla 4.3 aparecen para períodos de retorno de 10 y 500 años los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

TABLA 4.3

CAUDALES MAXIMOS ESTERO LITU

| | (m ³ /seg) | | |
|-------------------------------------|-----------------------|------|------|
| Período de retorno | (años) | 10 | 500 |
| Precipitación (2 hrs.) | (mm) | 25,6 | 45,4 |
| Intensidad | (mm/hr) | 12,8 | 22,7 |
| Precipitación efec. (2 hrs.) (*) | (mm) | 11,7 | 8,5 |
| H.U.S. Snyder | (m ³ /seg) | 25 | 60 |
| H.U.S. Chile | (m ³ /seg) | 42 | 103 |
| H.U.S. USSCS | (m ³ /seg) | 46 | 111 |
| Fórmula Racional | (m ³ /seg) | 58 | 103 |

4.2.4 Estimación de crecidas en el Estero Tutucura

a) Tiempos de concentración. Las características de la cuenca medidas de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son las siguientes:

$$\begin{aligned} L &= 12,5 \text{ Km.} \\ A &= 62,8 \text{ Km}^2 \\ H &= 285 \text{ m} \\ \Delta H &= 430 \text{ m} \end{aligned}$$

pendiente media del cauce principal: $i = 3,4\%$

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca para cada método explicado en 4.2.2 aparecen en la tabla 4.4

TABLA 4.4

TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO TUTUCURA

| | |
|--|----------|
| Fórmula de Giandotti | 3,5 hrs. |
| Fórmula "California Highways and Public Works" | 1,7 " |
| Tabla U.S. Navy | 4,0 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 5,6 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 3,5 hrs.

NOTA (*): Se determinó a partir del método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando condiciones de humedad únicas para la tormenta. Los otros parámetros a usar en el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca:

b) Estimación de crecidas. En el Estero Tutucura se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y c), para períodos de retorno de 10 y 500 años, necesarios para el diseño del túnel de desviación y del vertedero de evacuación de crecidas del Embalse Las Juntas, respectivamente.

Las características de la cuenca son las siguientes:

| | |
|--|-----------------------------|
| - longitud del cauce principal | $L = 12,5 \text{ Km.}$ |
| - distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida | $\bar{L} = 6,25 \text{ Km}$ |
| - tiempo de concentración | $t_c = 3,5 \text{ hrs.}$ |
| - pendiente media de la cuenca | $s = 0,094$ |
| - coeficientes adoptados para H.U. de Snyder | $C_t = 1,1$ $C_p = 0,69$ |
| - coeficiente de escurrentía | $c = 0,40$ |
| - área de la cuenca | $A = 62,8 \text{ Km}^2$ |

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos se adoptó un criterio análogo a la fórmula racional, es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

En la tabla 4.5 aparecen, para períodos de retorno de 10 y 500 años, los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

TABLA 4.5
CAUDALES MAXIMOS ESTERO TUTUCURA
(m^3/seg)

| | | | |
|--|-----------------------------|------|------|
| Período de retorno | (años) | 10 | 500 |
| Precipitación (3,5 hrs) | (mm) | 34,0 | 59,9 |
| Intensidad | (mm/hr) | 9,7 | 17,1 |
| Precipitación efectiva (3,5 hrs.) (*) | (mm) | 14,2 | 35,7 |
| H.U.S. Snyder | (m^3/seg) | 35 | 89 |
| H.U.S. Chile | (m^3/seg) | 52 | 132 |
| H.U.S. USSCS | (m^3/seg) | 48 | 121 |
| Fórmula Racional | (m^3/seg) | 68 | 119 |

4.2.5 Estimación de crecidas en el Estero Los Puercos

a) Tiempos de concentración. Las características de la cuenca medidas de la plancheta 1:50000 del Instituto Geográfico Militar son las siguientes:

$$L = 52,0 \text{ Km.}$$

$$A = 611,6 \text{ Km}^2$$

$$H = 265 \text{ m}$$

$$\Delta H = 470 \text{ m}$$

(*) NOTA: Se determinó a partir del método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando condiciones de humedad únicas durante la tormenta. Los otros parámetros a usar en el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca.

pendiente media del cauce principal: $i = 1\%$

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración de la cuenca para cada método explicado en 4.2.2 aparecen en la Tabla 4.6.

TABLA 4.6

TIEMPOS DE CONCENTRACION ESTERO LOS PUERCOS

| | |
|--|-----------|
| Fórmula de Giandotti | 13,6 hrs. |
| Fórmula "California Highways and Public Works" | 8,5 " |
| Tabla U.S. Navy | 17,3 " |
| Tabla Texas Highways Dep. | 32,1 " |

Se adoptó en definitiva un tiempo de concentración de 17 hrs.

b) Estimación de crecidas. En el Estero Los Puercos se estimaron crecidas según los métodos explicados en el punto 4.2.1 a) y 4.2.1 h), para períodos de retorno de 2 y 5 años, necesario para el estudio del drenaje e inundaciones de terrenos adyacentes al estero.

Las características de la cuenca son las siguientes:

| | |
|--|------------------------------|
| - longitud del cauce principal | $L = 52,0 \text{ Km.}$ |
| - distancia entre el centro de gravedad y la sección de salida | $\bar{L} = 23,0 \text{ Km.}$ |
| - tiempo de concentración | $t_c = 17 \text{ hrs.}$ |
| - pendiente media de la cuenca | $s = 0,15$ |
| - coeficientes adoptados para el H.U.Snyder | $C_t = 1,1$ $C_p = 0,69$ |
| - área de la cuenca | $A = 611,6 \text{ Km}^2$ |

Para aplicar los hidrogramas unitarios sintéticos se adoptó un criterioranálogo a la fórmula racional, es decir, una duración de lluvia igual al tiempo de concentración de la cuenca.

- Hidrograma Unitario Traspuesto.

Se desarrollaron 2 hidrogramas unitarios para la cuenca del Río Purapel en Nirivilo para las crecidas de Mayo 1966 y Julio 1972, registradas en los limnigramas de la Estación Río Purapel en Nirivilo, controlada por la Dirección General de Aguas. Estos hidrogramas aparecen en la figura 4.1.

De la Estación Constitución controlada por la Oficina Meteorológica de Chile, se obtuvieron los pluviogramas que dieron origen a las crecidas antes mencionadas. Estos pluviogramas aparecen tabulados en las tablas 4.7 y 4.8.

HIDROGRAMA DE CRECIDA

Purapel en Nirivilo

fig. 4-1

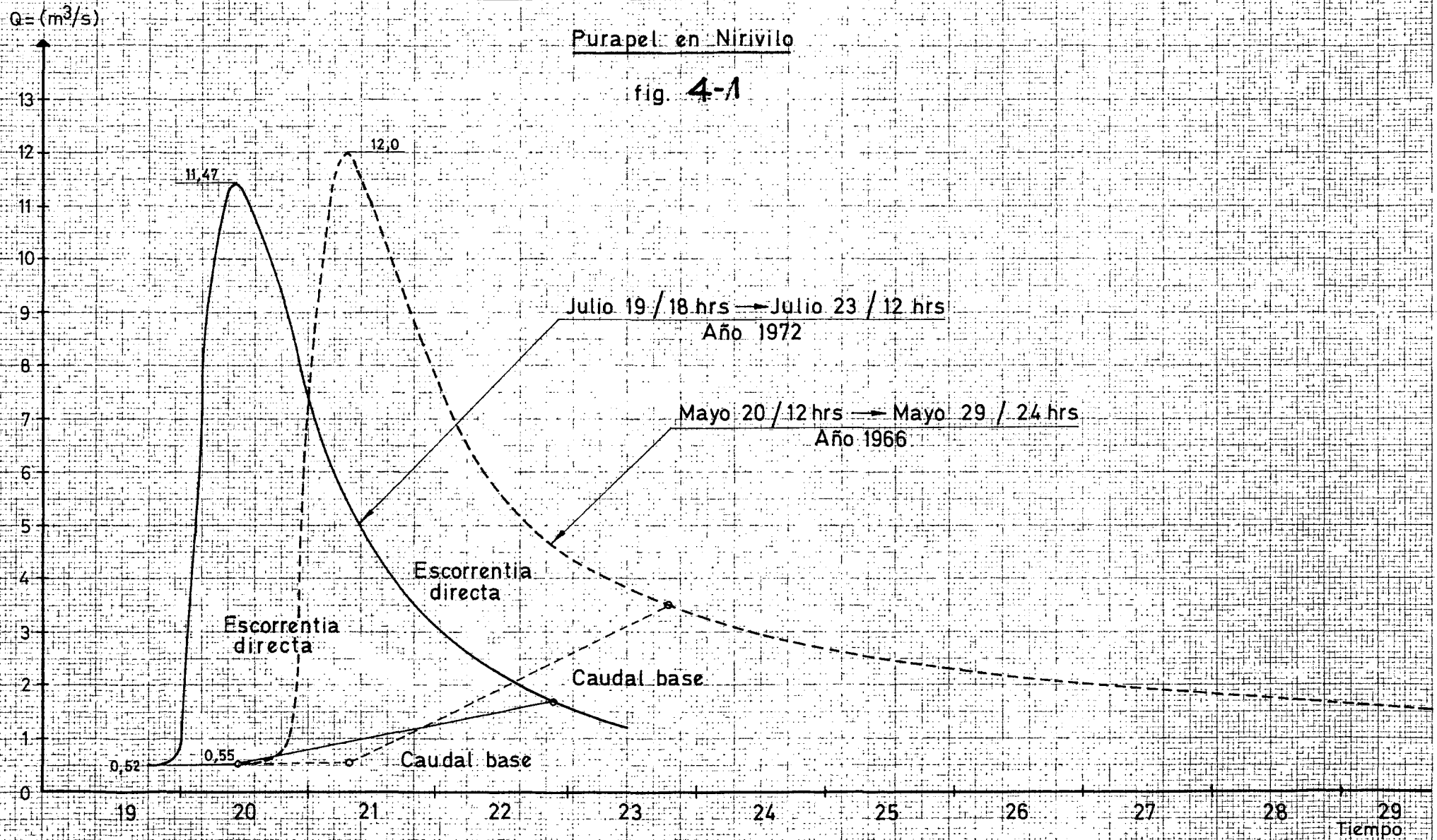


TABLA 4.7

PLUVIOGRAMA MAYO-1966
ESTACION CONSTITUCION

| <u>Hora</u> | <u>Prec. Acum. (mm)</u> | <u>Intensidad (mm/hr)</u> |
|-------------|-------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 | 0,3 |
| 1 | 0,3 | 0,3 |
| 2 | 0,6 | 0,3 |
| 3 | 0,9 | 0,3 |
| 4 | 2,7 | 1,8 |
| 5 | 4,6 | 1,8 |
| 6 | 6,4 | 1,8 |
| 7 | 10,1 | 3,7 |
| 8 | 13,8 | 3,7 |
| 9 | 18,1 | 4,3 |
| 10 | 22,3 | 4,3 |
| 11 | 26,6 | 4,3 |
| 12 | 37,2 | 10,6 |
| 13 | 47,7 | 10,6 |
| 14 | 49,9 | 2,2 |
| 15 | 50,5 | 0,6 |
| 16 | 51,0 | 0,6 |

TABLA 4.8

PLUVIOGRAMA JULIO-1972
ESTACION CONSTITUCION

| <u>HORA</u> | <u>Prec. Acum. (mm)</u> | <u>Intensidad (mm/hr)</u> |
|-------------|-------------------------|---------------------------|
| 0 | 0 | 6,6 |
| 0,5 | 3,3 | 2,4 |
| 1,0 | 4,5 | 2,4 |
| 1,5 | 5,7 | 4,3 |
| 2,0 | 7,9 | 4,3 |
| 2,5 | 10,0 | 19,2 |
| 3,0 | 19,6 | 4,4 |
| 3,5 | 21,8 | 4,4 |
| 4,0 | 24,0 | 2,1 |
| 4,5 | 25,1 | 2,1 |
| 5,0 | 26,1 | 2,1 |
| 5,5 | 27,2 | 2,1 |
| 6,0 | 28,2 | 2,1 |
| 6,5 | 29,3 | 8,2 |
| 7,0 | 33,4 | 3,3 |
| 7,5 | 35,0 | 3,3 |
| 8,0 | 36,7 | |

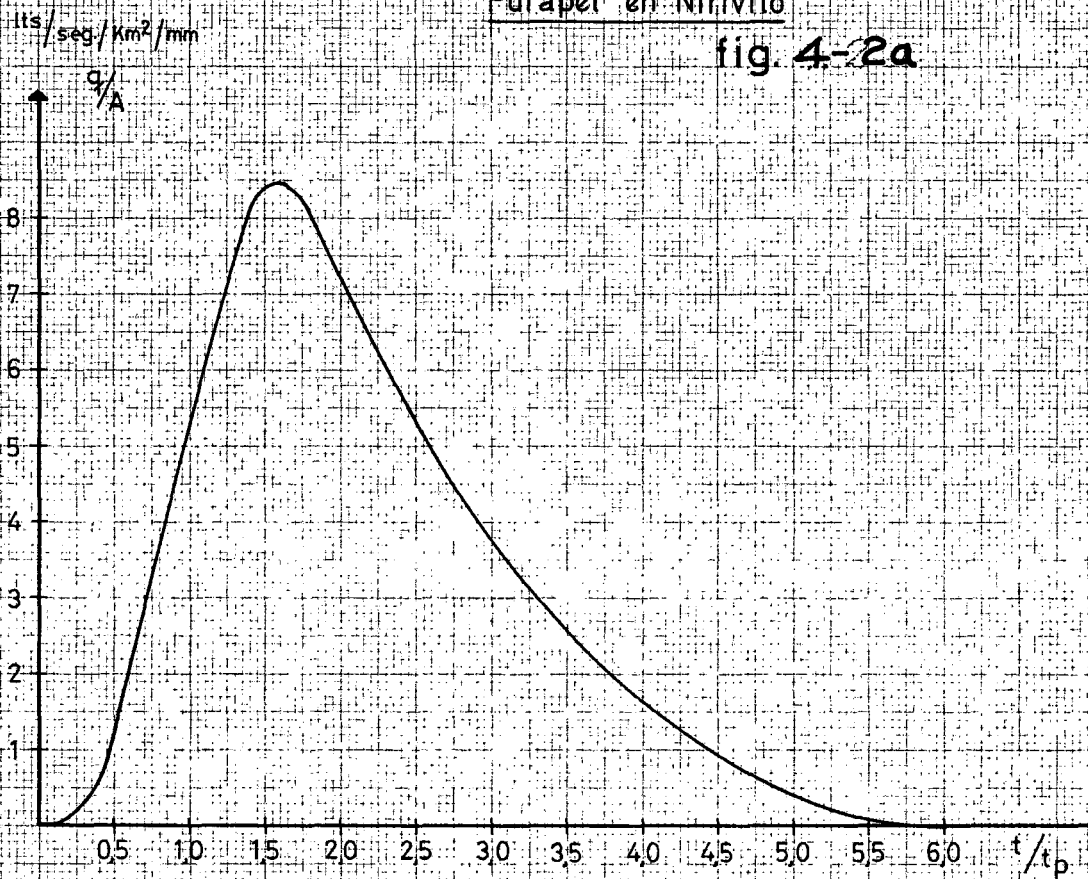
Con los hidrogramas de la figura 4.1 y los pluviogramas de las tablas 4.7 y 4.8 se determinó un hidrograma unitario medio para la cuenca del Río Purapel en Nirivilo y un hidrograma unitario base de trasposición. Estos 2 hidrogramas aparecen en la figura 4.2.

En la tabla 4.9 aparecen, para períodos de retorno de 2 y 5 años, los caudales máximos estimados por cada uno de los métodos.

HIDROGRAMA BASE DE TRASPOSICION

Purapel en Nirivilo

fig. 4-2a

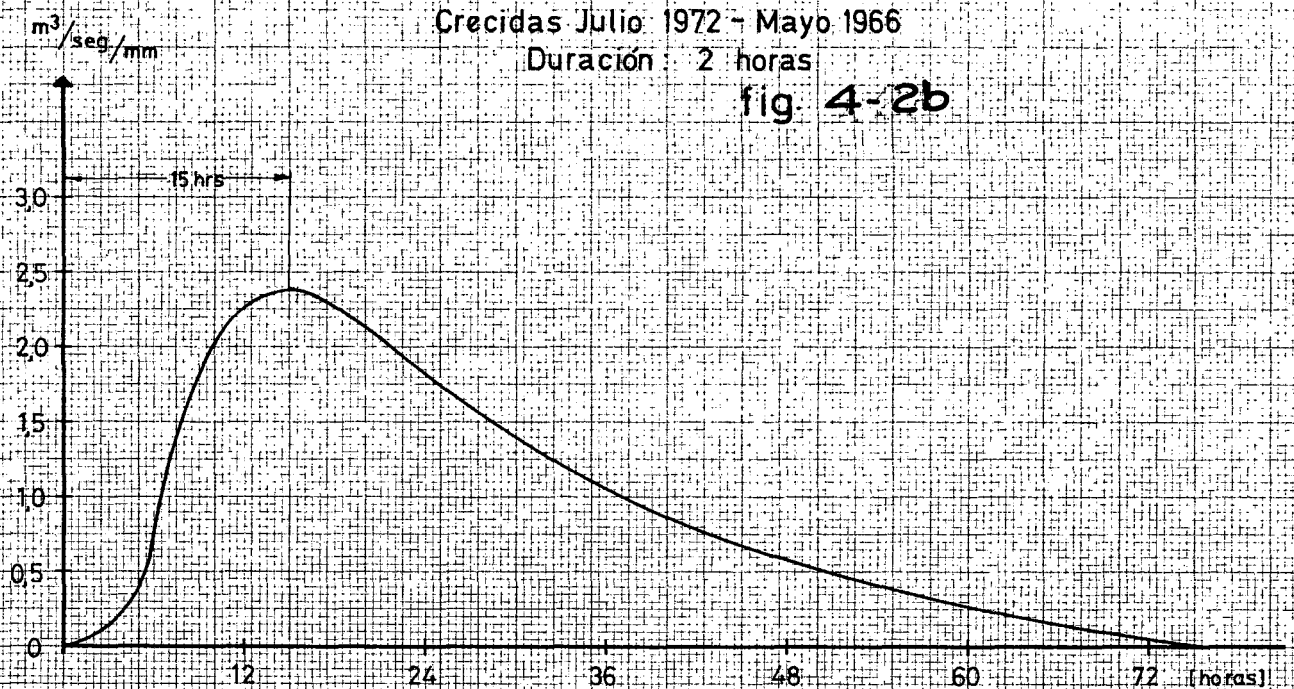


HIDROGRAMA UNITARIO MEDIO

Crecidas Julio 1972 - Mayo 1966

Duración: 2 horas

fig. 4-2b



CAUDALES MAXIMOS ESTERO LOS PUERCOS
(m³/seg)

| | | | |
|--|-----------------------|------|------|
| Período de retorno | (años) | 2 | 5 |
| Precipitación (17 hrs) | (mm) | 48,4 | 64,4 |
| Intensidad | (mm/hr) | 2,8 | 3,8 |
| Precipitación efectiva (17 hrs) (x) | (mm) | 14,0 | 23,4 |
| H.U.S. Snyder | (m ³ /seg) | 124 | 208 |
| H.U.S. Chile | (m ³ /seg) | 132 | 221 |
| H.U.S. USSCS | (m ³ /seg) | 95 | 159 |
| Hidrograma Unitario Traspuesto | | 72 | 121 |

(x) NOTA: Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo, considerando 2 condiciones de humedad (media para un tercio de la tormenta y húmeda para el resto), debido a que la tormenta dura 17 hrs y que la probabilidad que ocurra no es muy baja. Los demás parámetros que usa el método se determinaron básicamente del conocimiento adquirido en terreno sobre la cuenca.

4.3. Estimación de crecidas en el río Lircay

4.3.1 Generalidades

En el río Lircay existe sólo una estación pluviométrica: Lircay en Puente Las Rastras, con un período de estadística entre 1961 y 1973. Esta estación controla una cuenca de 375 km², que es principalmente de baja cordillera y con un régimen fundamentalmente pluvial. Tal como se hizo ver en el punto 4.1 de este capítulo, se pretende determinar una crecida de diseño en el río Lircay en La Higuera, ubicado 30 km aproximadamente abajo de la estación Puente Las Rastras. La cuenca afluente en La Higuera es de 930 km². Entre Puente Las Rastras y La Higuera, existen diversos aportes importantes, entre los que cabe mencionar el estero Picazo y la quebrada La Zorra. El estero Picazo tiene una cuenca similar en característica a Lircay en Puente Las Rastras, de 211 km² de superficie. El resto de la cuenca, dentro de la cual se incluye la quebrada de La Zorra, es una cuenca relativamente plana con diversas quebradas y esteros que drenan hacia el río Lircay; esta zona es netamente pluvial.

4.3.2 Metodología

a) Etapas del análisis

La metodología adoptada abarcó las siguientes etapas:

- Determinar un gasto máximo instantáneo, con una determinada probabilidad de excedencia, sobre la base de técnicas de análisis de frecuencia, con datos registrados en la estación Lircay en Puente Las Rastras.
- Determinar una onda de crecida para dicho gasto máximo.
- Determinar una crecida y su hidrograma correspondiente, para igual probabilidad de excedencia y por analogía con Lircay en Las Rastras, para la cuenca del estero Picazo.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de crecida en Puente Las Rastras a Lircay antes de confluencia con estero Picazo.
- Sumar al hidrograma anterior la onda de crecida del estero Picazo.
- Estimar un hidrograma de crecida, para igual probabilidad de excedencia, sobre la base de hidrogramas unitarios sintéticos, para el total de la cuenca intermedia del río Lircay entre la junta con el estero Picazo y La Higuera.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de Lircay antes Picazo más este estero, a Lircay en junta con La Zorra.
- En este punto (La Zorra) sumar el hidrograma estimado para el total de la hoya intermedia.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma anterior al punto de interés: La Higuera.

b) Análisis de Propagación de Crecidas

Para el análisis de propagación de crecidas, se adoptó el método de Muskingum (5). Este método, se basa en la ecuación de continuidad y utiliza la siguiente ecuación para el almacenamiento en un tramo de río:

$$O_2 = C_1 I_2 + C_2 I_1 + C_3 O_1$$

en que:

I_1 = caudal de entrada al tramo al comienzo de un intervalo Δt .

I_2 = caudal de entrada al tramo al término del intervalo Δt

O_1 = caudal de salida del tramo al comienzo del intervalo Δt

O_2 = caudal de salida del tramo al término del intervalo Δt

C_1, C_2, C_3 = coeficiente cuyas expresiones son:

$$C_1 = \frac{0,5 \Delta t - KX}{K(1-X) + 0,5 \Delta t}$$

$$C_2 = \frac{KX + 0,5 \Delta t}{K(1-X) + 0,5 \Delta t}$$

$$C_3 = \frac{K(1-X) - 0,5 \Delta t}{K(1-X) + 0,5 \Delta t}$$

y además se verifica que $C_1 + C_2 + C_3 = 1$

Los parámetros K y X tiene los significados tradicionales del método de Muskingum.

K = tiempo de traslado del centro de masas de la onda de crecida a través del tramo de río considerado.

X = factor de importancia del caudal de entrada al tramo en la función almacenamiento.

Δt = es el tiempo de "rastreo", que fija la discretización del intervalo de cálculo para el hidrograma de salida del tramo de río en estudio.

Normalmente, la determinación de los valores de K y X para un tramo determinado de río, debe hacerse mediante un análisis previo de hidrogramas de crecidas registrados históricamente tanto en la entrada como en la salida del tramo. En los casos en que hubo de estudiarse propagación

(5) Department of the Army Technical Bulletin TB 5 y 550-3 "Flood Prediction Techniques". February 1957.

de crecidas, que aparecen más adelante, no se contó con información medida en la sección de salida del tramo. En estas condiciones, hubo que estimar K de acuerdo con las distancias y pendientes medias del río en cada tramo considerado y el conocimiento de cada río adquirido en terreno. El parámetro X se estimó también sobre la base del conocimiento adquirido en la visita a los lugares de interés. Para realizar estas estimaciones se tuvo en cuenta además las informaciones que a este respecto proporcionan las referencias (5) y (6).

Con la ecuación planteada en este acápite, es posible estimar un hidrograma de salida de un tramo de río, conociendo el hidrograma de entrada, un caudal inicial de salida y estimaciones de los parámetros K y X ya explicados. Para esto además, es preciso adoptar un intervalo de rastreo Δt .

4.3.3 Estimación de la crecida en el río Lircay en La Higuera

Para determinar esta crecida se utilizó la metodología explicada en 4.3.2 a) y b).

a) Gasto máximo instantáneo en Río Lircay en Las Rastras

La estimación de un caudal máximo en el río Lircay en Las Rastras, se realizó utilizando las mediciones fluviométricas en esta estación. En las tablas II.10 y II.11 (del Anexo I) se presentan los valores de caudales máximos instantáneos y máximos medios diarios registrados en la estación; los valores que se presentan en las tablas indicadas, no constituyen la serie de duración completa sino que solamente los mayores valores registrados entre los meses de mayo y septiembre (ocasionalmente otros meses), considerando que el régimen de escorrentía es fundamentalmente pluvial.

Se utilizó para determinar el gasto máximo instantáneo el siguiente procedimiento:

- Se hizo un análisis de frecuencia de gastos máximos medios diarios (tabla II.11) con una serie de excedencias anuales. No se hizo el análisis con los gastos máximos instantáneos, ya que estos valores fueron calculados mediante curvas de descarga extrapoladas hasta valores 10 veces mayores que el máximo caudal aforado; de esta forma los valores obtenidos para gastos máximos instantáneos en algunos casos, no guardan relación con las marcas de alturas máximas de agua que se observaron en terreno para el puente Las Rastras.

(5) Referencia citada en este capítulo

(6) U.S. Army - Corps of Engineering Manuals.
"Engineering and Design. Routing of Floods through River Channels". EM 1110-2-1408. Marzo 1960.

Incluso para elegir la serie de excedencias anuales que se usó en el análisis de frecuencia, se desestimaron 2 valores por la misma razón recién mencionada.

En la figura 4,3 aparece el análisis de frecuencia, cuya relación se ajustó según la ecuación general de análisis de frecuencia, con un factor de frecuencia dado por Chow (7) para la distribución de probabilidades extremas tipo I.

- Se hizo una relación gráfica entre los caudales máximos medios diarios y los caudales máximos instantáneos, a la que se ajustó una curva media, esta se muestra en la figura 4,4.

Luego para una probabilidad de excedencia de 5%, se tiene un caudal máximo medio diario de 525 m³/seg y un máximo instantáneo de 860 m³/seg para río Lircay en puente Las Rastras.

b) Onda de crecida en río Lircay en Las Rastras.

Sobre la base del caudal máximo medio diario y el caudal instantáneo determinados, se estimó, un caudal base de 100 m³/seg. El tiempo de concentración de la cuenca de río Lircay en Las Rastras se estimó según las tablas dadas por el U.S. Navy y Texas Highways Department (1), resultando valores de 8,6 y 11,4 hrs respectivamente. Se adoptó en definitiva un valor de 10 horas.

La forma del hidrograma de crecida se determinó según el hidrograma adimensional dado por el USSCS y que aparece en la referencia (1) de este capítulo. En la figura 4,5 aparece el hidrograma de crecida adoptado para el río Lircay en Las Rastras.

c) Onda de crecida en el estero Picazo

Para determinar la onda de crecida en el estero Picazo se desarrolló un hidrograma unitario sintético tanto para el estero Picazo como para el río Lircay en Las Rastras según el método propuesto por el USSCS que aparece en el punto 4.2.1 a 3).

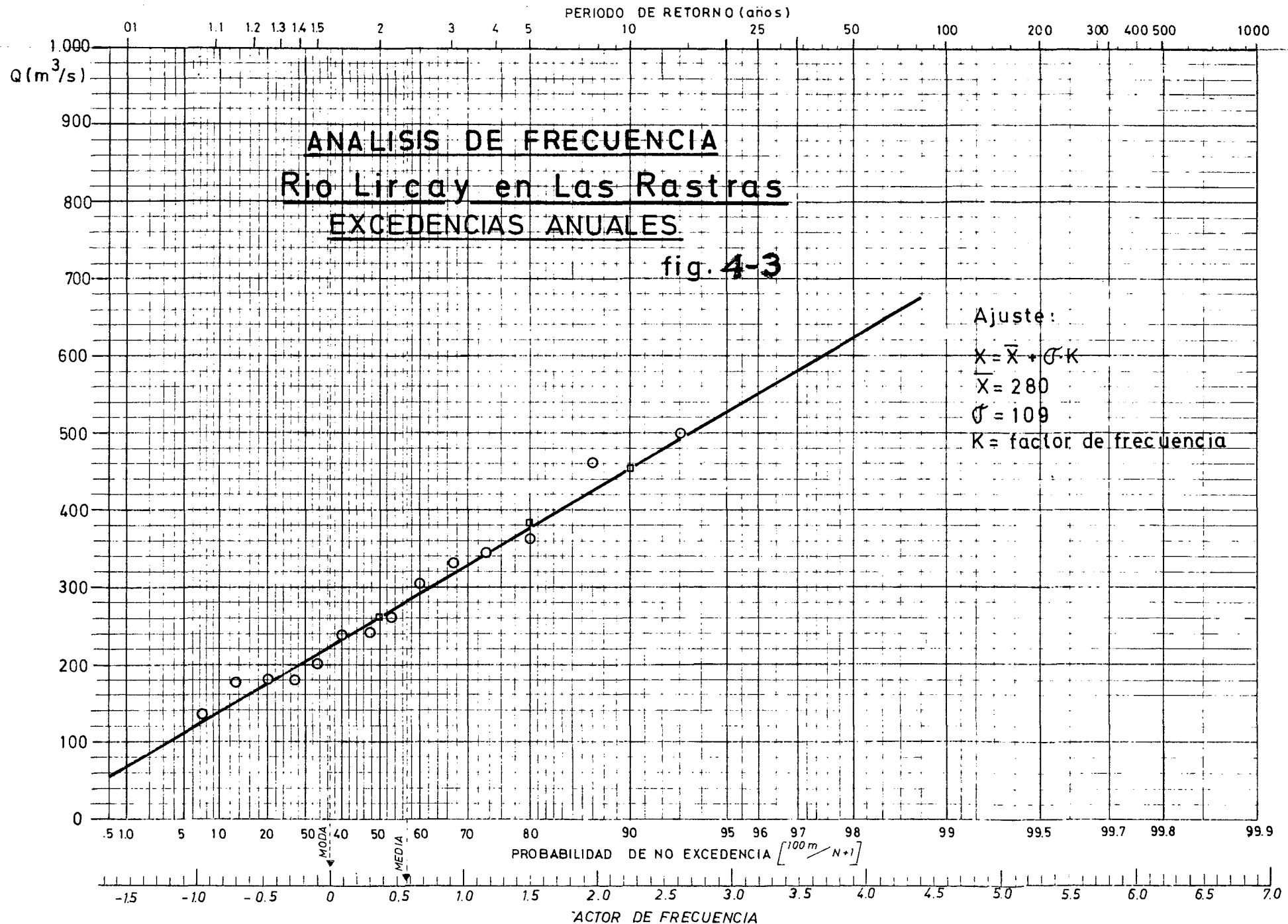
El tiempo de concentración para el estero Picazo se estimó en forma similar al del río Lircay en Las Rastras, dando ambos métodos valores de 6,9 y 9,3 hrs. Se adoptó en definitiva un valor de 8 hrs.

Los valores usados para el cálculo de los hidrogramas unitarios sintéticos y el gasto máximo, aparecen en la tabla 4,10.

(7) Chow, V.T. "Handbook of Applied Hydrology" Mc. Grow Hill Book Company, 1964.

(1) Referencia citada en este capítulo

PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS

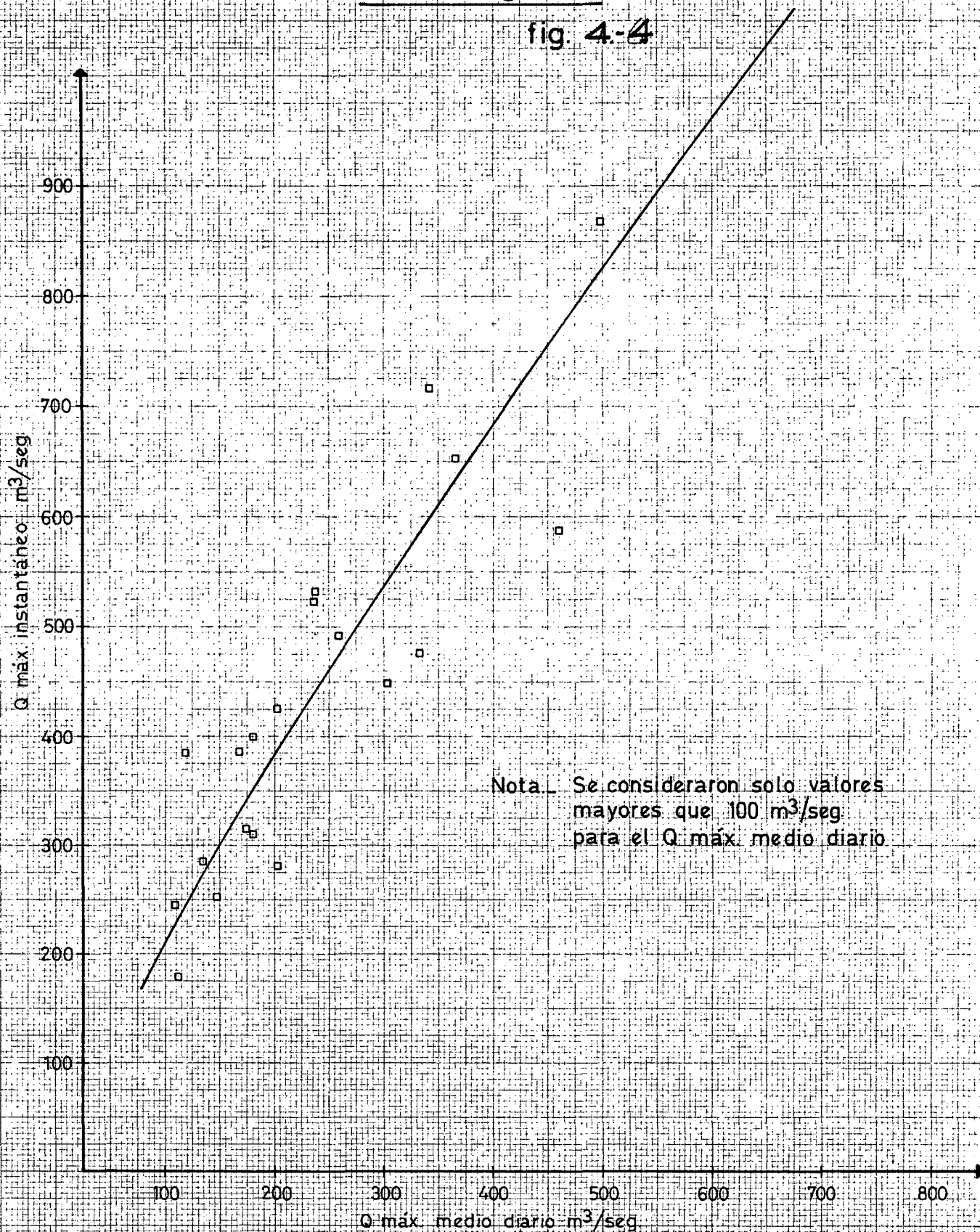


RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS

Relación caudales máximos medios diarios vs
caudales máximos instantáneos

Relación gráfica

fig. 4-4



Nota. Se consideraron solo valores
mayores que 100 m³/seg
para el Q máx. medio diario



| | Estero Picazo | Río Lircay en Las Rastras |
|---|------------------|------------------------------|
| Area (km ²) | 211,3 | 375 |
| Longitud del cauce principal (km) | 30,0 | 36,8 |
| Pendiente media del cauce principal (%) | 5,4 | 4,8 |
| Tiempo de concentración (hrs) | 8,0 | 10,0 |
| Caudal máximo (m ³ /seg/mm) | 4,7 | 6,7 |

La razón entre el caudal máximo para el estero Picazo y el río Lircay en Las Rastras es de 0,7. Se consideró que, dadas las características semejantes de estas dos cuencas, la relación entre caudales máximos sintéticos, se mantiene para una onda de crecida con período de retorno de 20 años; por lo tanto, el caudal máximo instantáneo del estero Picazo se adoptó igual a 600 m³/seg. El caudal base del estero Picazo se consideró proporcional al del río Lircay en Las Rastras, según la relación de áreas, obteniéndose un valor de 56 m³/seg.

La forma del hidrograma de crecida se estimó según el hidrograma adimensional del USSCS que aparece en la referencia (1).

En la figura 4,5 aparece el hidrograma de crecida para el estero Picazo en desembocadura.

- d) Propagación de la crecida del río Lircay y en Las Rastras hasta la junta con el estero Picazo. Este "rastreo" de crecida se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b).

Los valores adoptados para los parámetros fueron:

$$\begin{aligned} K &= 2 \text{ horas} \\ X &= 0,25 \\ \Delta t &= 2 \text{ horas} \end{aligned}$$

El hidrograma de crecida de río Lircay antes del estero Picazo aparece en la figura 4,5.

- e) Onda de crecida en río Lircay y después estero Picazo.

Este hidrograma de crecida es la suma de los hidrogramas del río Lircay y antes Picazo y estero Picazo en Desembocadura y aparece en la figura 4,5.

- f) Hidrograma de crecida en la hoya intermedia del río Lircay y entre la desembocadura del estero Picazo y La Higuera. Para determinar este hidrograma se consideró la quebrada La Zorra como representativa de la zona.

Se estimó un tiempo de concentración según la tabla dada por el U.S. Navy (1) obteniéndose un valor de 11 horas aproximadamente.

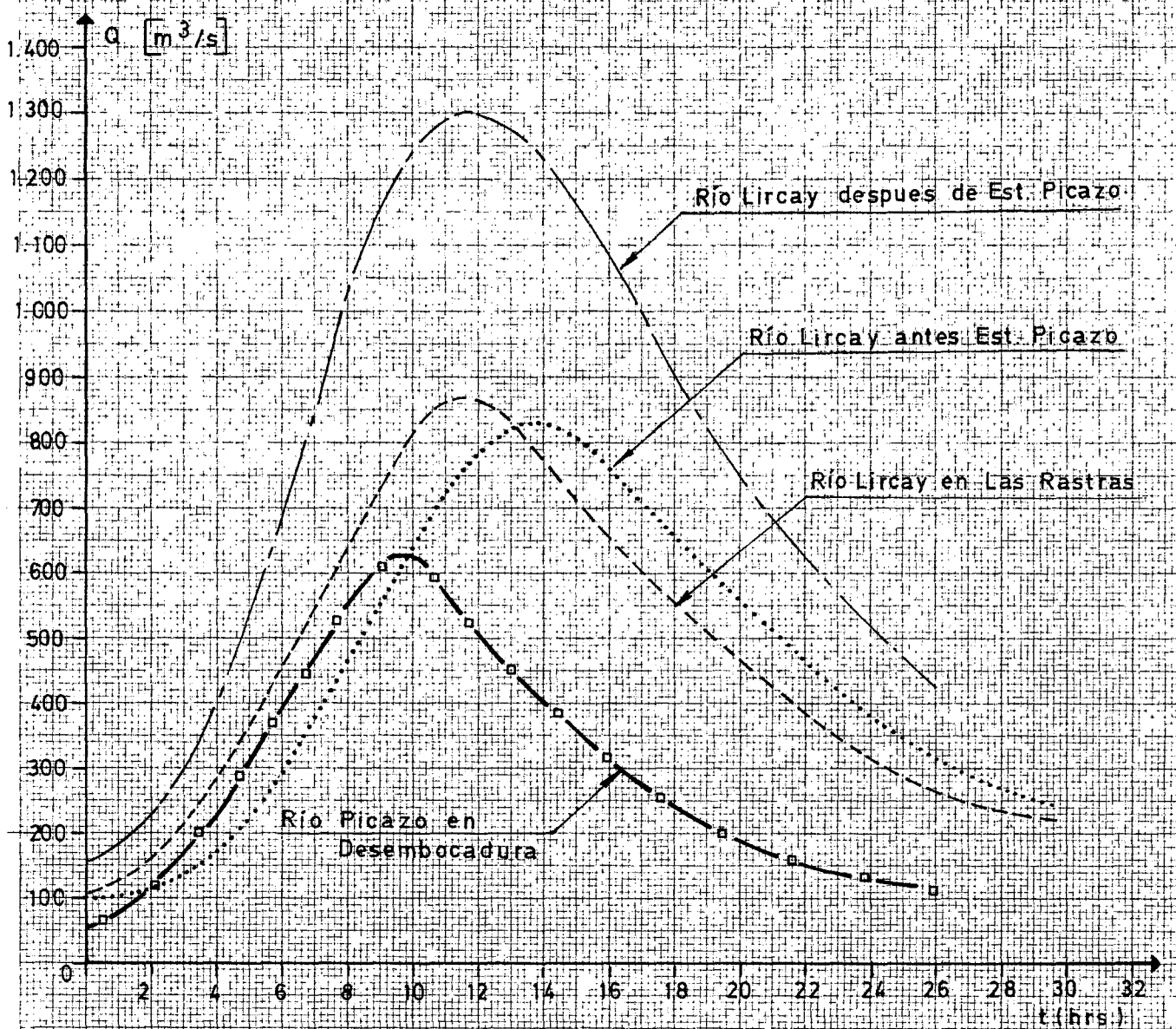
(1) Referencia citada en este capítulo

HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Río Lircay en Las Rastras

Estero Picazo

fig. 4-5



La precipitación máxima con un período de retorno de 20 años se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 horas para la Estación Talca (Capítulo 2). Con el objeto de hacer representativo este índice de la precipitación media en la cuenca, se usaron las isoyetas medias de la referencia (8). En la tabla 4,11 se da el valor de la precipitación en la Estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas para esta hoya intermedia y la precipitación para una duración de 11 horas calculada según la fórmula de Grunsky.

Período de retorno : 20 años

| | |
|--|--------|
| Precipitación máxima 24 hrs. : Talca | 102 mm |
| Precipitación máxima 24 hrs. : Hoya intermedia | |
| Lircay | 145 mm |
| Precipitación máxima 11 hrs. : Hoya intermedia | |
| Lircay | 98 mm |

El caudal máximo se determinó por el método propuesto por el USSCS explicado en el punto 4.2.1 a3).

Para esto se adoptaron los siguientes valores:

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| - tiempo de concentración | $t_c = 11$ hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r = 11$ hrs. |
| - área de la cuenca | $A = 394$ m ² |
| - precipitación máxima (11 hrs) | $P = 98$ mm |
| - precipitación efectiva (#) | $P_{ef} = 60$ mm |

El gasto máximo obtenido es de 381 m³/seg
En la figura 4,6 aparece el hidrograma de crecida, con período de retorno de 20 años, adoptado para la hoya intermedia del río Lircay. Dado que la estimación de esta crecida se hizo sobre la base de hidrogramas unitarios, es preciso sumar un flujo base. El flujo base para la hoya intermedia del río Lircay se estimó en 30 m³/seg.

- g) Propagación de la crecida del río Lircay después junta con estero Picazo hasta antes junta quebrada La Zorra. Este rastreo de crecidas se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b)

Los valores adoptados para los parámetros del método de Muskingum fueron:

$$\begin{aligned} K &= 4 \text{ horas} \\ X &= 0,2 \\ \Delta t &= 3 \text{ horas} \end{aligned}$$

(8) André, Mario. "Pluviometría de las hoyas Mataquito, Maule e Itata". Memoria para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Chile. 1970.

(#) Nota: Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo.

El hidrograma de crecida en río Lircay y antes quebrada La Zorra aparece en la figura 4.6.

- h) Onda de crecida en río Lircay después junta con quebrada La Zorra. Este hidrograma de crecida es la suma de los hidrogramas de río Lircay y antes quebrada La Zorra y hoya intermedia río Lircay determinado en el punto f). La suma de ambos hidrogramas aparece en la figura 4,6.
- i) Propagación de la crecida del río Lircay después quebrada La Zorra hasta río Lircay en La Higuera. Este "rastreo" de crecida se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2 b).

Los valores adoptados para los parámetros fueron:

$$\begin{aligned}K &= 4 \text{ horas} \\X &= 0,2 \\ \Delta t &= 3 \text{ horas}\end{aligned}$$

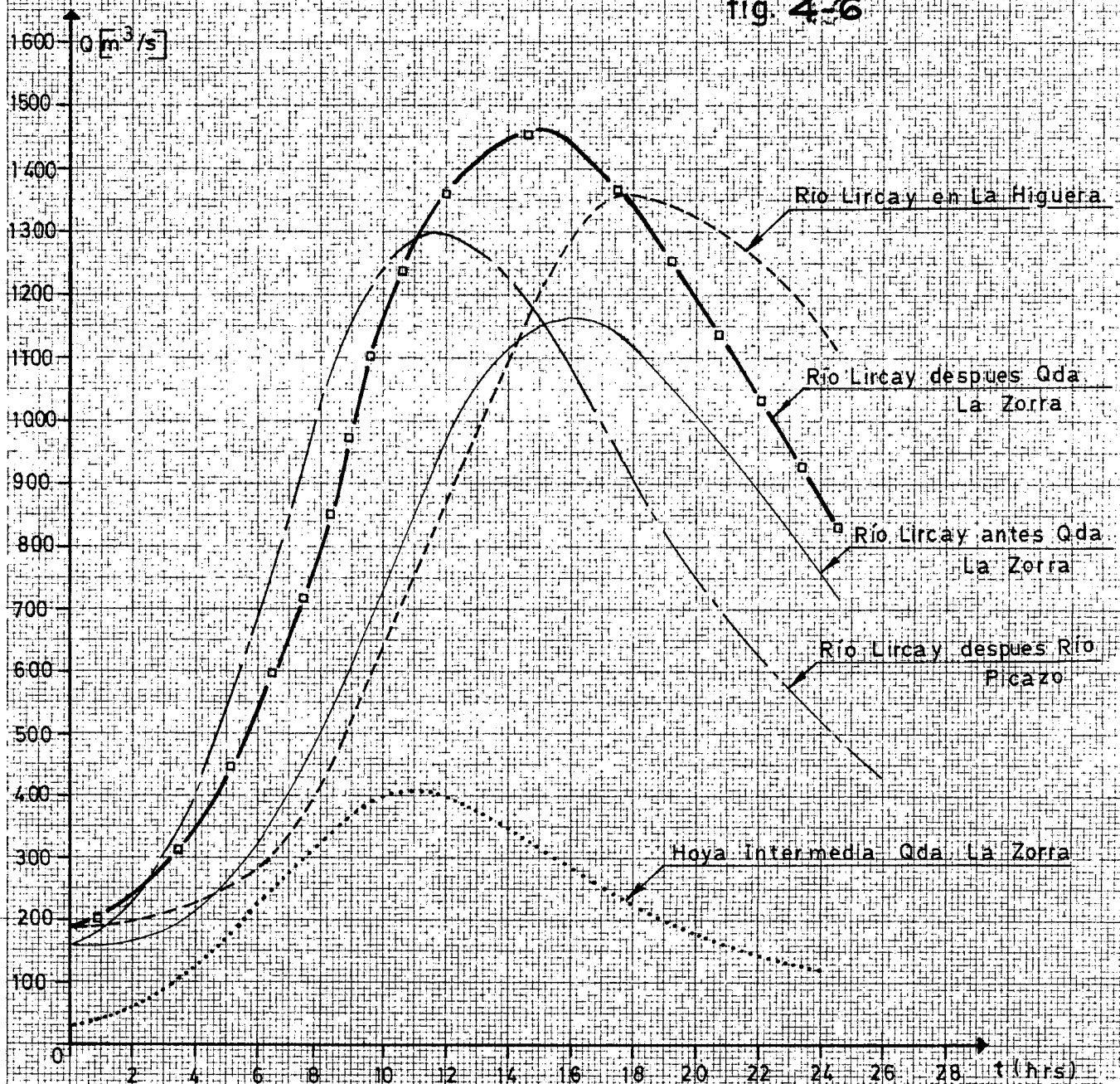
El hidrograma de crecida en el río Lircay en La Higuera aparece en la figura 4,6. El caudal máximo para este punto con un período de retorno de 20 años es de 1350 m³/seg.

HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Río Lircay en La Higuera

Quebrada La Zorra

fig. 4-6



4.4 Estimación de Crecidas en los Esteros Pangue y Las Chilcas.

4.4.1. Generalidades.- En los esteros Pangue y Las Chilcas no existe información fluviométrica alguna, por lo que fue necesario estimar para cada uno de ellos un hidrograma unitario sintético, a partir del cual, con datos de precipitaciones máximas con determinada probabilidad de exceedencia, se determinaron las crecidas en los puntos de interés.

Las cuencas de estos esteros tienen superficies de 378 y 270 km² respectivamente; sus cuencas afluentes están constituidas fundamentalmente por terrenos relativamente planos, aptos para la agricultura y con un régimen netamente fluvial.

El objetivo de este punto es determinar crecidas con un período de retorno de 20 años, para el diseño de bocatomas de canales.

4.4.2. Metodología.-

a) Etapas del análisis. Los hidrogramas de crecida se determinaron de acuerdo con las siguientes etapas.

- Estimación de la precipitación máxima con un período de retorno de 20 años.
- Estimación del tiempo de concentración de la cuenca.
- Estimación del gasto máximo del hidrograma unitario sintético y la forma de la onda de crecida.

4.4.3. Estimación de la crecida en el Estero Pangue en Desembocadura.

La crecida se determinó de acuerdo a las etapas mencionadas en 4.4.2.

- a) Tiempo de concentración. Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S.Navy (1) con una pendiente media del cauce principal se obtuvo un tiempo de concentración de 18 hrs. aproximadamente.
- b) Precipitación máxima con un período de retorno de 20 años. La precipitación máxima se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 hrs. para la Estación Talca (capítulo 2). Con el objeto de hacer representativo este índice de la precipitación media en la cuenca, se usaron las isoyetas medias de la referencia (8). En la Tabla 4.12 se da el valor de la precipitación en la Estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas para la hoya y la del Estero Pangue, precipitación para una duración de 18 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

(1) referencia citada en este capítulo.

(8) referencia citada en este capítulo

TABLA 4.12

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Período de retorno: 20 años | |
| Precipitación máxima 24 hrs. Talca | : 102 mm. |
| Precipitación máxima 24 hrs. Pangué | : 142 mm. |
| Precipitación máxima 18 hrs. Pangué | : 122 mm. |

- c) Hidrograma Unitario Sintético e Hidrograma de crecida. El hidrograma unitario sintético se estimó según el método del U.S.S.G.S. explicado en el punto 4.2.103)

Para esto se adoptaron los siguientes valores:

| | |
|--------------------------------|---------------------------|
| -tiempo de concentración | $t_c = 18$ hrs. |
| -duración de la lluvia | $t_r = 18$ hrs. |
| -área de la cuenca | $A = 378$ km ² |
| -precipitación máxima (18hrs.) | $P = 122$ mm |
| -precipitación efectiva(*) | Ref= 77,5 mm |

El gasto máximo es de 291 m³/seg

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSGS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.7 aparece el hidrograma de crecida con período de retorno 20 años, adoptado para el Estero Pangué. Dado que la estimación de esta crecida se hizo en base a hidrogramas unitarios, es preciso sumar un flujo base. El flujo base para el estero Pangué se estimó en 30 m³/seg.

4.4.4. Estimación de la crecida en el Estero Las Chilcas en Desembocadura.

La crecida se determinó de acuerdo a las etapas mencionadas en el punto 4.4.2.

- Tiempo de concentración. Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S. Navy (1) con una pendiente media del cauce principal de 1,2%, obteniéndose un tiempo de concentración de 23 hrs. aproximadamente.
- Precipitación máxima con un período de retorno de 20 años. La precipitación máxima se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 hrs. para la Estación Talca y modificada según isopetas (2).

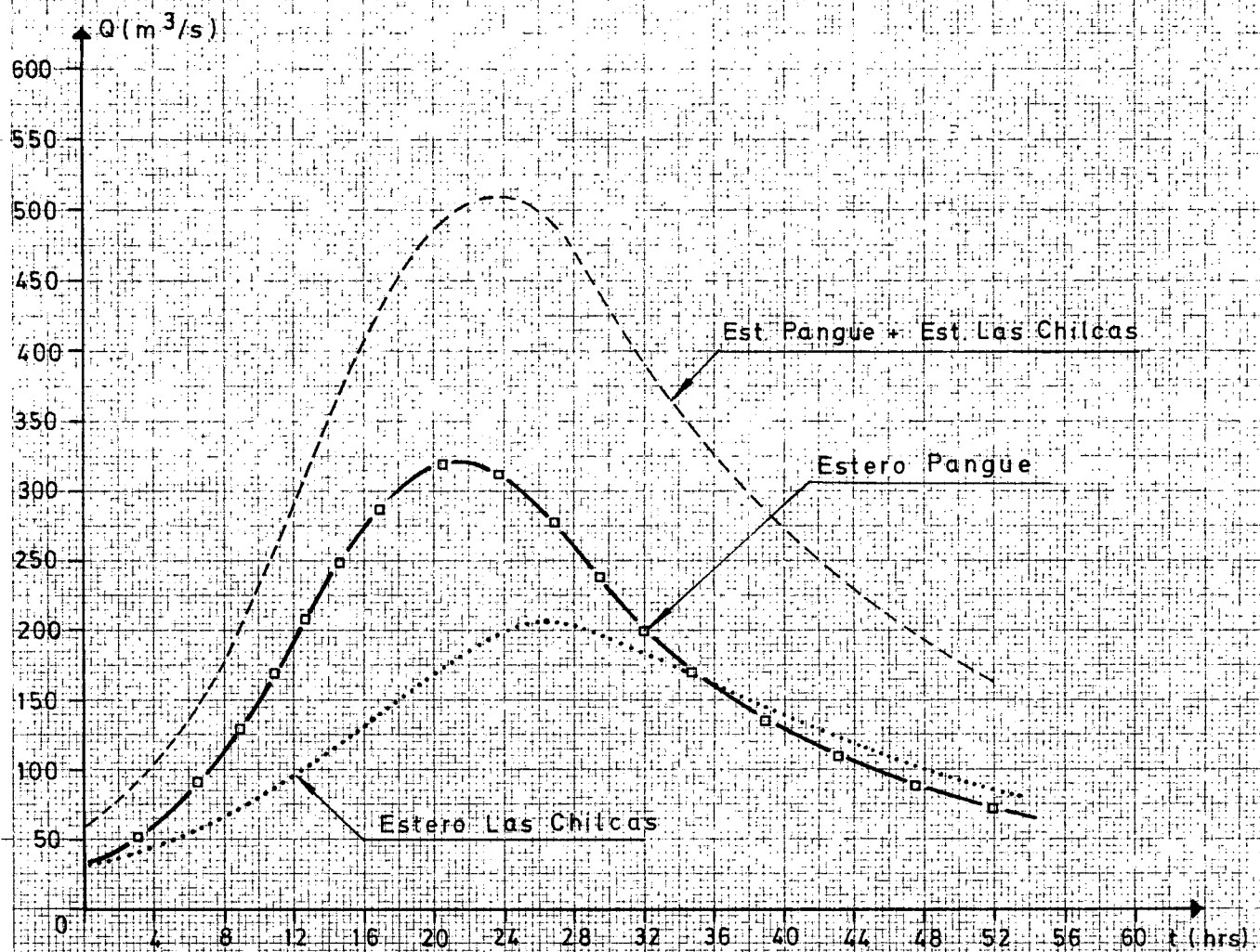
(*) Nota. Se determinó según lo explicado en la referencia (4) de este capítulo.

(2) referencia citada en este capítulo.

HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Esteros Pangué y Las Chilcas

fig. 4-7



En la tabla 4.13 se da el valor de la precipitación en la estación Talca, la precipitación modificada por isoyetas para la hoya del Estero Las Chilcas y la precipitación para una duración de 23 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

TABLA 4.13

Período de retorno: 20 años

| | |
|--|--------|
| Precipitación máxima 24 hrs. Talca | 102 mm |
| Precipitación máxima 24 hrs. Las Chilcas | 132 mm |
| Precipitación máxima 23 hrs. Las Chilcas | 127 mm |

- c) Hidrograma Unitario Sintético e Hidrograma de crecida.
El hidrograma unitario sintético se estimó según el método dado por el USSGS explicado en el punto 4.2.1 a 3).

Los valores de las variables y características de la cuenca, fueron en este caso:

| | |
|---------------------------------|---------------------------|
| - tiempo de concentración | $t_c = 23$ hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r = 23$ hrs. |
| - área de la cuenca | $A = 270$ km ² |
| - precipitación máxima (23 hrs) | $P = 81$ mm |

El gasto máximo es de 175 m³/seg.

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSCS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.7 aparece el hidrograma de crecida con período de retorno 20 años, adoptado para el Estero Las Chilcas. Por las razones indicadas en 4.4.3, se estimó un gasto base de 30 m³/seg.

4.5. Estimación de Crecidas en el Río Claro en Itahue y en el Río Claro antes junta con Río Lircay.

4.5.1. Generalidades.

La estimación de crecidas en el Río Claro se hizo en base a los datos medidos en la estación fluviométrica de Río Claro en Camarico. Esta estación controla una cuenca de 778 km² fundamentalmente de baja cordillera y con un régimen principalmente pluvial. En este punto se pretende determinar una crecida para el diseño de una bocatoma en la localidad de Itahue, y para el diseño de un sifón en el Río Claro antes de la desembocadura del Río Lircay. Para estimar la crecida en Itahue, se usaron los datos de la estación fluviométrica Río Claro en Camarico directamente.

Entre el Río Claro en Camarico y el Río Claro antes de la desembocadura del Río Lircay, hay una distancia de 41 kms. aproximadamente; en el tramo existe el aporte de la cuenca intermedia del Río Claro cuya superficie es de 272 Km² y de los esteros Pangué y Las Chilcas a través del Estero Panguilemo, y cuyos hidrogramas de crecida se estimaron en el punto 4.4.

4.5.2. Metodología.

a) Crecida en el Río Claro en Itahue.

Determinar un gasto máximo instantáneo con una determinada probabilidad de excedencia, en base a técnicas de análisis de frecuencia con datos registrados en la estación Claro en Camarico.

b) Crecida en el Río Claro antes junta con Río Lircay. Se siguieron las siguientes etapas:

- Determinar una onda de crecida para el gasto máximo instantáneo en Claro en Camarico.
- Estimar un hidrograma de crecida, para igual probabilidad de excedencia, en base a hidrogramas unitarios sintéticos, para el total de la cuenca intermedia del Río Claro entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay.
- Utilizando métodos de análisis de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma de crecida en Claro en Camarico a un punto intermedio entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay.
- Sumar al hidrograma anterior la onda de crecida estimada para la hoya intermedia del Río Claro.
- Utilizando métodos de propagación de crecidas, trasladar el hidrograma del punto intermedio del Río Claro más el hidrograma de la hoya intermedia del Río Claro, al Río Claro antes desembocadura Río Lircay.
- Sumar al hidrograma anterior las ondas de crecida de los esteros Pangué y Las Chilcas determinándose el hidrograma de crecida en el punto de interés: Río Claro antes junta con el Río Lircay.

4.5.3. Estimación de la crecida en el Río Claro en Itahue.

Se hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.5.2 a).

En las tablas II.12 y II.13 del Anexo II aparecen los caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos respectivamente, para los meses de Mayo a Septiembre y eventualmente otros meses, para el período comprendido entre 1953 y 1975, en la estación Río Claro en Camarico.

De los valores de la tabla II.12 gastos máximos medios diarios se eligió una serie de excedencias anuales, cuyo análisis de frecuencia aparece en la figura 4,8 (Papel de Gumbel). Para el trazado de la relación se hizo un ajuste teórico considerando una Distribución Extrema Tipo I. (9). Se prefirió utilizar los gastos máximos medios diarios para hacer el análisis de frecuencia, antes que directamente los máximos instantáneos, ya que todos estos valores son producto de enormes extrapolaciones teóricas de las curvas de descarga; en este sentido, los máximos medios diarios en general corresponden a extrapolaciones más moderadas.

Se estableció una relación entre los caudales máximos medios diarios y máximos instantáneos, a lo cual se ajustó una relación media en forma gráfica; ésta aparece en la figura 4.9.

En la tabla 4.14 se dan los valores del gasto máximo medio diario e instantáneo para distintos períodos de retorno.

TABLA 4.14

| Período de retorno | años | 20 | 50 |
|-------------------------|---------------------|-------|-------|
| Gasto max. medio diario | m ³ /seg | 665 | 800 |
| Gasto instantáneo | m ³ /seg | 1 050 | 1 260 |

4.5.4. Estimación de la crecida en el Río Claro antes de junta con Río Lircay.

SE hizo de acuerdo a lo explicado en el punto 4.5.2.b).

- a) Para la crecida del río Claro en Camarico, se adoptó un caudal base de 160 m³/seg y se dio una forma al hidrograma adimensional propuesto por el USSCS (1) . Se estimó

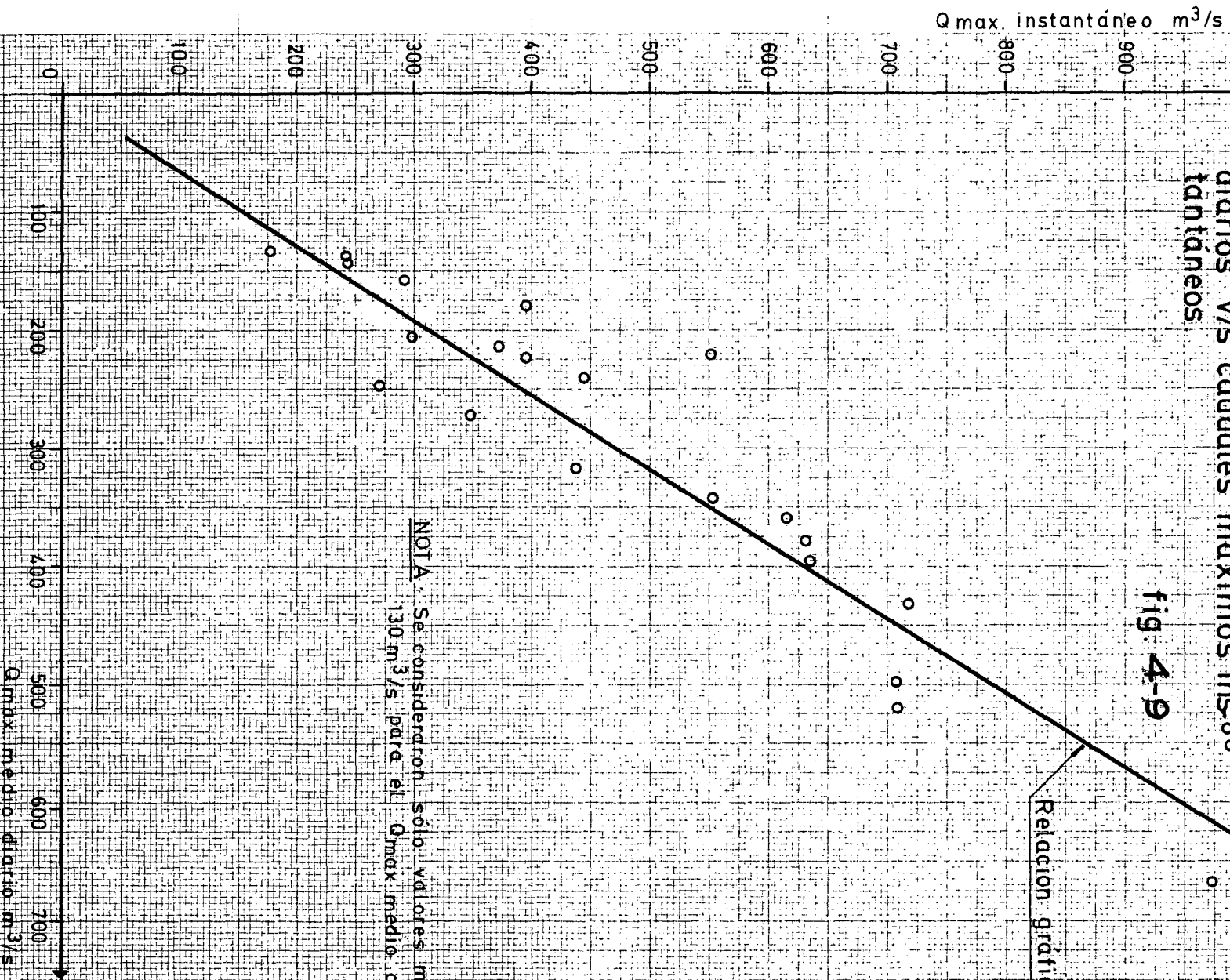
(9) Varas E. y P. Ferrer . "Métodos Estadísticos en Hidrología". Universidad Católica de Chile, Octubre 1972.

(1) Referencia citada de este capítulo.

RIO CLARO EN CAMARICO
**Relación caudales máximos medios
diarios v/s caudales máximos ins-
tántáneos.**

fig. 4-9

Relación gráfica



NOTA: Se consideraron sólo valores mayores que 130 m³/s para el Q max medio diario.



el tiempo de ocurrencia del gasto máximo, según la fórmula propuesta por el USSCS, que aparece explicada en el punto 4.2.1 a3). El tiempo de concentración para una pendiente media del cauce principal de 3,1% es de 23 hrs. según la tablas ya citadas, del U.S. Navy. (1)

En la figura 4.10 aparece el hidrograma de crecida en Río Claro en Camarico.

b) Hidrograma de crecida hoya intermedia Río Claro.

Se determinó de acuerdo a la tabla dada por el U.S. Navy (1) con una pendiente media del cauce principal de 0,3%, un tiempo de concentración de 23 hrs.

La precipitación máxima con un período de retorno de 20 años, se obtuvo del análisis de precipitaciones máximas en 24 hrs. para la Estación Talca; este índice se asimiló a una precipitación media en la cuenca de acuerdo con isoyetas promedio de la Zona (8).

En la tabla 4.15 se da el valor de la precipitación modificada según isoyetas para la hoya intermedia del Río Claro, y la precipitación para una duración de 23 hrs. calculada según la fórmula de Grunsky.

Tabla 4.15

| | |
|---|--------|
| Precipitación máx. 24 horas Talca | 102 mm |
| Precipitación máx. 24 hrs. H.Int. Claro | 114 mm |
| Precipitación máx. 23 hrs. | 112 mm |

El hidrograma unitario sintético se estimó según el método propuesto por el USSCS y explicado en el punto 4.2.1. a 3).

Para los valores de:

| | |
|--|---------------------------|
| - tiempo de concentración | $t_c = 23$ hrs. |
| - duración de la lluvia | $t_r = 23$ hrs, |
| - área de la cuenca | $A = 272$ km ² |
| - precipitación máxima (23hrs) | $P = 112$ mm |
| - precipitación efectiva (*) | $P_{ef.} = 74$ mm |
| El gasto máximo obtenido es de 154 m ³ /seg . | |

La forma del hidrograma de crecida se determinó en base al hidrograma adimensional dado por el USSCS en la referencia (1) de este capítulo.

En la figura 4.10 aparece el hidrograma de crecida de la hoya intermedia del Río Claro, al cual se ha sumado un caudal base de 30 m³/seg.

(1) Referencia citada de este capítulo.

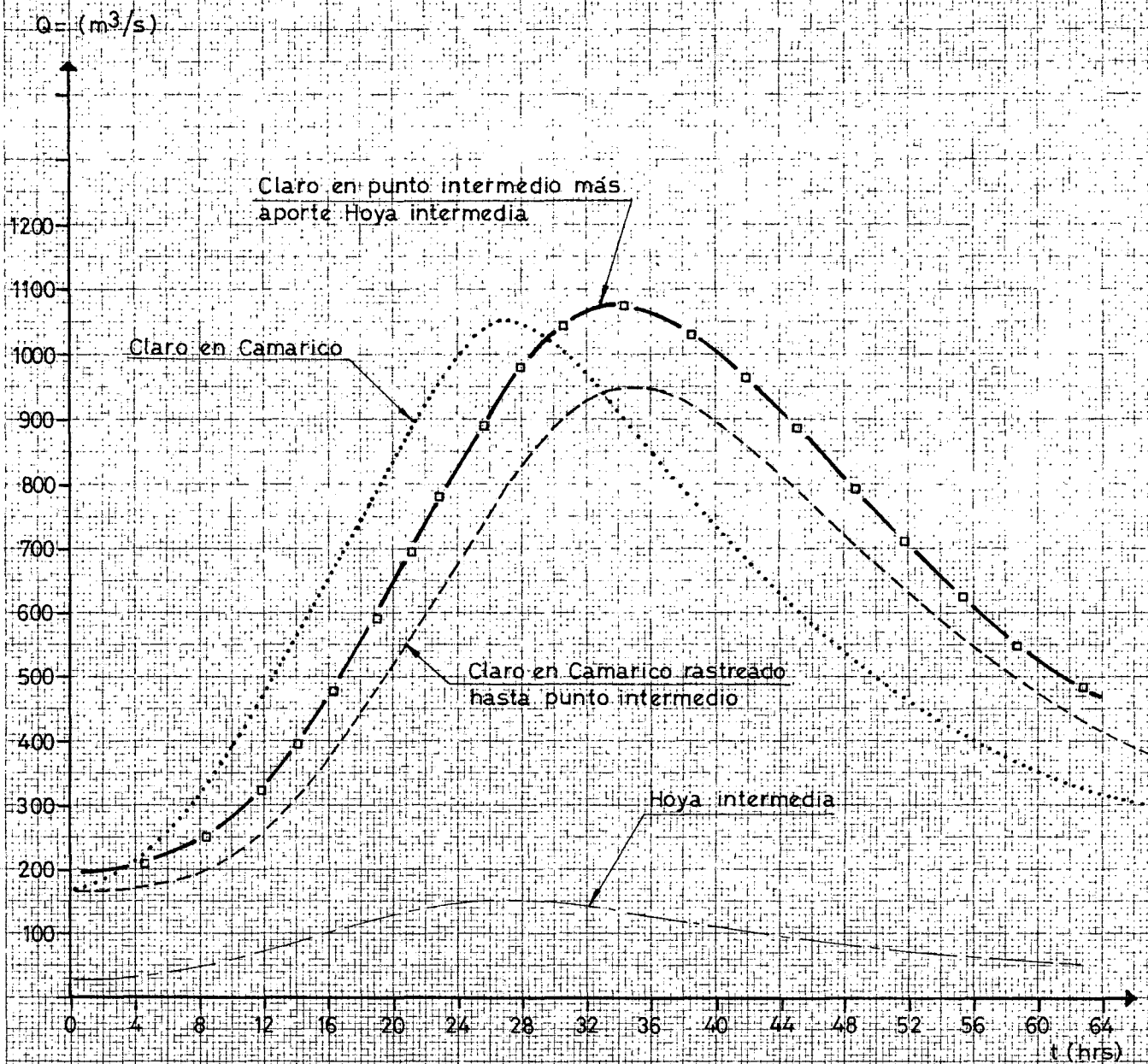
(8) Referencia citada de este capítulo.

(*) Nota: Se determinó según el método explicado en la referencia (4) de este capítulo.

HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Río Claro

fig. 4-10



- c) Se estudió la propagación de la onda de crecida del hidrograma determinado para Río Claro en Camarico hasta un punto intermedio entre Camarico y la desembocadura del Río Lircay, de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2.(b).

Para el análisis de este tramo, se adoptaron los siguientes valores de los parámetros del método de Muskingum:

$$\begin{aligned} K &= 8 \text{ (horas)} \\ X &= 0,2 \\ \Delta t &= 4 \text{ hrs.} \end{aligned}$$

En la figura 4.10 aparece el hidrograma hasta el punto intermedio citado.

- d) En la figura 4.10 aparece el hidrograma "rastreado" hasta el punto intermedio del Río Claro, más el hidrograma de crecida de la hoya intermedia del Río Claro. Este hidrograma fue trasladado a Río Claro antes junta con Río Lircay, de acuerdo a lo explicado en el punto 4.3.2. b).

Para este análisis, se adoptaron los siguientes valores de los parámetros del método de Muskingum:

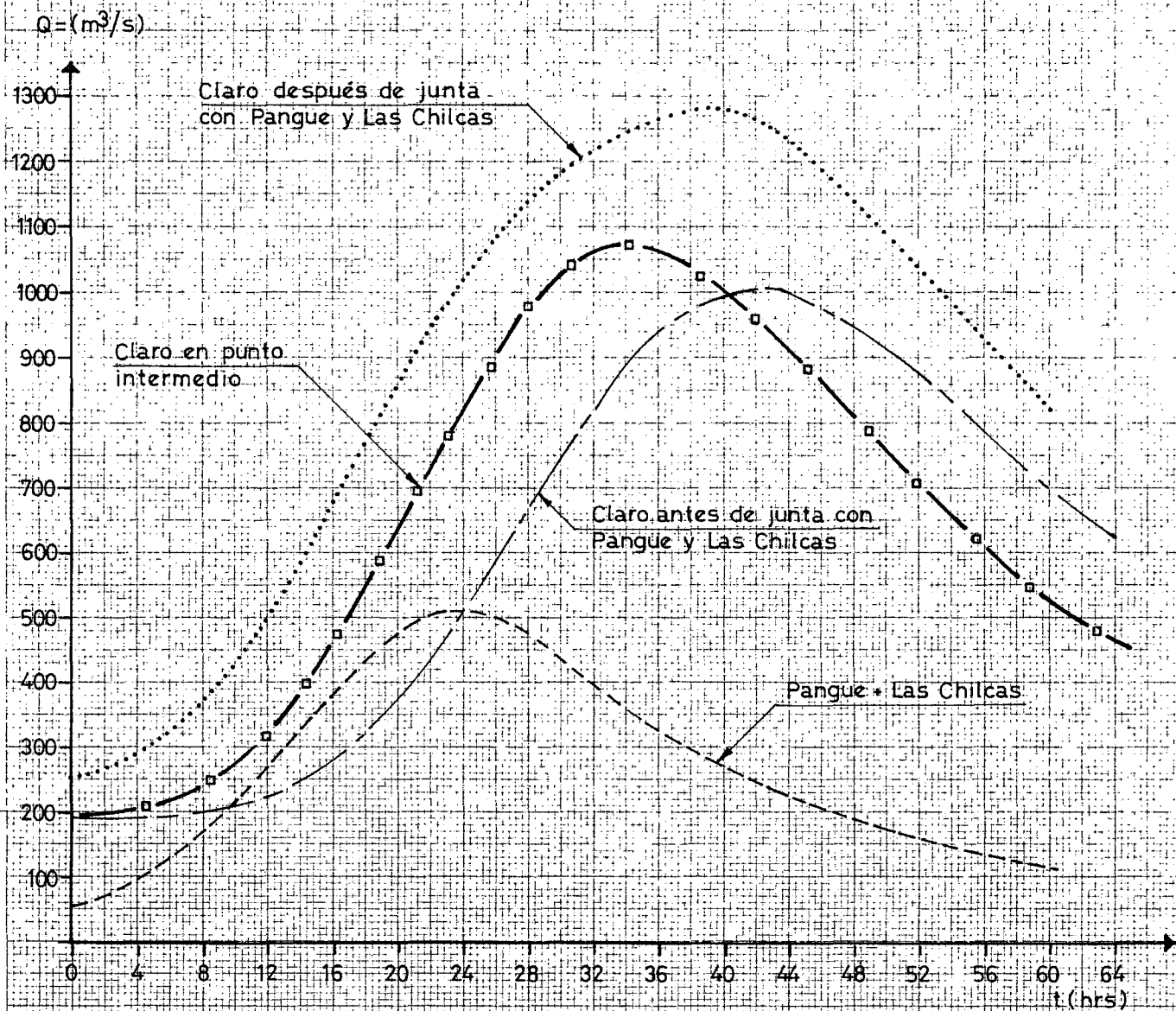
$$\begin{aligned} K &= 8 \text{ horas} \\ X &= 0,2 \\ \Delta t &= 4 \text{ hrs.} \end{aligned}$$

- e) Finalmente, al hidrograma obtenido en Río Claro antes junta con el Río Lircay, se sumaron los hidrogramas de crecida de los esteros Pangué y Las Chilcas resultando un caudal máximo de 1 280 m³/seg. Este caudal correspondería a la crecida con período de retorno de 20 años, en el Río Claro antes junta con el Río Lircay. El hidrograma aparece en la figura 4.11.

HIDROGRAMAS DE CRECIDAS

Río Claro

fig. 4-11



A N E X O I

Estadísticas Pluviométricas

PAPEL DE PROBABILIDADES EXTREMAS

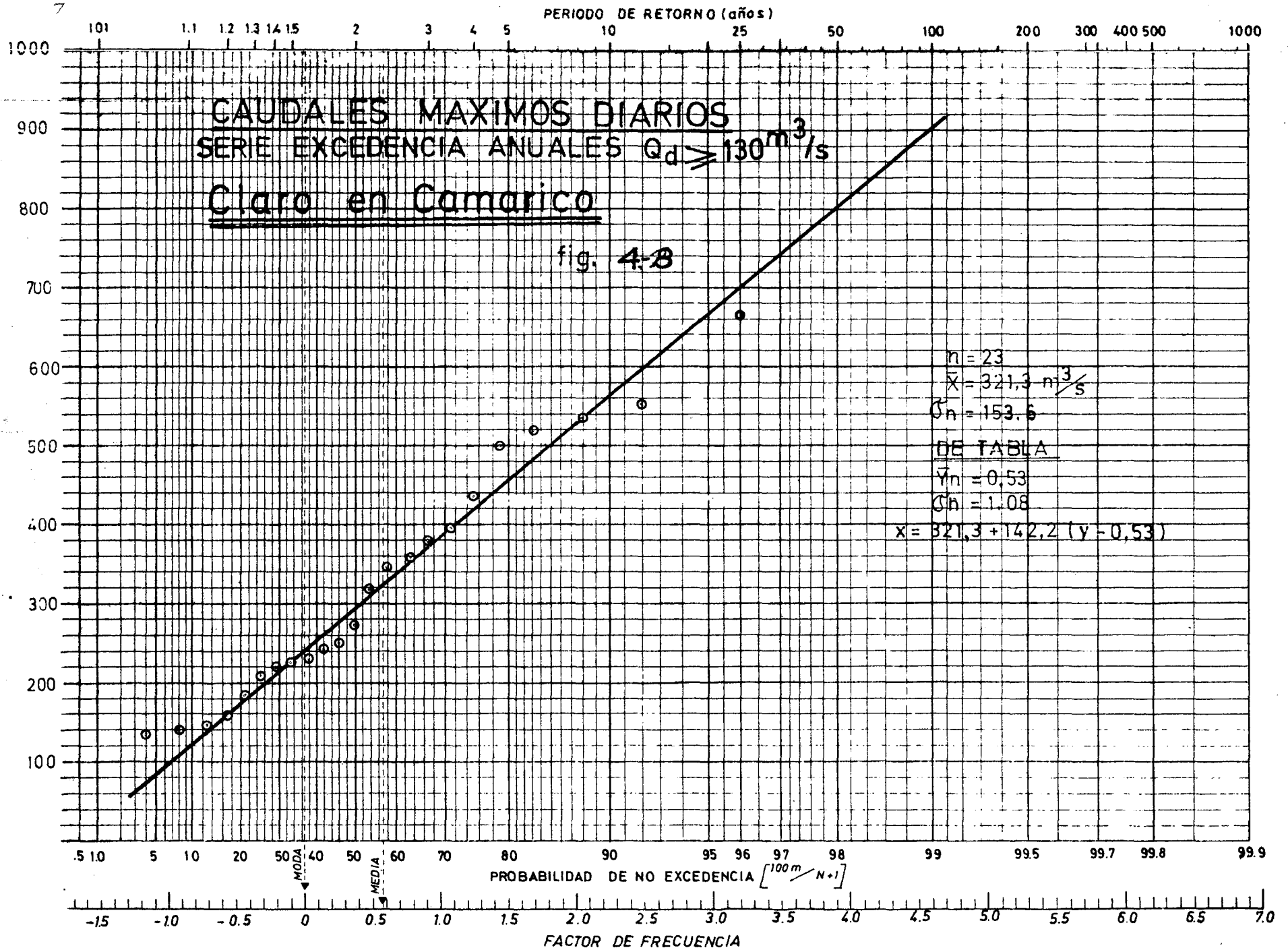


TABLA I . 1

Estación Curicó (OMC)

Latitud 34°58' S

Longitud 71°14' W

Estadística Original

Altura 225 ms nm

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Agos | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------|
| 1942 | | | 5 | 5 | 63 | 109 | 98 | 128 | 42 | 27 | 43 | | 520 |
| 43 | | | 15 | 13 | 96 | 168 | 115 | 92 | 203 | 16 | 14 | | 732 |
| 44 | 1 | 6 | 0,4 | 26,8 | 142,8 | 251 | 44,5 | 255,2 | 4,9 | 68,2 | 9,9 | | 810,7 |
| 45 | | 84,4 | 18,2 | 27,7 | 29 | 10,3 | 110,8 | 122 | 34,7 | 6,8 | 65,4 | | 509,3 |
| 46 | 65,2 | 1 | | 10,8 | 94,1 | 125,8 | 137 | 37,2 | 35,4 | 22 | 25,6 | 7 | 561,1 |
| 47 | | | 42 | 69,4 | 96,4 | 127,5 | 78,2 | 37,4 | 47,6 | 33,1 | | | 531,6 |
| 48 | 1 | 1 | | 103,4 | 101,1 | 110,3 | 292,6 | 47,5 | 41,5 | 16,3 | | 5 | 719,7 |
| 49 | | 6,3 | 20,4 | 7,3 | 279,4 | 145,5 | 21,7 | 29,5 | 1,1 | | 0,1 | 34,5 | 545,8 |
| 50 | | | 14,1 | 186 | 204,9 | 78,1 | 16,4 | 97,8 | 58,6 | 18,2 | 62,7 | | 736,8 |
| 51 | 74 | 3,7 | 12,8 | 23 | 58,5 | 267,4 | 292,2 | 36 | 55,5 | 1,5 | 6,3 | 2 | 766,3 |
| 52 | | | | | | | | | | | | | 630 (1) |
| 53 | | | | | | | | | | | | | 995 (1) |
| 54 | | | | | | | | | | | | | 675 (1) |
| 55 | | | | | | | | | | | | | 480 (1) |
| 56 | | | | | | | | | | | | | 685 (1) |
| 57 | | | | | | | | | | | | | 555 (1) |
| 58 | | | | | | | | | | | | | 660 (1) |
| 59 | 40 | 3,4 | 32 | 179 | 82 | 139 | 187 | 29 | 28 | 44 | | | 763,4 |
| 60 | | | 20 | 6 | 16 | 166 | 112 | 54 | 21 | 41 | | | 436 |
| 61 | 49,2 | | 84 | 7,6 | 19,9 | 120,1 | 120,6 | 191,4 | 160,3 | 10,6 | | | 763,7 |
| 62 | 0,3 | | | 1,8 | 26,2 | 244,8 | 20,2 | 70,3 | 31,7 | 36,3 | | | 431,6 |
| 63 | | | 36,9 | | 69,7 | 83,9 | 221,8 | 258,1 | 108,1 | 44,2 | 62,1 | | 884,8 |
| 64 | | | 2 | 17 | 21 | 85 | 116 | 172 | 3 | 7 | 29 | 68 | 520 |
| 65 | | 7 | | 127 | 108 | 40 | 313 | 294 | 31 | 62 | 28 | 18 | 1.028 |
| 66 | | | | 110 | 47 | 457 | 181 | 85 | 31 | 16 | 14 | 64 | 1.005 |
| 67 | 7,8 | 1,9 | | | 74 | 68 | 173 | 30 | 28 | 61 | 4,8 | | 448,5 |
| 68 | | | 6,3 | 40,5 | 12,6 | 34,1 | 21,4 | 57,4 | 57,9 | 5,7 | 12,7 | 18,8 | 267,4 |
| 69 | | | | 53,7 | 71 | 171,3 | 77,7 | 83,4 | 11,2 | 25,9 | 7,4 | | 501,6 |
| 70 | | | 2,2 | | 97,9 | 175,2 | 165 | 24,7 | 46 | 50,9 | | 6,3 | 568,2 |
| 71 | | | | 6,5 | 88,5 | 252 | 78,4 | 42,1 | 26,7 | 37,7 | | 51,7 | 583,6 |
| 72 | | | 74,2 | 8,5 | 406 | 216,3 | 126,7 | 322,5 | 129 | 59,2 | 39,3 | | 1.381,7 |
| 73 | | | | 1,2 | 171,3 | 67,7 | 193 | 11,5 | 1,1 | 99,9 | | 0,7 | 546,4 |
| 74 | 1,2 | | 1,7 | | 324,6 | 404,5 | 29 | 18,8 | 40,2 | 10,3 | 17 | 27,5 | 874,8 |
| 75 | | | 0,6 | 67,2 | 122,2 | 112,8 | 340,9 | 77 | 7,3 | 10 | 43,2 | | 781,4 |
| 76 | | 1,3 | 1 | 0,2 | 41,2 | 135,4 | 17,3 | 31,8 | 74,3 | 144,2 | 38 | 3,2 | 487,9 |

(1) Relleno anual por correlación con Talca

TABLA I. 2
Estación Curepto (OMC)

Latitud 34°58' S
Longitud 71°14' W
Altura 60 m s n m

Estadística Original

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|------|-----|--------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|-----------|
| 1942 | | | | | | | | | | | | | 820,9 (1) |
| 43 | | | | | | | (2) | | | | | | 633,9 (1) |
| 44 | | | | 33 | 127 | 266 | 39,8 | 266 | 25 | 87 | 4 | 0,0 | 847,8 |
| 45 | | | | | | | | | | | | | 456,2 (1) |
| 46 | 15 | 10 | | 15 | 55 | 90 | 80 | 115 | 45 | 35 | 13 | 6 | 479 |
| 47 | | | | 55 | 66 | 185 | 116 | 48 | 62 | 27 | | | 559 |
| 48 | | | | 72 | 73 | 94 | 315 | 48 | 54 | 15 | | | 671 |
| 49 | | 18 | 39 | | 209 | 179 | 26 | 33 | 4 | (2) | | 35 | 543 |
| 50 | | | | 150 | 259 | 182 | 26 | 164 | 18 | 29,8 | 73 | | 901,8 |
| 51 | 31 | 2 | 8 | 7 | 144 | 319 | 298 | 41 | 58 | 12 | 31 | (2) 2,1 | 954,1 |
| 52 | | 3,8(2) | 18,1(2) | | 231 | 101 | 109 | 10 | 49 | 51 | 0,5 | | 573,4 |
| 53 | 26 | | | 108 | 269 | 70 | 117 | 238 | 218 | 17 | 6 | 17 | 1.086 |
| 54 | | 11 | | 78 | 113 | 274 | 182 | 47 | 29 | 4 | | 16 | 754 |
| 55 | | | | | | | | | | | | | 448 (1) |
| 56 | | | | | | | | | | | | | 670,6 (1) |
| 57 | | | | | | | | | | | | | 529,6 (1) |
| 58 | | | | | | | | | | | | | 644,6 (1) |
| 59 | 82 | 4 | 42 | 176 | 110 | 148 | 228 | 87 | 25 | 47 | | | 949 |
| 60 | 10 | | 13 | 12 | 39 | 205 | 103 | 42 | 43 | 36 | 6 | | 509 |
| 61 | 28 | | 38 | | 43 | 245 | 210 | 173 | 175 | 18 | | 0,0 | 980 |
| 62 | | | 7 | 37 | 20 | 103 | 20 | 63 | 27 | 20 | | | 297 |
| 63 | | | 12 | 12 | 66 | 112 | 174 | 208 | 171 | 54 | 55 | | 864 |
| 64 | 7 | | | 2 | 6 | 68 | 88 | 134 | 10 | | 28 | 27 | 370 |
| 65 | | 20 | 0,0 | 138 | 83 | 44 | 434 | 268 | 9 | 33 | 18 | | 1.047 |
| 66 | | | | | | | | | | | | | 731,2 (1) |
| 67 | | | (2) | | 85 | 68 | 109 | 29 | 40 | 41 | 6,5 | | 376,5 |
| 68 | | 4,5 | 10,8 | 19,9 | 3,3 | 73,2 | 32,4 | 43,2 | 42,9 | 22,6 | 9,1 | 36,5 | 273,4 |
| 69 | | | | 46,5 | 106,9 | 204,4 | 91,2 | 50,5 | 23,2 | 20,7 | 6,8 | | 550,2 |
| 70 | 2,3 | | 0,7 | | 78,8 | 162,6 | 137,6 | 39,1 | 6,3 | 26,1 | | 9,6 | 463,1 |
| 71 | | | | 64,3 | 71,6 | 180,9 | 106,9 | 51,8 | 28,8 | 13 | | 12,8 | 530,1 |
| 72 | 0,1 | | 42 | 12,8 | 240,1 | 322,2 | 103,5 | 164,9 | 77,3 | 35,5 | 9,2 | | 1.007,6 |
| 73 | | | 1,2 | | 97 | 55,4 | 152 | 11,5 | 2,9 | 43,5 | | 8 | 371,5 |
| 74 | 3 | | 1,5 | | 209,1 | 295,1 | 25,3 | 18,2 | 18 | 17,6 | 23,5 | 10 | 621,3 |
| 75 | | 8,2 | | 30,4 | 140,6 | 148,7 | 225,1 | 79,7 | 9,3 | 19,8 | 27 | 2,2 | 691 |
| 76 | | | 3,1 | | 97,7 | 146,8 | 36,8 | 45,8 | 120,5 | 102,8 | 23,5 | 9 | 586 |

(1) Relleno anual por correlación con Estación Talca
Curicó
(2) Relleno por promedios Ponderados : Talca
Linarens

TABLA I.3
Estación Talca (DGA)

Latitud 35°26'
Longitud 71°40'
Altura 97 m s n m

Estadística Original

Precipitación en (mm)

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Agos | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|---------|
| 1942 | | 3 | 6 | 20 | 132 | 125 | 207 | 174 | 16 | 16 | 68 | 6 | 773 |
| 43 | | | 15 | 18 | 96 | 128 | 70 | 75 | 192 | 2 | 7 | 6 | 603 |
| 44 | 12 | | 0.1 | 22 | 79,7 | 217,2 | 31,7 | 214,6 | 8,6 | 80 | 5,2 | | 671,1 |
| 45 | 17 | 55,1 | 16,4 | 20 | 68,2 | 7,7 | 109,7 | 79,4 | 30,9 | 0,7 | 36,2 | 0,2 | 441,5 |
| 46 | 24 | 5 | | 20,6 | 58,2 | 80,6 | 118,8 | 50,9 | 21,3 | 24,9 | 13,5 | 11 | 428,8 |
| 47 | | | 13,3 | 65,2 | 102,5 | 178,1 | 82,9 | 49,8 | 71,4 | 38,5 | | | 601,7 |
| 48 | | | | 94,1 | 78,9 | 94,8 | 238 | 43,8 | 71 | 20,4 | | 6,7 | 648,7 |
| 49 | | 21,1 | 26,1 | 5,9 | 302 | 166,6 | 11,7 | 44,4 | 7 | | | 33,8 | 618,6 |
| 50 | | 2,4 | 23,8 | 156,4 | 202,3 | 125,2 | 19,8 | 118,1 | 49 | 25,7 | 75,2 | | 797,9 |
| 51 | 27,2 | 3,8 | 2,8 | 16,4 | 110,3 | 351 | 290,4 | 11,6 | 79,9 | 8,6 | 15 | 3,7 | 920,7 |
| 52 | | 4,4 | 25,3 | | 182,7 | 144,6 | 96,6 | 29,7 | 56,9 | 45,7 | | | 585,9 |
| 53 | 27,9 | | 0,8 | 44,1 | 216 | 79,1 | 133,8 | 163,2 | 219,5 | 41,9 | 1,2 | 13,2 | 940,7 |
| 54 | | 3,4 | | 59,4 | 79,6 | 227,4 | 186,5 | 35,3 | 22,2 | 1,5 | | 10 | 628,3 |
| 55 | | 22,4 | | 12,8 | 38,8 | 202,3 | 25,6 | 88,1 | 16,4 | 6,6 | 1 | 20 | 434 |
| 56 | 43,9 | 0,2 | 68,2 | 38 | 117 | 37,5 | 190,5 | 68,5 | 34 | 36 | 2,6 | | 636,4 |
| 57 | 5,1 | | | 13,1 | 185,7 | 38,2 | 109 | 91,4 | 27,4 | 23,8 | | 14,5 | 508,2 |
| 58 | | | 2,8 | 19,3 | 234,7 | 132,4 | 6 | 96,2 | 82,4 | | 29,3 | 9,6 | 612,7 |
| 59 | 75,7 | | 45,7 | 193,8 | 117,6 | 182,2 | 181,2 | 63,1 | 22,3 | 43,3 | | | 924,9 |
| 60 | 59,6 | | 35,4 | | 33 | 177,3 | 78,6 | 56,7 | 45,6 | 29,1 | 9 | | 524,3 |
| 61 | 41 | | 48,2 | | 37,4 | 192,1 | 118 | 141,8 | 154 | 17,5 | | | 750 |
| 62 | | | 0,9 | 10,5 | 20,5 | 120,2 | 17,6 | 57,1 | 17,8 | 13,2 | | | 257,8 |
| 63 | | | 16,2 | 11,4 | 69,8 | 91 | 175 | 185,5 | 114,9 | 38 | 46,1 | | 747,0 |
| 64 | 14 | | 10 | 2,5 | 10,8 | 71 | 68 | 101 | 5 | 2 | 5 | 55,4 | 344,7 |
| 65 | | 38 | | 113,5 | 93,5 | 59 | 327 | 257,5 | 9 | 5 | 20 | 5,5 | 928 |
| 66 | | | | 66,5 | 53 | 320 | 125,5 | 59,5 | 5 | 33,5 | 3 | 25,5 | 691,5 |
| 67 | 18,5 | 5,5 | | 4 | 129 | 81 | 103,5 | 27 | 35,5 | 44 | 6 | | 454 |
| 68 | | | 6 | 33,5 | | 68 | 24,5 | 32 | 46 | 10 | 17,5 | 31,5 | 269 |
| 69 | | | 2 | 19 | 134 | 183 | 35 | 77 | 37 | 29 | 7 | | 523 |
| 70 | | | 8 | | 73,5 | 145,5 | 156,5 | 32,5 | 30 | 14 | | 1 | 461 |
| 71 | | | | 40 | 143 | 193 | 70 | 56 | 22,5 | 10,5 | | 44 | 579 |
| 72 | 10 | | 64,5 | 14 | 280,5 | 290 | 115,5 | 260 | 99 | 49 | 17 | 4 | 1.203,5 |
| 73 | | 3 | | | 129,5 | 77,5 | 182,5 | 18,5 | 5,5 | 75 | | 3 | 494,5 |
| 74 | 3 | | 4 | | 191,3 | 307 | 32 | 30 | 27 | 24 | 9,8 | 10,2 | 638,3 |
| 75 | | 1 | 1 | 45 | 78,5 | 103,5 | 204 | 49 | 6 | 4 | 18 | 4 | 514 |
| 76 | | | | | 37 | 65 | 12 | 77 | 97 | 123,5 | 28 | 7 | 446,5 |

TABLA I. 4

Estación Linares (DGA)

Latitud 35°51' S
Longitud 71°36' W
Altura 154 m s n m

Estadística Original

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Total |
|------|------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|-----------|
| 1942 | | 3 | 5 | 12 | 204 | 137 | 163 | 225 | 15 | 30 | 61 | | 855 |
| 43 | | | 17 | 13 | 150 | 106 | 110 | 86 | 244 | | 14 | | 740 |
| 44 | 19 | 1 | | 23 | 159,2 | 281,1 | 67,4 | 277,2 | 48,7 | 107 | 36,8 | | 1.020,4 |
| 45 | | 129,7 | 29,6 | 51,3 | 177,2 | 24,4 | 158,2 | 170,5 | 62 | 113 | 61,7 | 4,5 | 880,4 |
| 46 | 35,4 | 6,6 | 0,4 | 29,4 | 108,6 | 99,4 | 221,6 | 68,4 | 45,6 | 42,9 | 49,6 | 14,8 | 722,7 |
| 47 | | | | 52 | 95,4 | 177,2 | 140,6 | 83,8 | 48 | 66,8 | | 0,8 | 664,6 |
| 48 | | 11 | | 188,4 | 129,6 | 161,2 | 300 | 51 | 102,4 | 41,8 | | 43,8 | 1.037,2 |
| 49 | | 23,6 | 19,2 | 10 | 246,9 | 115,4 | 20,1 | 64,3 | 4,2 | | | 42,2 | 545,9 |
| 50 | | 6,5 | 24,7 | 195,7 | 265,6 | 204,8 | 43,2 | 166,5 | 71,5 | 67,5 | 250 | 3 | 1.119,9 |
| 51 | 46,3 | 6,2 | 21,6 | 26,1 | 130,3 | 398,4 | 334,8 | 47,9 | 100,2 | 15 | 28,9 | 5,6 | 1.161,3 |
| 52 | | 4,6 | 15,5 | | 159,3 | 165,6 | 145,3 | 69,6 | 65,6 | 43,6 | 2 | | 671,1 |
| 53 | 37 | | 8 | 95,8 | 233,9 | 98,9 | 102 | 206,9 | 200,8 | 28,4 | 12,3 | 16,7 | 1.040,7 |
| 54 | | 10,2 | | 65,4 | 156,8 | 221,5 | 152 | 73,6 | 35,8 | 7,7 | 0,8 | 31,5 | 755,3 |
| 55 | | 24,3 | | 42 | 123,7 | 371,9 | 34,3 | 107,2 | 35,5 | 20,9 | 12,9 | 31,2 | 803,9 |
| 56 | 80,3 | 4 | 195,6 | 267,1 | 172,6 | 73,8 | 206,3 | 148,2 | 37,7 | 81,2 | 21 | | 1.287,8 |
| 57 | 9,2 | | | 29,7 | 188,3 | 41,9 | 140,1 | 191,6 | 50,6 | 30,7 | 12,3 | 18,8 | 713,2 |
| 58 | | | 13,5 | 35,6 | 234,3 | 152,9 | 45 | 174,3 | 154,7 | 15,5 | 71,9 | | 897,7 |
| 59 | 93,2 | 2,5 | 53,3 | 258,7 | 169,9 | 204,7 | 221,7 | 92,1 | 60,7 | 70,7 | | | 1.227,5 |
| 60 | 35,3 | | 71,5 | 32,3 | 65,9 | 225,8 | 108,7 | 62,3 | 56 | 56,1 | 6,5 | | 720,4 |
| 61 | 60,4 | | 73,7 | 4 | 51,8 | 185,2 | 189 | 198,7 | 217 | 34 | | | 1.013,8 |
| 62 | | | | 36,5 | 43,7 | 186,6 | 29,2 | 108,7 | 29,1 | 40,6 | | | 474,4 |
| 63 | | | 19,6 | 37,1 | 101,7 | 104,5 | 248,5 | 210,6 | 159,7 | 83,9 | 65,4 | 2,6 | 1.038,6 |
| 64 | 37 | | 12 | 8 | 26 | 99 | 83 | 136 | 14 | 4 | 19(2) | 68,1(2) | 506,1 |
| 65 | 3 | 54 | | 204 | 170 | 100 | 496 | 287 | 36 | 94 | 30 | 10 | 1.484 |
| 66 | | | | 120 | 85 | 363 | 130 | 146 | 36 | 36 | 13 | 61 | 990 |
| 67 | 33 | 6 | 1,9 | 5,6 | 173,9 | 71,3 | 135,1 | 57,2 | 119 | 42,7 | 19,8 | 1,2 | 666,7 |
| 68 | | 15,7 | 29,3 | 40,6 | 3,9 | 81 | 53,8 | 61,2 | 44,8 | 44,2 | 26,6 | 66,4 | 467,5 |
| 69 | | 1 | 3,4 | 59,1(2) | 158 | 334,5 | 123,5 | 119,5 | 36,5 | 43,5 | 9,5 | | 888,5 |
| 70 | 12,5 | 7 | 17,5 | 1 | 117 | 222,5 | 197,8 | 76 | 55,5 | 26 | 3 | 25 | 760,8 |
| 71 | | | | 5,5 | 34 | 181,5 | 193,5 | 82 | 40 | 32 | | 49,5 | 618 |
| 72 | 14 | | 64 | 32,5 | 382,5 | 52 | | | | | | | 1.590 (1) |
| 73 | | | | | | | | | | | | 23 | 669,1(1) |
| 74 | 8 | | 9,1 | | 314,9 | 450,3 | 44,2 | 21,8 | 36,9 | 33,9 | 32,2 | 23 | 974,3 |
| 75 | | 24,7 | 0,4 | 80,6 | 167,9 | 206,5 | 304,4 | 92,4 | 15,2 | 18 | 21,3 | 9,6 | 941 |
| 76 | 7 | 1,6 | 3 | 41,9 | 162 | 64,6 | 53 | 83,1 | | | | | |

- (1) Relleno anual por correlación con Embalse Digna
(2) Relleno por promedios ponderados: Aacoe en El Morro
Embalse Digna
Talca

TABLA I.5

| Precipitación Anual (mm) | | | | | | Precipitaciones Anuales Acumuladas Estaciones del Patrón (mm) | | | | | | Precipitaciones anuales corregidas, acumuladas (mm) | | | | |
|--------------------------|-----------------|------------------|--------------|----------------|---------|---|-----------|----------|-----------|----------|---------|---|---------|----------|-----------|----------|
| Año | Curicó (OMC) | Curepto (OMC) | Talca DGA | Linares DGA | Patrón | E.Curicó | E.Curepto | E.Talca | E.Linares | E.Patrón | Curicó | Curepto | Patrón | E.Curicó | E.Curepto | E.Patrón |
| 1942 | 520 | 820,9 | 773 | 855 | 722,2 | 520 | 820,9 | 773 | 855 | 722,2 | 576,7 | 697 | 725,4 | 567,7 | 697 | 725,4 |
| 43 | 732 | 633,9 | 603 | 740 | 677,2 | 1.252 | 1.454,3 | 1.376 | 1.595 | 1.399,4 | 811,8 | 538,2 | 673,3 | 1.379,5 | 1.235,2 | 1.398,7 |
| 44 | 810,7 | 847,8 | 671,1 | 1.020,4 | 837,5 | 2.062,7 | 2.302,6 | 2.047,1 | 2.615,4 | 2.236,9 | 899,1 | 719,8 | 827,6 | 2.278,6 | 1.955 | 2.226,3 |
| 45 | 509,3 | 456,2 | 441,5 | 880,4 | 571,4 | 2.572 | 2.758,8 | 2.488,6 | 3.495,8 | 2.808,3 | 564,8 | 387,3 | 568,5 | 2.843,4 | 2.342,3 | 2.794,8 |
| 46 | 561,1 | 479 | 408,8 | 722,7 | 547,9 | 3.133,1 | 3.237,8 | 2.917,4 | 4.218,5 | 3.356,2 | 622,3 | 406,7 | 545,1 | 3.465,7 | 2.749 | 3.339,9 |
| 47 | 531,6 | 559 | 601,7 | 664,6 | 589,2 | 3.664,7 | 3.796,8 | 3.519,1 | 4.883,1 | 3.945,4 | 589,6 | 474,6 | 582,6 | 4.055,3 | 3.223,6 | 3.922,5 |
| 48 | 719,7 | 671 | 648,7 | 1.037,2 | 769,2 | 4.384,4 | 4.467,8 | 4.167,8 | 5.920,3 | 4.714,6 | 798,2 | 569,7 | 763,5 | 4.853,5 | 3.793,3 | 4.686 |
| 49 | 545,8 | 543 | 618,6 | 545,9 | 563,3 | 4.930,2 | 5.010,8 | 4.786,4 | 6.466,7 | 5.277,9 | 605,3 | 461 | 557,7 | 5.458,8 | 4.254,3 | 5.243,7 |
| 50 | 736,8 | 901,8 | 797,9 | 1.199 | 908,9 | 5.667 | 5.912,6 | 5.584,3 | 7.665,2 | 6.189,8 | 817,1 | 765,6 | 894,9 | 6.275,9 | 5.019,9 | 6.138,6 |
| 51 | 766,3 | 954,1 | 920,7 | 1.161,3 | 950,6 | 6.433,3 | 6.866,7 | 6.505 | 8.826,5 | 7.137,4 | 849,9 | 810 | 935,5 | 7.125,8 | 5.829,9 | 7.074,1 |
| 52 | 630 | 573,4 | 585,9 | 671,1 | 615,1 | 7.063,3 | 7.440,1 | 7.090,9 | 9.497,6 | 7.752,5 | 598,7 | 488,8 | 610,6 | 7.824,5 | 6.316,7 | 7.684,7 |
| 53 | 995 | 1.086 | 940,7 | 1.040,7 | 1.015,6 | 8.058,3 | 8.526,1 | 8.031,6 | 10.538,3 | 8.768,1 | 1.103,5 | 922 | 1.001,7 | 8.928 | 7.238,7 | 8.686,4 |
| 54 | 675 | 754 | 628,3 | 755,3 | 703,2 | 8.733,3 | 9.280,1 | 8.659,9 | 11.293,6 | 9.471,3 | 748,6 | 640,2 | 693,1 | 9.676,6 | 7.878,9 | 9.379,5 |
| 55 | 480 | 448 | 434 | 803,9 | 541,5 | 9.213,3 | 9.728,1 | 9.093,9 | 12.097,5 | 10.012,8 | 532,3 | 380,4 | 537,7 | 10.208,9 | 8.259,3 | 9.917,2 |
| 56 | 685 | 670,6 | 636,4 | 1.287,8 | 820 | 9.898,3 | 10.398,7 | 9.730,3 | 13.385,3 | 10.832,8 | 759,7 | 569,4 | 813,3 | 10.968,6 | 8.828,7 | 10.730,5 |
| 57 | 555 | 529,6 | 508,2 | 713,2 | 576,5 | 10.453,3 | 10.928,3 | 10.238,5 | 14.098,5 | 11.409,3 | 615,5 | 449,6 | 571,6 | 11.584,1 | 9.278,3 | 11.302,1 |
| 58 | 660 | 644,6 | 612,7 | 897,7 | 703,8 | 11.113,3 | 11.572,9 | 10.851,2 | 14.996,2 | 12.113,1 | 732 | 547,3 | 697,4 | 12.316,1 | 9.825,6 | 11.999,5 |
| 59 | 763,4 | 949 | 924,9 | 1.227,5 | 966,2 | 11.876,7 | 12.521,9 | 11.776,1 | 16.223,7 | 13.079,3 | 846,6 | 805,7 | 951,2 | 13.162,7 | 10.631,3 | 12.950,7 |
| 60 | 436 | 509 | 524,3 | 720,4 | 547,4 | 12.312,7 | 13.030,9 | 12.300,4 | 16.944,1 | 13.626,7 | 483,5 | 432,1 | 540,1 | 13.646,2 | 11.063,4 | 13.490,8 |
| 61 | 763,7 | 980 | 750 | 1.013,8 | 876,7 | 13.076,4 | 14.010,9 | 13.050,4 | 17.957,9 | 14.503,4 | 847 | 832 | 860,7 | 14.493,2 | 11.895,4 | 14.351,5 |
| 62 | 431,6 | 297 | 257,8 | 474,4 | 365,2 | 13.508 | 14.307,9 | 13.308,2 | 18.432,3 | 14.868,6 | | 252,2 | 354,0 | 14.924,8 | 12.147,6 | 14.705,5 |
| 63 | 884,8 | 864 | 747,9 | 1.038,6 | 883,8 | 14.392,8 | 15.171,9 | 14.056,1 | 19.470,9 | 15.752,4 | | 733,6 | 851,2 | 15.809,6 | 12.881,2 | 15.556,7 |
| 64 | 520 | 370 | 344,7 | 506,1 | 435,2 | 14.912,8 | 15.541,9 | 14.400,8 | 19.977 | 16.187,6 | | 314,1 | 421,2 | 16.329,6 | 13.195,3 | 15.977,9 |
| 65 | 1.027,1 | 1.047 | 928 | 1.484 | 1.121,5 | 15.939,9 | 16.588,9 | 15.328,8 | 21.461 | 17.309,1 | | 888,9 | 1.082 | 17.356,7 | 14.084,2 | 17.059,9 |
| 66 | 1.005 | 731,2 | 691,5 | 990 | 854,4 | 16.944,9 | 17.320,1 | 16.020,3 | 22.451 | 18.163,5 | | | | 18.361,7 | 14.815,4 | 17.914,3 |
| 67 | 448,5 | 376,5 | 454 | 666,7 | 486,4 | 17.393,4 | 7.696,6 | 16.474,3 | 23.117,7 | 18.649,9 | | | | 18.810,2 | 15.191,9 | 18.400,7 |
| 68 | 267,4 | 273,4 | 269 | 467,5 | 319,3 | 17.660,8 | 17.970 | 16.743,3 | 23.585,2 | 18.969,2 | | | | 19.077,6 | 15.465,3 | 18.720 |
| 69 | 501,6 | 550,2 | 523 | 828,5 | 615,8 | 18.162,4 | 18.520,2 | 17.266,3 | 24.473,7 | 19.585,0 | | | | 19.579,2 | 16.015,5 | 19.335,8 |
| 70 | 568,2 | 463,1 | 461 | 760,8 | 563,3 | 18.730,6 | 18.983,3 | 17.727,3 | 25.234,5 | 20.148,3 | | | | 20.147,4 | 16.478,6 | 19.899,1 |
| 71 | 583,6 | 530,1 | 579 | 618 | 577,7 | 19.314,2 | 19.513,4 | 18.306,3 | 25.852,5 | 20.726,0 | | | | 20.731 | 17.008,7 | 20.476,8 |
| 72 | 1.381,7 | 1.007,6 | 1.203,5 | 1.590 | 1.295,7 | 20.695,9 | 20.521 | 19.509,8 | 27.442,5 | 22.021,7 | | | | 22.112,7 | 18.016,3 | 21.772,5 |
| 73 | 546,4 | 371,5 | 494,5 | 669,1 | 520,4 | 21.242,3 | 20.892,5 | 20.004,3 | 28.111,6 | 22.542,1 | | | | 22.659,1 | 18.387,8 | 22.292,9 |
| 74 | 874,8 | 621,3 | 638,3 | 974,3 | 777,2 | 22.117,1 | 21.513,8 | 20.642,6 | 29.085,9 | 23.319,3 | | | | 23.533,9 | 19.009,1 | 23.070,1 |
| 75 | 781,4 | 691,0 | 514 | 941 | 731,9 | 22.898,5 | 22.204,8 | 21.156,6 | 30.026,9 | 24.051,2 | | | | 24.315,3 | 19.700,1 | 23.802 |

TABLA I.6
Estación Fundo El Peral

Latitud:
Longitud:
Altura:

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 1942 | | 3,3 | 6,5 | 21,6 | 150,5 | 142,5 | 212,8 | 147,7 | 18,1 | 12,2 | 73,3 | 6,5 | 795 |
| 43 | | | 15,8 | 18,9 | 106,4 | 141,8 | 69,9 | 61,9 | 211,5 | 1,5 | 7,3 | | 635 |
| 44 | 13,5 | | 0,1 | 24,7 | 94,7 | 258 | 34 | 190 | 10,2 | 64 | 5,8 | | 695 |
| 45 | 19,2 | 62,2 | 18,5 | 22,6 | 81,4 | 9,2 | 118,1 | 70,6 | 36,7 | 0,5 | 40,8 | 0,2 | 480 |
| 46 | 26,9 | 5,6 | | 23,1 | 69,1 | 95,7 | 127,1 | 45 | 25,2 | 19,9 | 15,1 | 12,3 | 465 |
| 47 | | | 14 | 69 | 114,5 | 199,1 | 83,6 | 41,5 | 79,3 | 29,0 | | | 630 |
| 48 | | | | 100 | 88,7 | 106,5 | 241,2 | 36,7 | 79,3 | 15,4 | | | 675 |
| 49 | | 21,4 | 26,5 | 6 | 323,7 | 178,6 | 11,3 | 35,5 | 7,5 | | | 34,3 | 645 |
| 50 | | 2,5 | 24,7 | 162,2 | 221,9 | 137,3 | 19,6 | 96,5 | 53,4 | 18,9 | 78 | | 815 |
| 51 | 27,3 | 3,8 | 2,8 | 16,5 | 116,8 | 372 | 277,5 | 9,2 | 84,2 | 6,1 | 15,1 | 3,7 | 935 |
| 52 | | 4,7 | 26,6 | | 203,6 | 161,1 | 97 | 24,7 | 63 | 34,3 | | | 615 |
| 53 | 29,1 | | 0,9 | 46 | 238 | 87,2 | 133 | 134 | 240,6 | 31,1 | 1,3 | 13,8 | 955 |
| 54 | | 3,6 | | 62 | 87,8 | 251 | 185,6 | 29 | 24,4 | 1,2 | | 10,4 | 555 |
| 55 | | 26 | | 14,9 | 47,6 | 247,9 | 28,3 | 80,4 | 20 | 5,5 | 1,2 | 23,2 | 495 |
| 56 | 49,8 | 0,2 | 77,3 | 43,1 | 140,2 | 45 | 205,7 | 61,2 | 40,5 | 29,1 | 2,9 | | 695 |
| 57 | 5,9 | | | 15,2 | 227,9 | 46,9 | 120,7 | 83,5 | 33,4 | 19,7 | | 16,3 | 570 |
| 58 | | | 3 | 21,1 | 271,3 | 153,1 | 6,3 | 82,9 | 94,7 | | 32,1 | 10,5 | 675 |
| 59 | 82,1 | | 49,5 | 210 | 134,8 | 208,7 | 187,2 | 53,9 | 25,4 | 33,4 | | | 985 |
| 60 | 67,8 | | 40,3 | | 39,7 | 213 | 85,2 | 50,8 | 54,4 | 23,5 | 10,3 | | 585 |
| 61 | 45,4 | | 53,4 | | 43,9 | 225,4 | 124,8 | 123,8 | 179,5 | 13,8 | | | 810 |
| 62 | | | 1,1 | 12,9 | 39,5 | 156,1 | 20,6 | 55,2 | 23 | 11,6 | | | 320 |
| 63 | | | 18,6 | 13,1 | 84,3 | 109,9 | 190,5 | 167 | 138 | 30,9 | 52,7 | | 805 |
| 64 | 17,5 | | 12,4 | 3,1 | 14,3 | 93,8 | 81 | 99,3 | 6,6 | 1,7 | 6,2 | 69,1 | 405 |
| 65 | | 43,5 | | 129,7 | 113 | 71,3 | 356,4 | 231,9 | 10,9 | 4,1 | 22,9 | 6,3 | 990 |
| 66 | | | | 73 | 61,5 | 371,4 | 131,4 | 51,5 | 5,8 | 26,1 | 3,3 | 28 | 752 |
| 67 | 5 | 15 | | 2 | 128 | 73 | 88 | 28 | 37 | 30 | 10 | | 416 |
| 68 | | 1,5 | 7 | 27 | 3 | 64 | 25,5 | 46 | 37,5 | 30 | 21,5 | 45 | 308 |
| 69 | | | 2 | 60 | 113 | 230 | 70 | 60 | 34 | 29 | 10 | | 608 |
| 70 | | | 9 | | 104 | 163 | 177 | 34 | 44 | 19 | | 2 | 552 |
| 71 | 2 | | | 64 | 79 | 165 | 101 | 57 | 22 | 17 | | 90 | 597 |
| 72 | 3 | | 46 | 20 | 315 | 326 | 126 | 219 | 113 | 28 | 12 | | 1 208 |
| 73 | | | | 9 | 170 | 28 | 169 | 15 | 9 | 58 | | 7 | 515 |
| 74 | 3 | | 3 | | 268 | 373 | 29 | 34 | 21 | 17 | | | 748 |
| 75 | 0,2 | 3,7 | 0,3 | 46,9 | 128,2 | 146,4 | 198,4 | 59,6 | 8,5 | 10 | 11 | 1,3 | 615 |
| 76 | 2,1 | | 3 | | | | | | | | | | |

Nota: 1967 a 1976 Estadística Original
1942 a 1966 Estadística Sintetizada

TABLA I.7

Estación Fundo El Peral

Valores Sintetizados por Correlación (mm)

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual | Precip. anual correlac. |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----------|-------------------------------|
| 1942 | | 3,3 | 6,5 | 21,7 | 151,3 | 143,2 | 213,9 | 148,5 | 18,2 | 12,3 | 73,7 | 6,5 | 799,1 | 795 |
| 43 | | | 16,3 | 19,5 | 110 | 146,7 | 72,3 | 64,0 | 213,7 | 1,5 | 7,6 | | 656,6 | 635 |
| 44 | 13 | | 0,1 | 23,8 | 91,3 | 248,9 | 32,8 | 183,2 | 9,8 | 61,7 | 5,6 | | 670,2 | 695 |
| 45 | 18,4 | 59,7 | 17,8 | 21,7 | 78,1 | 8,8 | 113,4 | 67,8 | 35,2 | 0,5 | 39,2 | 0,2 | 460,8 | 480 |
| 46 | 26 | 5,4 | | 22,3 | 66,7 | 92,4 | 122,8 | 43,5 | 24,3 | 19,2 | 14,6 | 11,9 | 449,1 | 465 |
| 47 | | | 14,4 | 70,7 | 117,4 | 204,1 | 85,7 | 42,5 | 81,3 | 29,7 | | | 645,8 | 630 |
| 48 | | | | 102 | 90,4 | 108,6 | 295,9 | 37,4 | 30,9 | 15,7 | | 7,3 | 688,2 | 675 |
| 49 | | 22,9 | 28,3 | 6,4 | 346 | 190,9 | 12,1 | 37,9 | 8 | | | 35,6 | 689,1 | 645 |
| 50 | | 2,6 | 25,8 | 169,5 | 231,8 | 143,5 | 20,5 | 100,8 | 55,8 | 19,8 | 81,5 | | 851,6 | 815 |
| 51 | 29,5 | 4,1 | 3 | 17,8 | 126,4 | 402,2 | 300,1 | 9,9 | 91 | 6,6 | 16,3 | 4 | 11.010,9 | 935 |
| 52 | | 4,8 | 27,4 | | 209,3 | 165,7 | 99,8 | 25,4 | 64,8 | 35,3 | | | 632,5 | 615 |
| 53 | 30,2 | | 0,9 | 47,8 | 247,5 | 90,6 | 138,3 | 139,3 | 250 | 32,3 | 1,3 | 14,3 | 992,5 | 955 |
| 54 | | 3,7 | | 64,4 | 91,2 | 260,6 | 192,7 | 30,1 | 25,3 | 1,2 | | 10,8 | 680 | 655 |
| 55 | | 24,3 | | 13,9 | 44,5 | 231,8 | 26,5 | 75,2 | 18,7 | 5,1 | 1,1 | 21,7 | 462,8 | 495 |
| 56 | 47,6 | 0,2 | 73,9 | 41,2 | 134,1 | 43 | 196,8 | 58,5 | 38,7 | 27,8 | 2,8 | | 654,6 | 695 |
| 57 | 5,5 | | | 14,2 | 212,3 | 43,8 | 112,6 | 78 | 31,2 | 18,4 | | 15,7 | 532,2 | 570 |
| 58 | | | 3 | 20,9 | 268,9 | 151,7 | 6,2 | 82,1 | 93,8 | | 31,8 | 10,4 | 668,8 | 675 |
| 59 | 82,1 | | 49,5 | 210,1 | 134,8 | 208,8 | 187,2 | 53,9 | 25,4 | 33,4 | | | 985,2 | 985 |
| 60 | 64,6 | | 38,4 | | 37,8 | 203,2 | 81,2 | 48,4 | 51,9 | 22,4 | 9,8 | | 557,7 | 505 |
| 61 | 44,4 | | 52,2 | | 42,9 | 220,1 | 121,9 | 121 | 175,4 | 13,5 | | | 791,4 | 810 |
| 62 | | | 1 | 11,4 | 34,9 | 137,7 | 18,2 | 48,7 | 20,3 | 10,2 | | | 282,4 | 320 |
| 63 | | | 17,6 | 12,4 | 80 | 104,3 | 180,8 | 158,4 | 130,9 | 29,3 | 50 | | 763,7 | 805 |
| 64 | 15,2 | | 10,8 | 2,7 | 12,4 | 81,4 | 70,3 | 86,2 | 5,7 | 1,5 | 5,4 | 60 | 351,6 | 405 |
| 65 | | 41,2 | | 123 | 107,1 | 67,6 | 337,9 | 219,8 | 10,3 | 3,9 | 21,7 | 6 | 938,5 | 990 |
| 66 | | | | 72,1 | 60,7 | 366,7 | 129,7 | 50,8 | 5,7 | 25,8 | 3,3 | 27,6 | 742,4 | 752 |

Notas: - Meses de Mayo a Octubre obtenidos de correlaciones mensuales con Talca

- Meses de Noviembre a Abril: $P_{\text{Talca}} \frac{P_{\text{El Peral}}}{P_{\text{Talca}}}$

TABLA I.7

Estación Fundo El Peral

Valores Sintetizados por Correlación (mm)

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Annual | Precip. anual correlac. |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|----------|-------------------------------|
| 1942 | | 3,3 | 6,5 | 21,7 | 151,3 | 143,2 | 213,9 | 148,5 | 18,2 | 12,3 | 73,7 | 6,5 | 799,1 | 795 |
| 43 | | | 16,3 | 19,5 | 110 | 146,7 | 72,3 | 64,0 | 218,7 | 1,5 | 7,6 | | 656,6 | 635 |
| 44 | 13 | | 0,1 | 23,8 | 91,3 | 248,9 | 32,8 | 183,2 | 9,8 | 61,7 | 5,6 | | 670,2 | 695 |
| 45 | 18,4 | 59,7 | 17,8 | 21,7 | 78,1 | 8,8 | 113,4 | 67,8 | 35,2 | 0,5 | 39,2 | 0,2 | 460,8 | 430 |
| 46 | 26 | 5,4 | | 22,3 | 66,7 | 92,4 | 122,8 | 43,5 | 24,3 | 19,2 | 14,6 | 11,9 | 449,1 | 465 |
| 47 | | | 14,4 | 70,7 | 117,4 | 204,1 | 85,7 | 42,5 | 31,3 | 29,7 | | | 645,8 | 630 |
| 48 | | | | 102 | 90,4 | 108,6 | 295,9 | 37,4 | 30,9 | 15,7 | | 7,3 | 688,2 | 675 |
| 49 | | 22,9 | 28,3 | 6,4 | 346 | 190,9 | 12,1 | 37,9 | 8 | | | 36,6 | 689,1 | 645 |
| 50 | | 2,6 | 25,8 | 169,5 | 231,8 | 143,5 | 20,5 | 100,8 | 55,8 | 19,8 | 81,5 | | 851,6 | 815 |
| 51 | 29,5 | 4,1 | 3 | 17,8 | 126,4 | 402,2 | 300,1 | 9,9 | 91 | 6,6 | 16,3 | 4 | 11.010,9 | 935 |
| 52 | | 4,8 | 27,4 | | 209,3 | 165,7 | 99,8 | 25,4 | 64,8 | 33,3 | | | 632,5 | 615 |
| 53 | 30,2 | | 0,9 | 47,8 | 247,5 | 90,6 | 138,3 | 139,3 | 250 | 32,3 | 1,3 | 14,3 | 992,5 | 955 |
| 54 | | 3,7 | | 64,4 | 91,2 | 260,6 | 192,7 | 30,1 | 25,3 | 1,2 | | 10,8 | 680 | 655 |
| 55 | | 24,3 | | 13,9 | 44,5 | 231,8 | 26,5 | 75,2 | 18,7 | 5,1 | 1,1 | 21,7 | 462,8 | 495 |
| 56 | 47,6 | 0,2 | 73,9 | 41,2 | 134,1 | 43 | 196,8 | 58,5 | 38,7 | 27,8 | 2,8 | | 664,6 | 695 |
| 57 | 5,5 | | | 14,2 | 212,3 | 43,8 | 112,6 | 78 | 31,2 | 18,4 | | 15,7 | 532,2 | 570 |
| 58 | | | 3 | 20,9 | 268,9 | 151,7 | 6,2 | 82,1 | 93,8 | | 31,8 | 10,4 | 668,8 | 675 |
| 59 | 82,1 | | 49,5 | 210,1 | 134,8 | 208,8 | 187,2 | 53,9 | 25,4 | 33,4 | | | 985,2 | 985 |
| 60 | 64,6 | | 38,4 | | 37,8 | 203,2 | 81,2 | 48,4 | 51,9 | 22,4 | 9,8 | | 557,7 | 585 |
| 61 | 44,4 | | 52,2 | | 42,9 | 220,1 | 121,9 | 121 | 175,4 | 13,5 | | | 791,4 | 810 |
| 62 | | | 1 | 11,4 | 34,9 | 137,7 | 18,2 | 48,7 | 20,3 | 10,2 | | | 282,4 | 320 |
| 63 | | | 17,6 | 12,4 | 80 | 104,3 | 180,8 | 158,4 | 130,9 | 29,3 | 50 | | 763,7 | 805 |
| 64 | 15,2 | | 10,8 | 2,7 | 12,4 | 81,4 | 70,3 | 86,2 | 5,7 | 1,5 | 5,4 | 60 | 351,6 | 405 |
| 65 | | 41,2 | | 123 | 107,1 | 67,6 | 337,9 | 219,8 | 10,3 | 3,9 | 21,7 | 6 | 938,5 | 990 |
| 66 | | | | 72,1 | 60,7 | 366,7 | 129,7 | 50,8 | 5,7 | 25,8 | 3,3 | 27,6 | 742,4 | 752 |

Notas: - Meses de Mayo a Octubre obtenidos de correlaciones mensuales con Talca

- Meses de Noviembre a Abril: $P_{\text{Talca}} \frac{P_{\text{El Peral}}}{P_{\text{Talca}}}$

TABLA I.8

Análisis de Frecuencia

Precipitaciones Anuales Estación Fundo El Peral

| Nº de Orden | Precipitaciones Anuales (mm) | Probabilidad de Excedencia (%) |
|-------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 1159 | 2.9 |
| 2 | 961.5 | 5.7 |
| 3 | 946.5 | 8.6 |
| 4 | 932.4 | 11.4 |
| 5 | 928.6 | 14.3 |
| 6 | 821.7 | 17.1 |
| 7 | 816.3 | 20 |
| 8 | 803.6 | 22.9 |
| 9 | 801 | 25.7 |
| 10 | 781.3 | 28.6 |
| 11 | 772 | 31.4 |
| 12 | 746.2 | 34.3 |
| 13 | 722.9 | 37.1 |
| 14 | 712.3 | 40 |
| 15 | 677.4 | 42.9 |
| 16 | 644 | 45.7 |
| 17 | 632.8 | 48.6 |
| 18 | 624.1 | 51.4 |
| 19 | 616 | 54.3 |
| 20 | 615.9 | 57.1 |
| 21 | 615 | 60 |
| 22 | 613.7 | 62.9 |
| 23 | 596.3 | 65.7 |
| 24 | 575.7 | 68.6 |
| 25 | 573.6 | 71.4 |
| 26 | 567.1 | 74.3 |
| 27 | 545 | 77.1 |
| 28 | 521 | 80 |
| 29 | 446.5 | 82.9 |
| 30 | 418.6 | 85.7 |
| 31 | 412.6 | 88.6 |
| 32 | 404.5 | 91.4 |
| 33 | 337.5 | 94.3 |
| 34 | 301.5 | 97.1 |

TABLA I.9

Estación Constitución (OMC)

Latitud 35°20' S

Longitud 72°26' W

Altura 2 m s n m

Estadística Original

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Agos | Sep | Octu | Nov | Dic | Annual |
|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---------|
| 1942 | | 6 | 15 | 11 | 186 | 107 | 121 | 251 | 44 | 31 | 38 | | 810 |
| 43 | | | 22 | 43 | 174 | 138 | 151 | 145 | 161 | 6 | 11 | | 851 |
| 44 | | 8 | | 33 | 130,9 | 188,6 | 153,5 | 169,1 | 3,6 | 116,3 | 9,1 | | 812,1 |
| 45 | | 51 | 28 | 42 | 129,5 | 36,5 | 126,6 | 116,9 | 77,1 | | 28,8 | 1,2 | 637,6 |
| 46 | 19,3 | 8,3 | 0,9 | 43,2 | 126,5 | 160,9 | 173 | 130,1 | 61,3 | 11,1 | 35,1 | 2,3 | 778 |
| 47 | 2,5 | | 0,1 | 42,6 | 99,5 | 244,4 | 122,5 | 87,3 | 62,5 | 42,7 | 2,4 | | 556,5 |
| 48 | | 1,2 | | 19,4 | 176,9 | 152,2 | 295,6 | 63,7 | 99,4 | 35,4 | | 5,2 | 949 |
| 49 | | 16,6 | 16,8 | 11,3 | 295,7 | 170 | 49,1 | 51,9 | 7,5 | | 3 | 20,9 | 542,8 |
| 50 | | 1 | 12,7 | 133,3 | 308,3 | 239,4 | 111,4 | 215,5 | 114,5 | 32,2 | 142,4 | | 1 310,7 |
| 51 | 25,7 | 4,3 | 8,1 | 9,3 | 165 | 503,9 | 331,4 | 55,6 | 72,4 | 15,8 | 37,6 | 5,6 | 1 234,7 |
| 52 | | 6 | 40,7 | | 227,5 | 167,9 | 129,3 | 48,3 | 36,8 | 54,3 | 2,5 | | 713,3 |
| 53 | 39,1 | 6,9 | 13,6 | 56,2 | 459,1 | 132,9 | 200,2 | 328,7 | 272,1 | 38 | 5,9 | 11,8 | 1 564,5 |
| 54 | | 14,5 | | 78 | 184 | 294,2 | 180,1 | 55,5 | 31,4 | 33,8 | 5,1 | 21,2 | 898,4 |
| 55 | 0,5 | 20,8 | | 46,3 | 73,6 | 291,6 | 38,9 | 109,1 | 21,2 | 8 | | 11,6 | 621,6 |
| 56 | 32,6 | 3,6 | 133,6 | 51,9 | 157,2 | 94,7 | 216,8 | 53,1 | 46,9 | 23,8 | 20,8 | | 835 |
| 57 | 9 | | | 21,6 | 204,9 | 52,3 | 180,8 | 67,7 | -- | -- | -- | -- | -- |
| 58 | | | -- | -- | -- | 63 | 44 | 101 | 138,7 | 4 | 44 | | -- |
| 59 | 43,4 | | 26,4 | 225,8 | 143,1 | 181,7 | 214,3 | 73,6 | 55,2 | 35,6 | | | 999,1 |
| 60 | 11,9 | | 26 | 13,2 | 47,8 | 274,6 | 129,6 | 62,3 | 27,3 | 49,5 | 1,2 | 1,2 | 644,6 |
| 61 | 28,1 | | 65,4 | | 28,6 | 93 | 166,3 | 128,4 | 65,9 | 18,4 | | | 594,1 |
| 62 | | | 34 | 29 | 57,8 | 123,6 | 34,7 | 155,2 | 16,4 | 67,3 | 1,8 | | 519,8 |
| 63 | | | 7,2 | 35,3 | 68,3 | 152 | 133,2 | 176 | 224,4 | 30,4 | 77,1 | 3,2 | 907,1 |
| 64 | 10 | | 3 | 9 | 21 | 73 | 88 | 164 | 13 | 3 | 33 | 44 | 461 |
| 65 | | 24 | 1 | 104 | 104 | 86 | 401 | 209 | 32 | 48 | 27 | 11 | 1 047 |
| 66 | 0,6 | 1,5 | | 114 | 79 | 380 | 176 | 226 | 42 | 24 | 7 | 92 | 1 142,1 |
| 67 | 12 | 10 | 5,8 | 5 | 176 | 53 | 93 | 53 | 57 | 42 | 9,2 | 1,8 | 577,8 |
| 68 | | 1,5 | 4,4 | 25,3 | 4,4 | 70 | 43,9 | 47,4 | 75,3 | 40,1 | 23,5 | 27,6 | 363,4 |
| 69 | | 1,4 | 3 | 38,1 | 116,3 | 250,8 | 136 | 102,1 | 55,7 | 47,2 | 11,8 | | 762,4 |
| 70 | 11 | | 0,1 | 2,6 | 69 | 169,3 | 212 | 58,1 | 55,1 | 10,2 | 7,1 | 11,7 | 606,2 |
| 71 | | 2,2 | 0,6 | 47,8 | 79,7 | 172,1 | 148,8 | 120,2 | 38,7 | 27,9 | | 19,7 | 657,7 |
| 72 | 1 | | 27,3 | 16,2 | 291,1 | 265,7 | 171,3 | 226,5 | 129,6 | 58,3 | 26,2 | | 1 222,2 |
| 73 | | | 6,8 | 22,8 | 162 | 107 | 145,4 | 48,1 | 4,8 | 64,5 | 3,1 | 13,4 | 577,9 |
| 74 | 6,3 | | 0,5 | | 211,8 | 489,3 | 80,6 | 36,8 | 19,3 | 26,3 | 29,5 | 11,3 | 911,7 |
| 75 | | 11,6 | 1 | 41,8 | 217,7 | 154,2 | 276,8 | 91 | 19,7 | 35 | 28,3 | 5 | 882,1 |

TABLA I. 10
Estación Constitución (OMC)

Estadística Corregida

| Año | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Agos | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|------|------|------|--------------------|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------------------|---------------------|------|---------------------|-----------|
| 1957 | 9,7 | | | 23,2 | 220,3 | 56,2 | 194,4 | 72,8 | 95 ⁽³⁾ | 32,5 ⁽³⁾ | 6, | 19,9 ⁽³⁾ | 680 (2) |
| 58 | | | 9,5 ⁽³⁾ | 34,6 ⁽³⁾ | 313,6 ⁽³⁾ | 73,8 | 51,5 | 118,3 | 162,5 | 4,7 | 51,5 | | 820 (2) |
| 59 | 43,4 | | 26,4 | 225,8 | 143,1 | 181,7 | 214,3 | 73,6 | 55,2 | 35,6 | | | 999,1 |
| 60 | 11,9 | | 26 | 13,2 | 47,8 | 274,6 | 129,6 | 62,3 | 27,3 | 49,5 | 1,2 | 1,2 | 644,6 |
| 61 | 47 | | 109,4 | | 47,9 | 155,6 | 278,3 | 214,8 | 110,3 | 30,8 | | | 994,1 (1) |
| 62 | | | 34 | 29 | 57,8 | 123,6 | 34,7 | 155,2 | 16,4 | 67,3 | 1,8 | | 519,8 |
| 63 | | | 7,2 | 35,3 | 68,3 | 152 | 133,2 | 176 | 224,4 | 30,4 | 77,1 | 3,2 | 907,1 |
| 64 | 10 | | 3 | 9 | 21 | 73 | 88 | 164 | 13 | 3 | 33 | 44 | 461 |
| 65 | | 24 | 1 | 104 | 104 | 86 | 401 | 209 | 32 | 48 | 27 | 11 | 1.047 |
| 66 | 0,6 | 1,5 | | 114 | 79 | 380 | 176 | 226 | 42 | 24 | 7 | 92 | 1.142,1 |
| 67 | 12 | 10 | 5,8 | 5 | 176 | 53 | 93 | 53 | 57 | 42 | 9,2 | 1,8 | 577,8 |
| 68 | | 1,5 | 4,4 | 25,3 | 4,4 | 70 | 43,9 | 47,4 | 75,3 | 40,1 | 23,5 | 27,6 | 363,4 |
| 69 | | 1,4 | 3 | 38,1 | 116,3 | 250,8 | 136 | 102,1 | 55,7 | 47,2 | 11,8 | | 762,4 |
| 70 | 11 | | 0,1 | 2,6 | 69 | 169,3 | 212 | 58,1 | 55,1 | 10,2 | 7,1 | 11,7 | 606,2 |
| 71 | | 2,2 | 0,6 | 47,8 | 79,7 | 172,1 | 148,8 | 120,2 | 38,7 | 27,9 | | 19,7 | 657,7 |
| 72 | 1 | 27,3 | 16,2 | 291,1 | 291,1 | 265,7 | 171,3 | 226,5 | 129,6 | 58,3 | 26,2 | | 1.222,2 |
| 73 | | | 6,8 | 22,8 | 162 | 107 | 145,4 | 48,1 | 4,8 | 64,5 | 3,1 | 13,4 | 577,9 |
| 74 | 6,3 | | 0,5 | | 211,8 | 489,3 | 80,6 | 36,8 | 19,3 | 26,3 | 29,5 | 11,3 | 911,7 |
| 75 | | 11,6 | 1 | 49,8 | 217,7 | 154,2 | 276,8 | 91 | 19,7 | 35 | 28,3 | 5 | 882,1 |

- (1) Corregida por CDA
 (2) Relleno anual por correlación con Talca
 (3) Rellenos mensuales por promedios ponderados

TABLA I.11

Análisis de Frecuencia Precipitaciones Máximas en 24 hrs. Talca

| Año | Precipitación (mm) | m | Prob no exced. (100 m/N+1) | Precipitación (mm) |
|------|-----------------------|----|-------------------------------|-----------------------|
| 1942 | 62,4 | 1 | 96,9 | 111,7 |
| 43 | 75,0 | 2 | 93,8 | 106,3 |
| 44 | 62 | 3 | 90,6 | 88,8 |
| 45 | 52 | 4 | 87,5 | 79 |
| 46 | 41,8 | 5 | 84,4 | 75 |
| 47 | -- | 6 | 81,3 | 73,5 |
| 48 | 62,8 | 7 | 78,1 | 72,5 |
| 49 | 54,8 | 8 | 75 | 66,6 |
| 50 | 66,6 | 9 | 71,9 | 66,3 |
| 51 | 111,7 | 10 | 68,8 | 66 |
| 52 | 53,5 | 11 | 65,6 | 65 |
| 53 | 79 | 12 | 62,5 | 62,8 |
| 54 | 88,8 | 13 | 59,4 | 62,4 |
| 55 | 60,5 | 14 | 56,3 | 62 |
| 56 | 45 | 15 | 53,1 | 60,5 |
| 57 | 66,3 | 16 | 50 | 58,4 |
| 58 | 58,4 | 17 | 46,9 | 57 |
| 59 | 66 | 18 | 43,8 | 56 |
| 60 | 73,5 | 19 | 40,6 | 55 |
| 61 | 106,3 | 20 | 37,5 | 54,8 |
| 62 | 41 | 21 | 34,4 | 53,5 |
| 63 | 72,5 | 22 | 31,3 | 52 |
| 64 | 33 | 23 | 28,1 | 50 |
| 65 | 55 | 24 | 25 | 45 |
| 66 | 50 | 25 | 21,9 | 42 |
| 67 | 42 | 26 | 18,8 | 41,8 |
| 68 | 38 | 27 | 15,6 | 41 |
| 69 | 57 | 28 | 12,5 | 38 |
| 70 | 38 | 29 | 9,4 | 38 |
| 71 | 56 | 30 | 6,3 | 33 |
| 72 | 65 | 31 | 3,1 | 29 |
| 73 | 29 | | | |
| 74 | -- | | | |
| 75 | -- | | | |

Media: $\bar{x} = 60,1$ mm

Desviación standard: $\sigma_{\bar{x}} = 19,07$ mm

A N E X O I I

Antecedentes Fluviométricos

TABLA II-1

HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN CAMARICO
Control : D. G. A

Latitud : 35° 10' S
Longitud : 71° 23' G
Altura : 220 m s.m.
Area : 778 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | Caudal Mínimo Medio Diario | |
|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|-------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | | Fecha |
| 1936 | | | 5,78 | 6,37 | 40,6 | 49,8 | 31,4 | 28,7 | 33,9 | 25,7 | 26,8 | 12,5 | 26,2 | 225,0 | | | 3,40 |
| 1937 | 8,47 | 9,26 | 6,45 | 5,00 | 28,8 | 37,2 | 50,9 | 67,7 | 39,3 | 31,0 | 22,8 | 15,3 | 26,8 | 190,0 | | | 4,08 |
| 1938 | 5,84 | 3,87 | 5,97 | 3,56 | 7,73 | 16,7 | 24,8 | 16,2 | 18,1 | 20,2 | 26,8 | 13,4 | 13,6 | 161,0 | | | 3,40 |
| 1939 | 4,50 | 3,69 | 2,35 | 2,43 | 21,3 | 55,9 | 27,5 | 58,0 | 24,9 | 31,0 | 16,7 | 14,4 | 21,9 | 178,0 | | | 2,02 |
| 1940 | 6,67 | 7,26 | 6,69 | 9,96 | 69,6 | 70,2 | 114,0 | 50,9 | 32,0 | 46,6 | 21,7 | 12,6 | 37,3 | 270,0 | | | 3,40 |
| 1941 | 7,19 | 8,67 | 15,7 | 9,57 | 44,5 | 48,4 | 83,3 | 101,0 | 39,8 | 32,4 | 51,1 | 34,2 | 39,7 | 270,0 | | | 3,40 |
| 1942 | 23,2 | 11,2 | 12,8 | 10,4 | 19,6 | 29,1 | 24,7 | 87,6 | 27,1 | 29,9 | 32,7 | 20,3 | 27,4 | 270,0 | | | 7,86 |
| 1947 | | | | | | | | 15,3 | 17,9 | 21,5 | 13,5 | 4,23 | | | | | 1,80 |
| 1948 | 3,90 | 2,04 | 2,14 | 4,62 | 10,1 | 15,4 | 66,3 | 23,8 | 35,1 | 26,9 | 20,8 | 10,2 | 18,4 | 270,0 | | | 1,20 |
| 1949 | 5,24 | 4,0 | 6,61 | 3,79 | 46,6 | 53,0 | 16,7 | 13,9 | 9,20 | 7,13 | 5,40 | 3,29 | 14,6 | 215,0 | | | 1,80 |
| 1950 | 3,10 | 1,24 | 1,63 | 10,7 | 44,0 | 32,2 | 15,6 | 34,6 | 44,2 | 22,6 | 25,7 | 14,1 | 20,8 | 182,0 | | | 1,00 |
| 1951 | 6,18 | 4,99 | 5,59 | 4,49 | 7,59 | 55,1 | 74,7 | 32,8 | 36,4 | 21,4 | 16,5 | 18,3 | 23,7 | 225,0 | | | 3,30 |
| 1952 | 7,45 | 5,51 | 4,65 | 5,47 | 29,5 | 31,7 | — | 15,9 | 18,0 | 14,9 | 8,30 | 6,82 | 13,5 | 200,0 | | | 2,78 |
| 1953 | 5,22 | 2,37 | 2,19 | 2,11 | 32,0 | 18,1 | 41,5 | 102,0 | 106,0 | 40,5 | 32,8 | 25,2 | 34,2 | 538,0 | 983,0 | 19-AGO | 0,80 |
| 1954 | 12,3 | 7,81 | 6,41 | 10,6 | 9,95 | 43,1 | 43,9 | 28,9 | 24,1 | 11,9 | 13,6 | 8,94 | 18,5 | 131,0 | 178,0 | 12-JUL | 5,2 |
| 1955 | 4,01 | 2,37 | 2,37 | 2,78 | 7,24 | 42,2 | 19,9 | 22,9 | 28,6 | 11,9 | — | 7,76 | 13,8 | 61,7 | 83,8 | 29-AGO | 2,14 |
| 1956 | 5,83 | 3,91 | 3,94 | 4,16 | 9,24 | 8,08 | 16,2 | — | — | 22,0 | — | 8,88 | 9,10 | 53,2 | 83,2 | 15-JUL | 2,84 |
| 1957 | 6,38 | 5,19 | 2,05 | 1,98 | — | 16,7 | — | — | — | 14,6 | 16,7 | 9,79 | 9,20 | 23,6 | 28,5 | 24-OCT | 1,91 |
| 1958 | 2,27 | 2,94 | — | — | — | — | — | 53,9 | 31,5 | — | 19,9 | 6,79 | | 215,0 | 372,0 | 13-AGO | 0,01 |
| 1959 | 9,75 | 6,01 | 5,28 | 42,6 | 32,4 | 39,0 | 61,8 | 39,2 | 48,4 | 17,7 | 15,7 | 7,78 | 27,1 | 134,0 | 194,0 | 4-JUL | 3,61 |

OBSERVACIONES :

T A B L A I I-1 (continuación)

HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN CAMARICO
Control : D. G. A

altitud : 35° 10' S
longitud : 71° 23' O
Altura : 220 m s. m.
Area : 776 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------------------|---------------------------------|-------------|--------|-------------------------------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| 1960 | 7,63 | 6,38 | 5,94 | 5,67 | 5,25 | 19,1 | 22,6 | 19,2 | 18,1 | 17,8 | 13,4 | 7,52 | 12,4 | 106,0 | 144,0 | 21-JUN | 3,38 |
| 1961 | 5,24 | 2,55 | 12,1 | 4,55 | 3,23 | 14,0 | 30,1 | 29,0 | 82,5 | 47,4 | 20,2 | 11,3 | 21,8 | 248,0 | 272,0 | 27-SEP | 2,31 |
| 1962 | 5,46 | 5,55 | 5,28 | 4,58 | 4,03 | 17,4 | 13,5 | 16,7 | 8,31 | 18,0 | 12,0 | 8,73 | 10,0 | 99,4 | 151,0 | 27-JUN | 2,71 |
| 1963 | 4,33 | 3,20 | 4,55 | 4,84 | 5,49 | 8,82 | 44,9 | 22,3 | 61,2 | 38,6 | 49,6 | 26,4 | 22,9 | 360,0 | 615,0 | 2-SEP | 3,08 |
| 1964 | 11,8 | 6,99 | 9,12 | 7,46 | 6,61 | 11,4 | 16,7 | 20,3 | 19,1 | 10,3 | 10,1 | 18,4 | 12,4 | 78,0 | 130,0 | 24-DIC | 5,62 |
| 1965 | 5,17 | 3,98 | 3,08 | 12,3 | 46,5 | 37,7 | 98,1 | 108,0 | 29,2 | 33,5 | 24,4 | 20,3 | 3,52 | 433,0 | 718,0 | 15-AGO | 2,76 |
| 1966 | 11,7 | 10,1 | 10,0 | 12,7 | 13,6 | 73,8 | 59,4 | 30,7 | 28,7 | 15,1 | 18,1 | 21,5 | 25,5 | 317,0 | 445,0 | 15-JUN | 9,02 |
| 1967 | 7,82 | 5,74 | 6,31 | 5,24 | 8,0 | 10,2 | 12,6 | 12,3 | 14,1 | 17,4 | 12,7 | 7,95 | 10,0 | 52,8 | 105,0 | 17-JUL | 3,69 |
| 1968 | 4,01 | 2,38 | 2,50 | 2,89 | 3,42 | 3,15 | 2,64 | 3,85 | 3,12 | 3,12 | 2,56 | 2,20 | 3,0 | 9,60 | 17,2 | 17-AGO | 1,94 |
| 1969 | — | 1,06 | 1,18 | 2,26 | 11,3 | 56,0 | 27,9 | 26,8 | 12,8 | 3,41 | 8,10 | 6,68 | 14,3 | 523,0 | 986,0 | 7-JUN | 0,98 |
| 1970 | 4,25 | 3,16 | 2,93 | 2,75 | 5,30 | 15,9 | 29,7 | 21,5 | 15,1 | — | 10,4 | 6,23 | 10,7 | 102,0 | 170,0 | 29-JUL | 2,33 |
| 1971 | 4,11 | 2,54 | 2,42 | 3,0 | 10,4 | 36,4 | 35,8 | 31,0 | 17,6 | 12,0 | 7,43 | 6,41 | 14,1 | 180,0 | 395,0 | 20-JUL | 2,02 |
| 1972 | 3,60 | 160 | 3,65 | 4,25 | 88,9 | — | — | — | — | — | — | — | | — | — | — | 1,42 |
| 1973 | 5,24 | 5,04 | 6,10 | 5,19 | 10,5 | 15,1 | 40,6 | 24,0 | — | 17,0 | 11,0 | 7,16 | 13,4 | 144,0 | 244,0 | 8-JUL | 4,26 |
| 1974 | 5,19 | 3,50 | 3,98 | 4,30 | 30,5 | 52,1 | — | — | 18,8 | 11,8 | 10,8 | 7,99 | 14,9 | 380,0 | 631,0 | 20-MAY | 2,84 |
| 1975 | 6,73 | 3,47 | 4,60 | 8,65 | 16,3 | 21,5 | 53,9 | 28,2 | 18,7 | 10,0 | 16,2 | 8,98 | 16,4 | 128,0 | 181,0 | 13-JUL | 2,46 |
| 1976 | 4,96 | 4,17 | 3,95 | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

TABLA 11-2

HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO CLARO EN TALCA
Control : D. G. A.

Latitud 35° 25' S
Longitud 71° 42' O
Altura 150 m s. n.
Area : km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------------|---------------------------------|-------------|--------|-------------------------------------|
| | | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1958 | | | | | | | | | | | 33,0 | 21,2 | 27,0 | 39,5 | 40,8 * | 26-NOV | 15,7 |
| 1959 | 35,0 | 19,4 | 19,3 | 131,0 | 104,0 | 132,0 | 202,0 | 74,6 | 88,7 | 44,3 | 35,8 | 17,4 | 75,6 | 498,0 | 575,0 * | 25-ABR | 10,7 |
| 1960 | 19,0 | 15,0 | 21,4 | 19,2 | 28,7 | 94,5 | 129,0 | 93,8 | 75,1 | 90,3 | 59,6 | 33,5 | 56,8 | 422,0 | 457,0 | 22-JUN | 11,9 |
| 1961 | 24,2 | 9,9 | 32,6 | 12,3 | 12,5 | 82,6 | 118,0 | 102,0 | 254,0 | 106,0 | 45,7 | 23,4 | 69,0 | 725,0 | 945,0 | 26-SEP | 7,25 |
| 1962 | 15,4 | 15,7 | 20,3 | 20,4 | 18,4 | 71,7 | 29,2 | 53,9 | 75,0 | 39,3 | 21,8 | 13,2 | 32,9 | 542,0 | 664,0 | 27-JUN | 9,03 |
| 1963 | 7,27 | 8,18 | 15,3 | 14,7 | 24,1 | 26,6 | 137,0 | 81,7 | — | 81,2 | 91,1 | 47,0 | 49,0 | 583,0 | 955,0 | 20-AGO | 5,68 |
| 1964 | 17,4 | 12,3 | 24,8 | 25,6 | 20,9 | 25,5 | 41,1 | 65,6 | 38,2 | 24,3 | 19,6 | 38,8 | 29,6 | 345,0 | 449,0 | 18-AGO | 10,0 |
| 1965 | 7,80 | 13,9 | 11,0 | 74,6 | 106,0 | 77,3 | 308,0 | 330,0 | 55,0 | 90,2 | 63,3 | 45,5 | 99,6 | 1841,0 | — | 10-AGO | 6,87 |
| 1966 | 15,8 | 13,6 | 21,3 | 36,2 | 34,1 | 397,0 | 203,0 | 84,4 | 60,4 | 53,9 | 55,9 | 64,8 | 86,9 | 1227,0 | 1560,0 | 16-JUN | 10,0 |
| 1967 | 28,8 | 21,2 | 25,2 | 25,4 | 39,9 | 36,2 | 45,5 | 26,2 | 37,1 | 86,4 | 25,3 | 22,3 | 35,1 | 219,0 | 323,0 | 22-JUN | 11,0 |
| 1968 | 15,3 | 12,1 | 15,2 | 20,7 | 19,7 | 14,3 | 10,0 | 12,9 | 14,6 | 24,1 | 16,4 | 15,2 | 15,9 | 40,9 | 47,3 | 2-OCT | 8,20 |
| 1969 | 14,9 | 10,3 | 13,8 | 18,3 | 53,9 | 181,0 | 87,5 | 93,7 | 38,2 | 24,8 | 27,1 | 18,8 | 48,7 | 1130,0 | 1507,0 | 7-JUN | 9,19 |
| 1970 | 22,0 | 13,2 | 13,7 | 16,4 | 30,6 | 101,0 | 158,0 | 61,1 | 32,0 | 40,0 | 42,3 | 25,9 | 46,0 | 710,0 | 1050,0 | 29-JUL | 10,9 |
| 1971 | 20,0* | 13,4 | 13,3 | — | — | 82,9 | 121,0 | 86,7 | 48,5 | 47,8 | 56,9 | 29,2 | 55,2 | 539,0 | 1008,0 | 29-JUN | 10,7 |
| 1972 | 18,1 | 12,5 | 21,4 | 23,7 | 322,0 | 423,0 | 143,0 | 321,0 | 163,0 | 113,0 | 80,2 | 47,5 | 141,0 | ≥3000 | ≥3000 | 7-MAY | 10,8 |
| 1973 | 32,7 | 32,4 | 41,7 | 43,4 | 99,7 | 49,5 | 176,0 | 64,9 | 32,5 | — | — | — | 63,6 | 581,0 | 926,0 | 8-JUL | 25,0 |
| 1974 | — | 17,3 | 16,3 | 21,5 | 60,6 | 331,0 | 107,0 | 46,5 | 48,3 | 51,1 | 49,9 | 49,9 | 72,6 | 1368,0 | 1667,0 | 29-JUN | 14,8 |
| 1975 | 30,9 | 27,7 | 31,2 | 42,8 | 72,1 | 144,0 | 335,0 | 122,0 | 48,9 | 51,1 | 58,8 | 36,0 | 83,4 | 1378,0 | 2195,0 | 4-JUL | 25,2 |
| 1976 | 23,4 | 26,8 | 28,7 | 31,7 | 28,8 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : * VALOR INTERPOLADO

T A B L A 11-3

HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS
Control : D. G. A.

| | | | |
|----------|---|---------|-----------------|
| Latitud | : | 35° 29' | S |
| Longitud | : | 71° 17' | O |
| Altura | : | 240 | m s.m. |
| Area | : | 375 | km ² |

[illegible]

TABLA II-4

HOYA DEL RIO MAULE

Estación : RIO PURAPEL EN NIRIVILLO
Control : D. G. A.

Latitud : 35° 33' S
Longitud : 72° 05' 0
Altura : 96 m s.m.
Area : 259 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|--------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|---------------------------------|-------------|--------|----------------------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| 1957 | | | | 0,09 | 2,59 | 1,21 | 3,63 | 5,33 | 1,99 | 0,91 | 0,49 | 0,29 | 1,84 | 16,8 | 24,7 | 20 MAY | 0,05 |
| 1958 | 0,16 | 0,11 | 0,12 | 0,19 | 4,7 * | 7,13 | 4,22 | 6,40 | 4,42 | 2,30 | 0,88 | 0,34 | 2,39 | 33,3 | 60,0 | 1-JUN | 0,07 |
| 1959 | 0,19 | 0,19 | 0,14 | 0,61 | 3,61 | 6,56 | 12,0 | 6,91 | 5,0 | 2,17 | 1,05 | 0,49 | 3,24 | 25,3 | 36,2 | 13 AGO | 0,11 |
| 1960 | 0,30 | 0,22 | 0,25 | 0,33 | 0,54 | 5,69 | 4,63 | 2,87 | 2,20 | 1,33 | 0,59 | 0,23 | 1,60 | 40,3 | 69,6 | 21 JUN | 0,15 |
| 1961 | 0,15 | 0,19 | 0,26 | 0,20 | 0,22 | 3,73 | 7,90 | 6,27 | 11,1 | 3,66 | 1,33 | 0,71 | 2,98 | 31,6 | 37,6 | 18 JUL | 0,10 |
| 1962 | 0,30 | 0,22 | 0,23 | 0,37 | 0,48 | 2,30 | 1,43 | 2,59 | 0,87 | 1,06 | 0,38 | 0,17 | 0,87 | 20,1 | 26,8 | 14-AGO | 0,08 |
| 1963 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,09 | 0,24 | 1,23 | 7,91 | 7,33 | 11,7 | 2,23 | 1,46 | 0,76 | 2,76 | 30,0 | 49,8 | 23-AGO | 0,01 |
| 1964 | 0,33 | 0,23 | 0,21 | 0,27 | 0,42 | 0,83 | 1,83 | 2,52 | 1,65 | 0,65 | 0,29 | 0,27 | 0,79 | 9,10 | 12,2 | 6-JUL | 0,16 |
| 1965 | 0,12 | 0,11 | 0,08 | 0,53 | 1,11 | 1,94 | 10,9 | 11,4 | 3,09 | 1,95 | 0,99 | 0,73 | 2,75 | 42,9 | 63,5 | 15 AGO | 0,07 |
| 1966 | 0,31 | 0,27** | 0,23 | 0,50 | 1,56 | 11,5 | 9,80 | 9,64 | 4,68 | 2,60 | 1,03 | 1,39 | 3,93 | 36,2 | 59,8 | 13 JUN | 0,22 |
| 1967 | 0,45 | 0,29 | 0,25 | 0,35 | 2,35 | 2,25 | 3,79 | 2,08 | 2,35 | 1,06 | 0,46 | 0,19 | 1,32 | 11,6 | 13,0 | 22-MAY | 0,12 |
| 1968 | 0,09 | 0,04 | 0,12 | 0,19 | 0,28 | 0,42 | 0,53 | 0,65 | 0,36 | 0,32 | 0,15 | 0,02 | 0,26 | 1,77 | 1,86 | 18 AGO | 0,01 |
| 1969 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,68 | 9,51 | 5,16 | 5,82 | 3,89 | 1,18 | 0,50 | 0,12 | 2,24 | 37,1 | 57,1 | 7 JUN | 0,0 |
| 1970 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,47 | 2,98 | 4,75 | 4,62 | 1,06 | 0,73 | 0,29 | 0,13 | 1,27 | 19,5 | 22,9 | 30 JUL | 0,0 |
| 1971 | | | | | 0,61 | 5,18 | 5,58 | 5,97 | 2,23 | 1,35 | 0,53 | 0,38 | 2,73 | 37,5 | 100,0 | 29 JUN | 0,33 |
| 1972 | 0,23** | 0,08 | 0,16 | 0,53 | 35,6 | 7,92 | 2,93 | 6,85 | 6,70 | 3,74 | 2,18 | 0,98 | 6,70 | 166,0 | 170,0 | 9 MAY | 0,07 |
| 1973 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1974 | | | | | | | 3,31 | 7,01 | | | 0,49 | 0,40 | 2,80 | 7,53 | 7,63 | 2-AGO | 0,24 |
| 1975 | 0,17 | 0,15 | 0,17 | 0,36 | 1,70 | 7,94 | 19,2 | 5,49 | 2,08 | 1,19 | 0,67 | 0,38 | 3,29 | 150,0 | 202,0 | 3 JUL | 0,13 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES : (*) VALOR ESTIMADO
(* *) VALOR INTERPOLADO

TABLA II.5

HOYA DEL RIO MAULE

Estación: CANAL MAULE NORTE

Controlada por: D. DE AGUAS - ENDESA (Lm-Af)

Latitud: 35°42'30" S
 Longitud: 71°07' W
 Alt. de la estación: 461 m²
 Area de la cuenca: - Km²

CAUDAL MEDIO (m³/seg)

| Año | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1943 | 27.9 | 27.0 | 26.9 | 24.5 | 10.9 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 20.3 | 24.3 | 26.2 |
| 1944 | 26.2 | 25.0 | 23.9 | 19.2 | 6.0 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 9.48 | 18.4 | 20.6 | 25.2 |
| 1945 | 27.8 | 23.9 | 22.9 | 15.1 | 4.0 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 4.81 | 17.6 | 15.6 | 22.7 |
| 1946 | 23.6 | 24.4 | 20.9 | 15.1 | 10.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.6 | 20.5 | 19.0 | 22.9 |
| 1947 | 20.3 | 21.0 | 18.8 | 16.2 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.78 | 16.6 | 20.4 | 16.9 |
| 1948 | 17.4 | 20.5 | 17.8 | 6.39 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.66 | 17.8 | 18.9 | 20.0 |
| 1949 | 17.0 | 16.6 | 10.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.8 | 23.0 | 21.1 |
| 1950 | 23.6 | 24.0 | 22.4 | 9.16 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.77 | 10.2 | 15.4 | 16.8 |
| 1951 | 18.0 | 22.0 | 21.5 | 11.8 | 4.65 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.20 | 17.8 | 21.0 |
| 1952 | 23.0 | 23.0 | 14.8 | 8.90 | 3.85 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.65 | 15.8 | 21.0 | 24.0 |
| 1953 | 23.0 | 24.0 | 17.8 | 12.0 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.90 | 19.2 | 25.5 |
| 1954 | 21.5 | 22.5 | 22.0 | 5.90 | 0.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.85 | 19.0 | 24.0 | 28.5 |
| 1955 | 27.5 | 27.5 | 21.0 | 16.8 | 5.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | - | - | - |
| 1956 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 1957 | - | - | - | - | - | - | - | - | 3.40 | 21.5 | 26.0 | 27.5 |
| 1958 | 27.0 | 31.0 | 26.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.0 | 21.0 | 27.5 |
| 1959 | 27.5 | 17.9 | 19.0 | 4.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.44 | 18.0 | 20.4 | 29.0 |
| 1960 | 26.0 | 25.5 | 23.5 | 20.5 | 13.4 | 6.29 | 0.00 | 0.00 | 4.30 | 20.5 | 24.5 | 28.5 |
| 1961 | 28.0 | 29.0 | 12.4 | 9.40 | 4.95 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.0 | 25.5 | 29.0 |
| 1962 | 29.0 | 27.0 | 18.4 | 12.4 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.0 | 30.5 | 31.5 |
| 1963 | 31.5 | 31.5 | 28.5 | 24.0 | 17.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.4 | 11.8 | 20.0 |
| 1964 | 29.0 | 30.5 | 28.5 | 27.5 | 22.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.10 | 7.00 | 5.50 | 24.0 |
| 1965 | 27.5 | 26.5 | 25.5 | 11.2 | 6.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.4 | 22.5 | 25.0 |
| 1966 | 26.0 | 27.6 | 34.9 | 18.2 | 10.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.61 | 17.0 | 21.9 | 27.0 |
| 1967 | 36.2 | 36.3 | 36.2 | 27.0 | 2.63 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.74 | 18.4 | 26.6 | 36.6 |
| 1968 | 37.4 | 35.3 | 29.4 | 21.8 | 18.4 | 2.48 | 0.00 | 0.00 | 13.0 | 27.6 | 27.7 | 29.4 |
| 1969 | 31.7 | 33.9 | 26.7 | 16.8 | 5.77 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.19 | 22.4 | 31.1 | 32.8 |
| 1970 | 37.5 | 36.8 | 26.9 | 25.0 | 21.1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.48 | 22.1 | 32.6 | 32.3 |
| 1971 | 38.2 | 39.6 | 31.5 | 19.3 | 9.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.8 | 20.9 | 31.7 | 40.6 |
| 1972 | 41.1 | 36.3 | 28.9 | 18.2 | 2.7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.2 | 15.8 | 34.0 |
| 1973 | 42.1 | 42.5 | 42.1 | 28.0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.9 | 10.0 | 34.1 | 41.6 |
| 1974 | 37.2 | 42.4 | 31.4 | 30.3 | 12.6 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 27.0 | 37.0 | 36.2 |
| 1975 | 40.6 | 35.8 | 36.7 | 24.2 | 4.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.2 | 33.8 | 35.6 | 40.0 |
| 1976 | 51.3 | 40 * | 35 * | 20 * | 28.3 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.4 | 22.9 | 23.7 | 45.0 |
| 1977 | 51.3 | 51.4 | 43.4 | - | - | | | | | | | |

* Valores estimados

NOTA: Estadística entre Ene.71 y Mar.77 proporcionada por la Dirección de Riego - Talca

TABLA II-6

HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO COLORADO EN JUNTA CON PALOS
Control : D.G.A - ENDESA

Latitud : 35° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 600 m s.m.
Area : 883 km²

| AÑO | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Minimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------------------|---------------------------------|-------------|-------|-------------------------------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| 1941 | | | | | | 69,7 | 52,4 | 44,8 | 32,6 | 68,5 | 84,6 | 144,0 | | | | | |
| 1942 | 180,0 | 96,5 | 41,9 | 20,2 | 19,9 | 18,5 | 15,1 | 32,3 | 24,7 | 40,0 | 109,0 | 102,0 | | | | | |
| 1943 | 56,0 | 26,9 | 16,0 | 11,8 | 15,1 | 20,7 | 19,7 | 18,2 | 46,6 | 44,8 | 87,6 | 66,6 | | | | | |
| 1944 | 31,3 | 24,2 | 17,5 | 15,7 | 20,1 | 27,0 | 23,8 | 33,5 | 44,3 | 55,3 | 101,0 | 135,0 | | | | | |
| 1945 | 70,2 | 53,1 | 25,2 | 19,0 | 31,7 | 22,9 | 18,5 | 26,2 | 36,7 | 52,4 | 67,9 | 51,9 | | | | | |
| 1946 | 29,5 | 21,6 | 16,6 | 14,1 | 14,7 | 16,5 | 21,8 | 14,9 | 20,1 | 29,3 | 50,7 | 37,4 | | | | | |
| 1947 | 20,3 | 14,2 | 11,7 | 10,8 | 13,4 | 18,8 | 17,2 | 15,5 | 21,0 | 34,8 | 76,9 | 45,2 | | | | | |
| 1948 | 22,4 | 16,0 | 12,8 | 13,9 | 17,9 | 20,8 | 33,5 | 19,8 | 34,1 | 48,6 | 95,4 | 113,0 | | | | | |
| 1949 | 53,7 | 24,2 | 20,3 | 14,7 | 56,5 | 39,1 | 21,8 | 22,5 | 26,2 | 46,6 | 48,0 | 33,0 | | | | | |
| 1950 | 25,8 | — | — | — | — | — | — | — | — | 50,2 | 84,0 | 134,0 | | | | | |
| 1951 | 81,0 | 36,5 | 24,0 | 16,8 | 18,2 | 40,0 | 53,0 | 35,5 | 38,5 | 54,0 | 95,0 | 126,0 | | | | | |
| 1952 | 68,0 | 32,0 | 22,0 | 14,8 | 40,0 | 38,5 | 29,5 | 19,0 | 30,0 | 43,0 | 76,0 | 71,0 | | | | | |
| 1953 | 31,0 | 21,5 | 16,0 | 13,6 | 21,0 | 24,5 | 27,0 | 61,0 | 76,0 | 47,0 | 108,0 | 164,0 | | | | | |
| 1954 | 130,0 | 81,0 | 40,5 | 27,0 | 22,5 | 41,0 | 25,5 | 25,5 | 27,0 | 46,0 | 96,0 | 79,0 | | | | | |
| 1955 | 42,5 | 23,5 | 16,2 | 12,4 | 13,0 | 35,5 | 18,8 | 18,6 | 27,5 | 47,0 | 98,0 | 64,0 | | | | | |
| 1956 | 34,5 | 19,4 | 13,8 | 13,0 | 17,4 | 12,6 | 26,0 | 28,5 | 27,0 | 49,0 | 98,0 | 74,0 | | | | | |
| 1957 | 30,5 | 18,8 | 14,6 | 10,4 | 19,8 | 18,2 | 22,5 | 29,5 | 25,5 | 46,0 | 83,0 | 69,0 | | | | | |
| 1958 | 32,9 | 18,0 | 14,4 | 11,2 | 20,5 | 43,0 | 25,5 | 31,0 | 29,5 | 98,3 | 102,0 | 98,0 | | | | | |
| 1959 | 56,0 | 34,0 | 20,0 | 50,0 | 34,0 | 33,5 | 49,5 | — | — | — | — | — | | | | | |
| 1960 | 71,0 | 43,0 | 28,5 | — | 19,6 | 26,0 | 23,0 | 21,0 | 26,0 | 47,5 | 91,0 | 63,0 | | | | | |

HOYA DEL RIO MATAGUITO

Latitud : 35° 16' S.
 Longitud : 71° 01' O
 Altura : 600 m s.m.
 Area : 883 km²

[illegible]

TABLA II-7

HOYA DEL RIO MATAQUITO

RIO PALOS ANTES DE JUNTA CON COLORADO

D.G. A - ENDESA

Latitud : 35° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 599 m s.m.
Area : 506 km²

| Año | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|---------------------------------|-------------|-------|----------------------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| 1941 | | | | | | 56,9 | 43,9 | 43,5 | 31,7 | 48,9 | 64,5 | 75,3 | | | | | |
| 1942 | 83,3 | 60,6 | 38,5 | 24,5 | 23,3 | 20,3 | 17,6 | 41,0 | 20,8 | 27,8 | 54,6 | 52,7 | | | | | |
| 1943 | 37,7 | 23,9 | 16,5 | 12,6 | 14,5 | 14,0 | 12,7 | 12,2 | 34,1 | 36,3 | 53,6 | 35,8 | | | | | |
| 1944 | 19,1 | 14,1 | 10,5 | 9,70 | 11,7 | 18,9 | 14,9 | 23,0 | 25,0 | 37,1 | 58,7 | 72,0 | | | | | |
| 1945 | 45,3 | 42,0 | 24,6 | 18,2 | 28,8 | 21,3 | 16,3 | 21,7 | 30,3 | 34,3 | 44,5 | 37,8 | | | | | |
| 1946 | 26,2 | 19,6 | 14,2 | 12,1 | 12,8 | 13,6 | 20,2 | 14,0 | 18,1 | 22,2 | 33,8 | 27,4 | | | | | |
| 1947 | 17,0 | 12,3 | 10,5 | 9,70 | 10,8 | 14,9 | 14,6 | 13,1 | 16,5 | 24,9 | 46,9 | 31,6 | | | | | |
| 1948 | 18,5 | 13,4 | 11,2 | 11,7 | 15,2 | 17,6 | 26,9 | 15,7 | 24,0 | 35,1 | 57,4 | 61,0 | | | | | |
| 1949 | 32,7 | 19,5 | 18,9 | 14,0 | 36,1 | 33,7 | 19,5 | 20,3 | 19,0 | 26,5 | 33,0 | 27,0 | | | | | |
| 1950 | 14,9 | — | — | — | — | — | — | — | — | 34,5 | 46,5 | 73,0 | | | | | |
| 1951 | 49,0 | 26,0 | 17,2 | 13,0 | 13,8 | 29,0 | 37,0 | 21,5 | 22,5 | 28,0 | 44,5 | 65,0 | | | | | |
| 1952 | 42,5 | 22,0 | 15,4 | 11,0 | 30,0 | 29,0 | 24,0 | 18,2 | 23,0 | 26,5 | 36,5 | 37,0 | | | | | |
| 1953 | 22,5 | 15,6 | 12,2 | 11,4 | 17,4 | 16,8 | 18,8 | 27,0 | 37,0 | 47,0 | 63,0 | 83,0 | | | | | |
| 1954 | 68,0 | 53,0 | 34,0 | 25,0 | 20,5 | 31,5 | 18,6 | 17,0 | 18,2 | 28,0 | 47,2 | 43,8 | | | | | |
| 1955 | 29,0 | 19,8 | 14,8 | 12,6 | 13,0 | 29,1 | 15,4 | 15,0 | 18,8 | 28,0 | 44,0 | — | | | | | |
| 1956 | — | 17,0 | 14,2 | 12,8 | — | 22,5 | 22,5 | 20,0 | 30,0 | 47,6 | 43,5 | 25,7 | | | | | |
| 1957 | 25,7 | — | — | 10,0 | 17,2 | 15,0 | 17,6 | 20,0 | 17,2 | 20,0 | 38,5 | 36,5 | | | | | |
| 1958 | 21,0 | 17,0 | 13,8 | 12,6 | 17,7 | 31,3 | 21,5 | 25,1 | 22,5 | 39,2 | 55,3 | 49,8 | | | | | |
| 1959 | 34,5 | 24,5 | 18,2 | 35,5 | 27,5 | 27,0 | 34,5 | 24,0 | 34,0 | 32,5 | 53,2 | 61,8 | | | | | |
| 1960 | 50,1 | 33,0 | 23,5 | 19,5 | 16,6 | 21,5 | 19,0 | 17,2 | 17,8 | 24,5 | 44,5 | 34,5 | | | | | |

OBSERVACIONES :

T A B L A 11-7 (continuación)

HOYA DEL RIO MATAQUITO

Estación : RIO PALOS ANTES DE JUNTA CON COLORADO
Control : D. G.A. - ENDESA

Latitud : 31° 16' S
Longitud : 71° 01' O
Altura : 599 m s.m.
Area : 506 km²

| Año | CAUDAL MEDIO m ³ /s | | | | | | | | | | | | Promedio Anual | CAUDAL MAXIMO m ³ /s | | | Caudal Mínimo Medio Diario |
|------|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------------|---------------------------------|-------------|-------|----------------------------|
| | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | Medio Diario | INSTANTANEO | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | Caudal | Fecha | |
| 1961 | 20,0 | 15,0 | 21,6 | 13,0 | 11,4 | 18,2 | 20,0 | 19,6 | 38,1 | 49,4 | 61,6 | 61,6 | | | | | |
| 1962 | 47,9 | 34,0 | 23,0 | 17,2 | 12,6 | 17,0 | 14,2 | 17,0 | 16,1 | 26,0 | 42,5 | 29,5 | | | | | |
| 1963 | 14,6 | 11,4 | 11,5 | 19,0 | 10,0 | 14,5 | 22,0 | 24,5 | 28,5 | 37,9 | 55,6 | 66,4 | | | | | |
| 1964 | 65,5 | 43,2 | 29,5 | 17,0 | — | 16,8 | 17,8 | 17,6 | 22,0 | 30,5 | 38,0 | 40,0 | | | | | |
| 1965 | 27,0 | 18,8 | 13,4 | 29,0 | 27,9 | 32,4 | 33,5 | 40,0 | 24,5 | 34,4 | 53,2 | 49,6 | | | | | |
| 1966 | 49,1 | 34,7 | 26,2 | 24,2 | 16,9 | 31,1 | — | — | — | — | — | — | | | | | |
| 1967 | — | — | — | 17,6 | 17,2 | 14,7 | 13,1 | 13,2 | 15,0 | 29,8 | 39,3 | 33,1 | | | | | |
| 1968 | 7,63 | 4,39 | 11,3 | 12,9 | 11,4 | 9,81 | 8,87 | 10,4 | 13,1 | 10,9 | 17,6 | 13,1 | | | | | |
| 1969 | 10,3 | 8,34 | 8,08 | 8,57 | 15,7 | 37,1 | 23,2 | 19,3 | 19,4 | 18,3 | 31,6 | 43,0 | | | | | |
| 1970 | 27,3 | 18,8 | 14,9 | 11,9 | 11,3 | 12,7 | 15,4 | 14,6 | 16,1 | 30,6 | 33,4 | 34,2 | | | | | |
| 1971 | 22,6 | 15,3 | 12,3 | 10,6 | 17,3 | 14,7 | 27,1 | 23,0 | 17,6 | 28,5 | 37,1 | 30,8 | | | | | |
| 1972 | 22,6 | 15,4 | 13,3 | 10,3 | 41,4 | 25,2 | 28,8 | 63,7 | 35,3 | 35,0 | 39,4 | 86,1 | | | | | |
| 1973 | 68,9 | 46,7 | 31,1 | 21,4 | 32,0 | 19,5 | 24,8 | 18,0 | — | — | 39,2 | 39,3 | | | | | |
| 1974 | 30,2 | 20,7 | 15,6 | 12,6 | 27,3 | 27,3 | 22,3 | 18,1 | 19,1 | 28,2 | 41,3 | 43,5 | | | | | |
| 1975 | 34,3 | 26,3 | 17,2 | 18,3 | 20,0 | 23,2 | 36,3 | 22,7 | 22,4 | 28,9 | 44,6 | 56,5 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES :

TABLA II.8

ENERGIA GENERADA CENTRAL LIRCAY-TALCA EN MILES DE kWh
1950 - 1977 C.G.E.J (*)

| AÑO | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | TOTAL |
|------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|---------|
| 1950 | 372,2 | 248,2 | 426,5 | 591,9 | 580,3 | 488,4 | 719,9 | 733,2 | 738,2 | 782,3 | 847,4 | 772,9 | 7,301,4 |
| 1951 | 580,8 | 533,8 | 673,5 | 709,5 | 757,4 | 778,0 | 797,8 | 760,4 | 767,7 | 796,1 | 710,4 | 706,5 | 8,571,9 |
| 1952 | 403,6 | 77,1 | 610,4 | 628,8 | 732,1 | 755,1 | 887,0 | 872,6 | 776,4 | 837,7 | 603,4 | 474,4 | 7,658,8 |
| 1953 | 419,0 | 260,9 | 325,4 | 470,7 | 629,2 | 692,4 | 820,6 | 844,6 | 773,0 | 827,0 | 810,2 | 785,4 | 7,658,4 |
| 1954 | 519,3 | 403,7 | 491,2 | 621,5 | 750,4 | 831,7 | 920,7 | 903,0 | 765,4 | 869,2 | 801,1 | 675,0 | 8,552,2 |
| 1955 | 452,1 | 294,9 | 377,8 | 506,7 | 698,8 | 831,7 | 853,9 | 758,9 | 858,7 | 927,9 | 806,8 | 590,9 | 7,959,0 |
| 1956 | 729,3 | 427,9 | 693,6 | 763,1 | 673,9 | 716,4 | 740,4 | 842,4 | 814,9 | 936,8 | 855,4 | 742,3 | 7,966,4 |
| 1957 | 510,7 | 244,8 | 533,4 | 609,7 | 729,0 | 710,3 | 918,4 | 1023,7 | 866,2 | 945,2 | 864,6 | 755,3 | 8,711,3 |
| 1958 | 453,2 | 252,8 | 603,2 | 688,7 | 787,2 | 817,9 | 905,5 | 895,7 | 849,5 | 887,1 | 836,6 | 731,6 | 8,709,0 |
| 1959 | 589,9 | 430,0 | 686,2 | 827,1 | 825,3 | 816,1 | 844,5 | 858,8 | 783,1 | 820,0 | 810,7 | 662,0 | 8,953,7 |
| 1960 | 552,3 | 420,8 | 597,8 | 627,8 | 662,1 | 776,9 | 833,4 | 863,4 | 821,3 | 814,8 | 781,7 | 499,5 | 8,251,8 |
| 1961 | 544,4 | 360,1 | 600,6 | 491,5 | 528,9 | 782,2 | 850,3 | 849,6 | 796,8 | 830,1 | 801,6 | 765,3 | 8,201,4 |
| 1962 | 652,4 | 575,8 | 506,0 | 799,6 | 735,2 | 627,1 | 821,1 | 834,1 | 739,1 | 865,6 | 736,0 | 493,0 | 8,385,0 |
| 1963 | 295,9 | 355,0 | 390,2 | 600,3 | 616,4 | 565,0 | 613,3 | 597,2 | 558,1 | 569,6 | 596,5 | 625,6 | 6,383,1 |
| 1964 | 656,3 | 576,5 | 813,4 | 841,8 | 795,8 | 668,5 | 731,4 | 762,8 | 838,7 | 808,1 | 693,1 | 809,6 | 8,996,0 |
| 1965 | 504,5 | 528,2 | 653,2 | 750,6 | 816,5 | 917,3 | 818,8 | 755,9 | 757,5 | 822,6 | 786,6 | 734,5 | 8,746,2 |
| 1966 | 588,8 | 315,9 | 644,8 | 801,2 | 808,8 | 716,1 | 834,9 | 888,6 | 820,3 | 844,9 | 813,4 | 833,4 | 8,911,1 |
| 1967 | 828,0 | 737,5 | 821,1 | 758,2 | 757,5 | 708,4 | 711,5 | 700,0 | 795,0 | 805,0 | 700,0 | 787,4 | 9,109,6 |
| 1968 | 757,5 | 558,1 | 582,7 | 340,4 | 611,8 | 533,6 | 324,3 | 404,8 | 506,8 | 700,0 | 647,8 | 588,3 | 6,556,6 |
| 1969 | 526,7 | 364,2 | 473,0 | 532,1 | 718,4 | 696,9 | 750,6 | 687,7 | 733,7 | 693,1 | 709,9 | 637,9 | 7,524,2 |
| 1970 | 595,7 | 471,5 | 472,3 | 480,7 | 686,2 | 542,8 | 647,8 | 762,8 | 748,3 | 764,4 | 739,1 | 769,0 | 7,680,5 |
| 1971 | 675,4 | 537,4 | 578,9 | 573,5 | 624,1 | 540,5 | 637,9 | 654,9 | 642,5 | 678,5 | 637,9 | 588,8 | 7,369,3 |
| 1972 | 565,0 | 404,0 | 512,9 | 600,3 | 248,4 | 169,4 | 190,9 | 215,4 | 232,3 | 253,8 | 292,9 | 323,5 | 4,008,8 |
| 1973 | 343,5 | 309,9 | 541,6 | 318,9 | 313,6 | 328,9 | 329,7 | 353,4 | 335,8 | 343,5 | 326,6 | 345,8 | 4,190,2 |
| 1974 | 344,2 | 312,0 | 341,9 | 335,8 | 214,7 | 142,6 | 36,0 | 49,1 | 37,6 | 58,3 | 46,8 | 49,8 | 1,968,8 |
| 1975 | 38,3 | 25,3 | - | - | 29,9 | 39,9 | 133,4 | 39,9 | 20,7 | - | - | - | 327,4 |
| 1976 | - | - | - | NO SE GENERO | | | | - | - | - | - | - | - |
| 1977 | - | - | - | NO SE GENERO | | | | - | - | - | - | - | - |

(*) Datos proporcionados por la Compañía General de Electricidad Industrial

CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS CENTRAL HIDROELECTRICA LIRCAY-TALCA

[illegible]

TABLA II.10

RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS
CAUDAL MAXIMO INSTANTANEO

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1961 | | | | | | | | |
| 62 | | 387 | | 346 | 19 | 252 | | |
| 63 | 34 | 31 | 546 | 423 | 448 | 492 | 38 | |
| 64 | -- | 22 | 134 | 76 | 26 | 17 | 4,4 | 16 |
| 65 | -- | 386 | 1276 | 588 | 22 | 510 | 56 | 142 |
| 66 | 151 | 315 | 651 | 245 | 79 | 39 | 20 | 190 |
| 67 | 56 | 47 | 42 | 55 | 34 | 100 | | |
| 68 | | | | | | | | |
| 69 | 115 | 714 | 283 | 80 | 48 | | | |
| 70 | 63 | 170 | 225 | 51 | 24 | 71 | | |
| 71 | | 390 | 313 | 399 | 63 | | | |
| 72 | 1190 | 866 | 282 | 476 | 180 | 528 | 59 | |
| 73 | | | 135 | 60 | | 52 | | |
| 74 | 524 | | 111 | 27 | 38 | 23 | 28 | 24 |
| 75 | 61 | | 57 | 47 | 20 | | 83 | |
| 76 | | | | | | | | |

TABLA II.11

RIO LIRCAY EN PUENTE LAS RASTRAS
CAUDAL MAXIMO MEDIO DIARIO

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1961 | | | | | | | | |
| 62 | | 169 | | 95 | 15 | 147 | | |
| 63 | 25 | 20 | 171 | 204 | 305 | 260 | 97 | |
| 64 | | 17 | 43 | 52 | 23 | 15 | 3,3 | 8,9 |
| 65 | | 118 | 1040 | 461 | 22 | 152 | 27 | 41 |
| 66 | 31 | 176 | 366 | 112 | 42 | 25 | 17 | 89 |
| 67 | 34 | 25 | 24 | 27 | 25 | 57 | | |
| 68 | | | | | | | | |
| 69 | 51 | 343 | 136 | 58 | 31 | | | |
| 70 | 22 | 93 | 100 | 43 | 19 | 31 | | |
| 71 | | 108 | 180 | 180 | 34 | | | |
| 72 | 715 | 497 | 205 | 332 | 114 | 238 | 41 | |
| 73 | | | 64 | 30 | | 32 | | |
| 74 | 237 | | 91 | 22 | 29 | 15 | 15 | 15 |
| 75 | 51 | | 41 | 34 | 16 | | 31 | |
| 76 | | | | | | | | |

TABLA II.12

RIO CLARO EN CAMARICO. CAUDAL MAXIMO DIARIO.

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1948 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | 396,3 | 45,6 | 126,3 | 537,9 | 272,2 | | | |
| 54 | 29,5 | 80,8 | 124,8 | 52,4 | 26,5 | | | |
| 55 | 21,0 | | 35,6 | 61,7 | 97,2 | | | |
| 56 | 15,8 | 13,1 | 53,2 | -- | -- | | | |
| 57 | -- | 22,2 | -- | -- | -- | | | |
| 58 | -- | -- | -- | 215 | 71,7 | | | |
| 59 | 51,9 | 134,2 | 117,6 | 86,9 | 32,0 | | | |
| 60 | 16,98 | 105,8 | 43,7 | 23,2 | 27,7 | | | |
| 61 | 3,8 | 24,7 | 86,6 | 116,4 | 247,9 | | | |
| 62 | 6,6 | 99,4 | 23,1 | 57,5 | 14,6 | | | |
| 63 | 19,4 | 29,9 | 223,6 | 32,4 | 359,7 | 341,8 | 206,3 | 34,5 |
| 64 | 8,4 | 20,9 | 59,2 | 63,5 | 34,3 | 16,8 | 12,5 | 78 |
| 65 | 500,3 | 99,7 | 667,2 | 433,4 | 32,5 | | | |
| 66 | 38,6 | 240,9 | 316,9 | 70,6 | 50,6 | | | |
| 67 | 22,05 | 12,8 | 52,8 | 23,36 | 24,9 | | | |
| 68 | 4,26 | 4,0 | 3,3 | 9,6 | 5,6 | | | |
| 69 | 42,5 | 552,6 | 139,2 | 51,7 | 22,2 | | | |
| 70 | 17,4 | 62,7 | 101,6 | 48,2 | 18,2 | | | |
| 71 | 53,7 | 93,6 | 180,2 | 158 | 28,16 | | | |
| 72 | 519,5 | -- | -- | -- | -- | | | |
| 73 | 58,6 | 46,9 | 143,7 | 34,1 | | | | |
| 74 | 380 | 222,4 | -- | -- | 28,7 | | | |
| 75 | 82,3 | 41,5 | 128,4 | 43,5 | 22,7 | | | |
| 76 | | | | | | | | |

TABLA II.13

RIO CLARO EN CAMARICO

CAUDAL MAXIMO INSTANTANEO

| Año | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |
|------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 1948 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | |
| 51 | | | | | | | | |
| 52 | | | | | | | | |
| 53 | 635,4 | 78,2 | 181,5 | 983,1 | 349,4 | | | |
| 54 | 35,0 | 117,0 | 178,1 | 86,6 | 30,7 | | | |
| 55 | 25,8 | | 38,5 | 83,8 | 121,5 | | | |
| 56 | 24,9 | 16,3 | 83,2 | -- | -- | | | |
| 57 | -- | 23,4 | -- | -- | -- | | | |
| 58 | -- | -- | -- | 372 | 80,6 | | | |
| 59 | 59,9 | 175,8 | 194,3 | 130,1 | 40,2 | | | |
| 60 | 25,2 | 144,3 | 58,7 | 28,0 | 35,7 | | | |
| 61 | 3,9 | 30,7 | 98,9 | 154,0 | 271,5 | | | |
| 62 | 6,7 | 151,2 | 25,9 | 108 | 15,4 | | | |
| 63 | 21,7 | 42,2 | 394,7 | 61,2 | 615,1 | 552 | 297,3 | 40,0 |
| 64 | 9,1 | 24,9 | 125,1 | 77,2 | 40,6 | 19,1 | 14,4 | 129,5 |
| 65 | 707,8 | 225,15 | 971,5 | 717,5 | 35,8 | | | |
| 66 | 45,7 | 444,7 | 437,1 | 135,9 | 61,3 | | | |
| 67 | 27,1 | 14,6 | 105,0 | 32,1 | 27,5 | | | |
| 68 | 4,85 | 4,35 | 3,8 | 17,2 | 6,1 | | | |
| 69 | 57,7 | 985,9 | 241,9 | 67,5 | 32,6 | | | |
| 70 | 26,4 | 132,5 | 170,3 | 59,2 | 20,7 | | | |
| 71 | 86,9 | 312,9 | 394,5 | 292,6 | 34,9 | | | |
| 72 | 707,8 | -- | -- | -- | -- | | | |
| 73 | 78,4 | 76,8 | 243,7 | 36,6 | | | | |
| 74 | 630 | 549,8 | -- | -- | 37,8 | | | |
| 75 | 137,4 | 51,3 | 180,8 | 50,9 | 23,2 | | | |
| 76 | | | | | | | | |

ANEXO III

Modelo de Simulación Hidrológica (1)

-
- (1) Extraído de: Ferrer P.; E. Brown y L. Ayala "Simulación de Gastos Medios Mensuales en una Cuenca Pluvial". en 2° Coloquio Nacional de Ingeniería Hidráulica. Santiago, Chile, Agosto, 1973.

Figura III - 1

ESQUEMA CONCEPTUAL DEL MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA

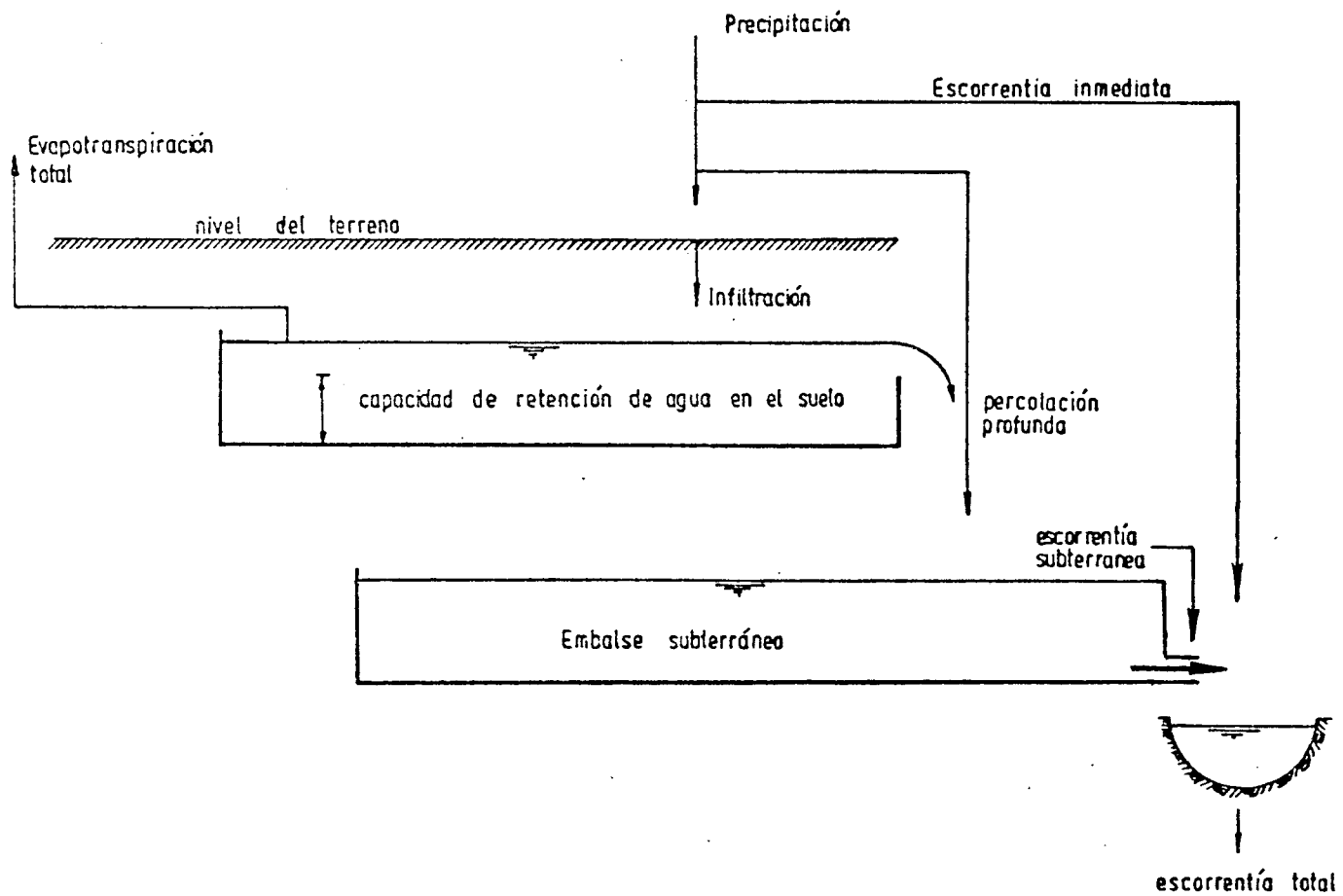
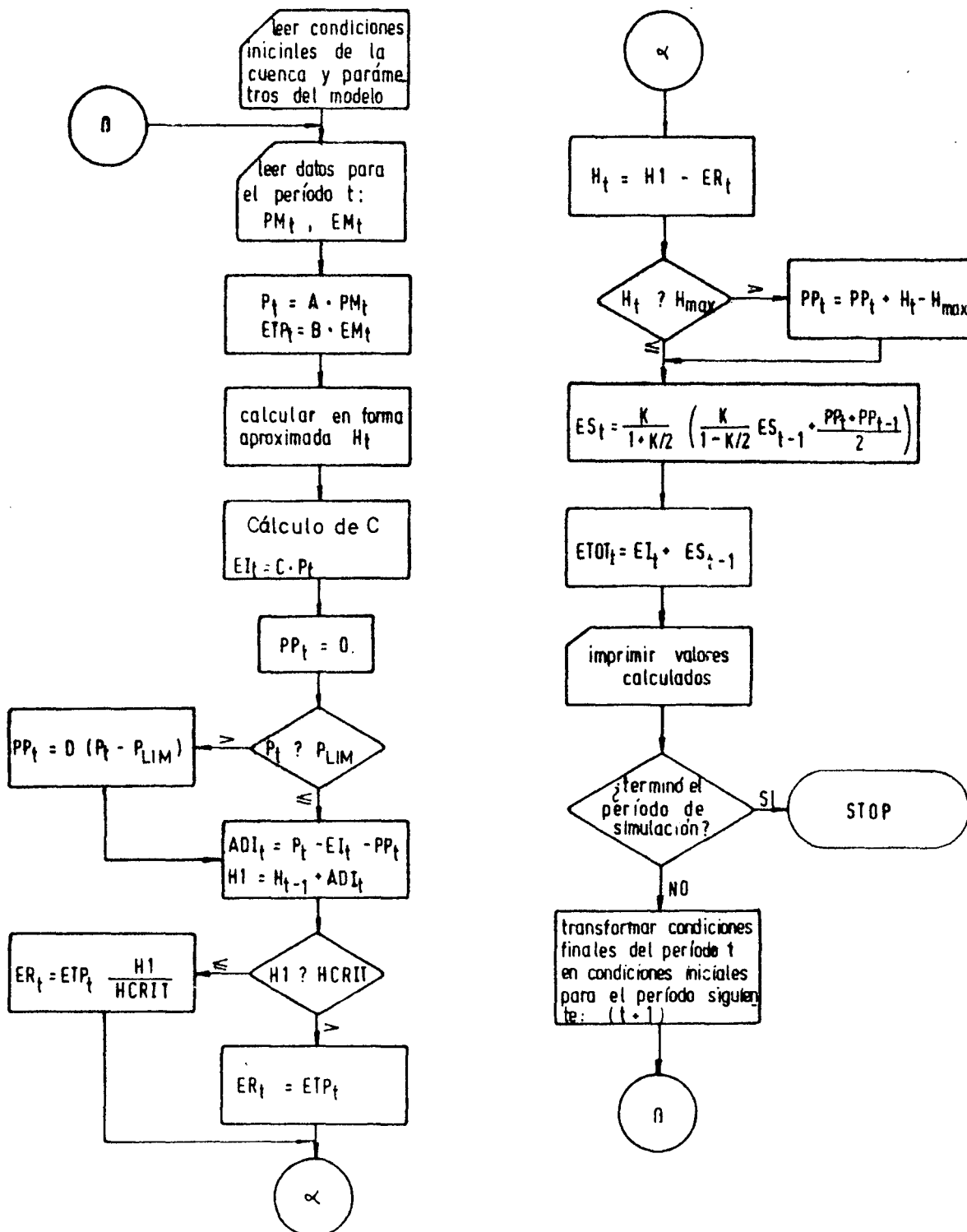


Figura III-2

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE SIMULACION HIDROLOGICA



III.1 Descripción del Modelo.

En la figura III.1 aparece un esquema conceptual del modelo, todos los elementos de embalse y todas las posibilidades de flujo de agua. A continuación se explica en base a esta figura, el funcionamiento del modelo.

En este modelo se ha considerado que existen dos elementos de embalse: (1) un volumen de almacenamiento cercano a la superficie del suelo, cuya magnitud representa la capacidad media de retención de agua en la cuenca y desde el cual se extrae agua para suplir las demandas evapotranspirativas. La cantidad de agua almacenada en esta capa representa la humedad del suelo en los primeros horizontes. (2) Un volumen subterráneo que retiene el agua que percola durante el invierno y que al vaciarse en forma lenta contribuye al escurrimiento subsuperficial y subterráneo, y que es el que produce la escorrentía en la sección de salida de la cuenca durante los períodos de estiaje.

Los aportes al embalse cercano a la superficie provienen de la precipitación que no escurre en forma inmediata y los aportes al embalse subterráneo están constituidos ya sea, por el rebalse (1), (cuando los aportes al embalse (1) más el agua retenida en ese embalse sobrepasan su capacidad máxima, o por agua de percolación proveniente directamente de la precipitación.

En la figura III.2 aparece el diagrama de flujo del modelo que permite explicar en forma detallada el funcionamiento del mismo.

A partir de los datos de evaporación y precipitación mensual y con las condiciones iniciales, (valores del mes anterior), de humedad del suelo, escorrentía subterránea y percolación profunda, el modelo calcula la escorrentía total y la evapotranspiración "real" del mes y además, determina las condiciones finales de humedad en el suelo, percolación profunda y escorrentía subterránea que serán las condiciones iniciales para el mes siguiente.

El proceso se inicia multiplicando los índices de precipitación (PM) y evaporación (EM) por dos parámetros A y B, respectivamente. Estos parámetros tienen por objeto alterar la información básica de entrada, de modo de considerar la posibilidad de que dichos índices no sean representativos de las condiciones medias de la cuenca. Además, si se utiliza como dato la evaporación desde un evaporímetro, el coeficiente B convier^{te} ese valor en una magnitud representativa de la evapotranspiración potencial media. Luego:

$$\begin{aligned} P_t &= A \cdot PM_t \\ ETP_t &= B \cdot EM_t \end{aligned}$$

donde:

- P_t : precipitación media sobre la cuenca en el mes t
 ETP_t : evapotranspiración potencial media en la cuenca en el mes t

A continuación se determina la escorrentía inmediata (EI_t) multiplicando la precipitación por un coeficiente de escorrentía C .

$$EI_t = C \cdot P_t$$

donde:

$$C = C_{\min} + (C_{\max} - C_{\min}) \frac{H_t + H_{t-1}}{2 H_{\max}}$$

- C_{\max} : coeficiente de escorrentía máximo cuando el suelo se encuentra saturado, (parámetro del modelo)
 C_{\min} : coeficiente mínimo de escorrentía cuando el suelo se encuentra seco (parámetro del modelo).
 H_t : nivel de humedad del suelo (almacenamiento del embalse cercano a la superficie) al final del mes t .
 H_{t-1} : nivel de humedad del suelo en el mes $t-1$
 H_{\max} : capacidad de retención de agua de los primeros horizontes del suelo; es igual al volumen máximo del embalse cercano a la superficie, (parámetro del modelo).

El agua de precipitación que no participa de la escorrentía inmediata puede infiltrarse, (aumentando la humedad del suelo), y percolar en forma profunda hacia el embalse subterráneo.

La percolación profunda (PP) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$PP_t = D \cdot (P_t - P_{LIM})$$

donde:

- D : porcentaje de la lluvia sobre P_{LIM} que se transforma en percolación profunda (parámetro del modelo).
 P_{LIM} : precipitación límite sobre la cual hay aportes directos al embalse subterráneo (parámetro del modelo).

De acuerdo con lo anterior, el agua disponible para infiltrarse en el suelo (ADI_t) queda dada por la siguiente expresión:

$$ADI_t = P_t - EI_t - PP_t$$

y el nuevo nivel de humedad en el suelo será

$$H_t = H - 1 + ADI_t$$

Lo primero que se debe satisfacer con esta agua almacenada es la evapotranspiración potencial (ETP). Para ello, se considera que la máxima capacidad de retención de agua en el suelo es H_{\max} (parámetro del modelo) y que además, existe un nivel crítico de humedad, H_{crit} , sobre el cual no existe dificultad para extraer agua para evaporación. Este nivel de humedad se calcula como un porcentaje de H_{\max} .

$$H_{\text{crit}} = \text{PORC} \cdot H_{\max} / 100$$

donde

PORC : es un porcentaje (parámetro del modelo).

Bajo este nivel crítico de humedad, la evapotranspiración real (ER), se supone que es proporcional a la evapotranspiración potencial y el factor de proporcionalidad es igual a la razón entre el nivel de humedad existente y el nivel crítico. Así:

$$ER_t = ETP_t \quad \text{si } H_{\text{crit}} \leq H_t \leq H_{\max}$$

$$ER_t = ETP_t \frac{H_t - H_{\text{crit}}}{H_{\max} - H_{\text{crit}}} \quad \text{si } 0 \leq H_t < H_{\text{crit}}$$

El nivel de humedad al final del período t será, por lo tanto:

$$H_t = H - 1 - ER_t$$

La percolación profunda total al embalse subterráneo se calcula como el exceso de agua sobre H_{\max} más la percolación profunda directa producida por la lluvia y que ya fue calculada. De manera que:

$$PP_t = PP_t + H_t - H_{\max} \quad \text{si } H_t > H_{\max}$$

$$PP_t = PP_t \quad \text{si } H_t \leq H_{\max}$$

El agua que percola en forma profunda constituye, como ya se dijo, el aporte o entrada al embalse subterráneo. En este modelo se supone que el embalse subterráneo se comporta como un embalse lineal, es decir, las entregas o salidas del embalse son proporcionales al volumen embalsado. Estas entregas constituyen la escorrentía subterránea (ES), en la cuenca. De acuerdo con lo anterior, se tiene:

$$ES_t = K \cdot V_t$$

donde :

K : constante de proporcionalidad (parámetro del modelo)

V_t : volumen del embalse subterráneo en el período t .

Ahora bien, la ecuación de continuidad se puede expresar de la siguiente forma:

$$zPP - ES = \frac{dV}{dt}$$

y si se discretiza se convierte en:

$$\frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} - \frac{ES_t + ES_{t-1}}{2} = \frac{V_t - V_{t-1}}{\Delta t}$$

Reemplazando la variable V por su equivalente expresado en función de la escorrentía subterránea, resulta:

$$\frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} - \frac{ES_t + ES_{t-1}}{2} = \frac{ES_t - ES_{t-1}}{K \cdot \Delta t}$$

En la ecuación anterior, si se expresa la escorrentía subterránea y la percolación profunda en términos de lámina de agua escurrida en el mes, se tendrá que $\Delta t = 1$. Despejando ES_t , se obtiene:

$$ES_t = \frac{K}{1 + K/2} \left(ES_{t-1} \frac{K}{1 - K/2} + \frac{PP_t + PP_{t-1}}{2} \right)$$

Como la escorrentía subterránea del mes $t-1$ y la percolación profunda del mes t y el mes $t-1$, son conocidas, la última ecuación permite calcular la escorrentía subterránea del mes t .

La escorrentía total en el período t ($ETOT_t$), será por lo tanto:

$$ETOT_t = EI_t + ES_t$$

En resumen, el modelo elaborado contiene 9 parámetros que son los siguientes:

Parámetro

Descripción

A

Factor que multiplica al índice de precipitación para hacerlo representativo de las condi-

| <u>Parámetro</u> | <u>Descripción</u> |
|------------------|---|
| | ciones medias de la cuenca. |
| B | Factor que multiplica al índice de evaporación para determinar la evapotranspiración potencial media de la cuenca. |
| C _{max} | Máximo coeficiente de escorrentía de la cuenca. |
| C _{min} | Coeficiente de escorrentía mínimo de la cuenca |
| D | Porcentaje de lluvia sobre una precipitación límite (P_{LIM}) que se incorpora directamente al embalse subterráneo. |
| P _{LIM} | Precipitación límite, bajo la cual no hay aportes directos de la precipitación al embalse subterráneo. |
| H _{max} | Máxima capacidad de retención de agua de los primeros horizontes de suelo. |
| PORC | Porcentaje de H _{max} bajo el cual la evapotranspiración real es restringida. |
| K | Coeficiente de proporcionalidad entre la escorrentía subterránea y el volumen embalsado en el embalse subterráneo. |

El modelo descrito está escrito en un programa de computación en lenguaje FORTRAN IV, operable en un computador digital IBM 360/40 o similar.

III.2 Calibración del Modelo de Simulación.-

La calibración del modelo consiste en realizar una serie de simulaciones haciendo variar los valores de los parámetros dentro de su rango físico posible y/o probable y comparar sus resultados con datos medidos. La combinación de parámetros que de la mejor concordancia entre ambas series de valores, señala el término de la calibración.

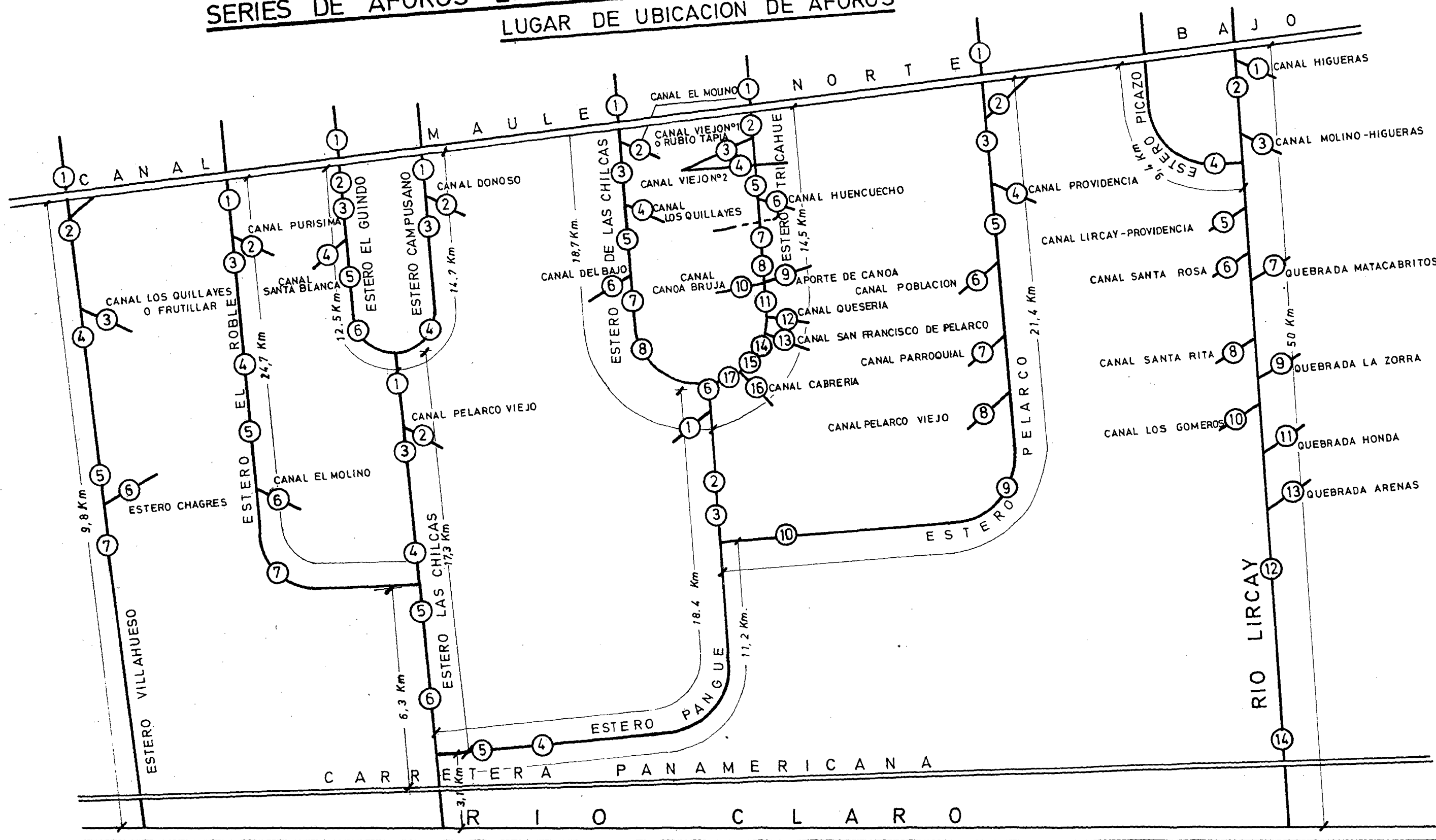
El modelo dispone de una metodología de optimización para acelerar el proceso de calibración. Esta metodología se describe extensivamente en la referencia original.

A N E X O I V

Corridas de aforos

1976-1977

SERIES DE AFOROS EN LA HOYA HIDROGRAFICA DEL RIO MAULE
LUGAR DE UBICACION DE AFOROS



BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

R Caudal de Recuperaciones.

[illegible]

BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

R Caudal de Recuperaciones.

[illegible]

HOYA HIDROGRAFICA RIO MAULE

BALANCES HIDRICOS DE CORRIDAS DE AFOROS

Nomenclatura:

Qa Caudal propio en cabecera.

Qap Caudal de aporte del canal Maule Norte Bajo

y otros esteros.

R Caudal de Recuperaciones.

Qb Caudal final de aguas abajo.

Qc Caudal extraído por canales.

CORRIDA DE AFOROS MES DE FEBRERO DE 1977

| NOMBRE ESTERO O RIO | DIA | Qa | + | Qap | + | R | = | Qb | + | S | Qc | R(m ³ /seg) | Qb(m ³ /seg) |
|-----------------------|-----|-------|---|-------|---|---|---|-------|---|--------|----|------------------------|-------------------------|
| RIO LIRCAY | 15 | 2,504 | + | 4,223 | + | R | = | 9,503 | + | 10,260 | | 13,036 | 9,503 |
| ESTERO PELARCO | 17 | 0 | + | 1,930 | + | R | = | 1,016 | + | 2,671 | | 1,757 | 1,016 |
| ESTERO TRICAHUE | 17 | 0 | + | 3,385 | + | R | = | 0,288 | + | 5,492 | | 2,395 | 0,288 |
| ESTERO DE LAS CHILCAS | 17 | 0,159 | + | 0 | + | R | = | 0,932 | + | 0,771 | | 1,544 | 0,932 |
| ESTERO PANGUE | 17 | | | 3,350 | + | R | = | 6,180 | + | 0 | | 2,830 | 6,180 |
| ESTERO CAMPUSANO | 16 | 1,596 | + | 0 | + | R | = | 0,852 | + | 1,427 | | 0,683 | 0,852 |
| ESTERO EL GUINDO | 16 | 0,273 | + | 0 | + | R | = | 1,681 | + | 0,329 | | 1,737 | 1,681 |
| ESTERO EL ROBLE | 16 | 1,395 | + | 0 | + | R | = | 2,043 | + | 1,498 | | 2,146 | 2,043 |
| ESTERO LAS CHILCAS | 16 | 2,533 | + | 2,043 | + | R | = | 5,874 | + | 1,680 | | 2,978 | 5,874 |
| | | | | | | | | | | | | <u>29,106</u> | <u>28,369</u> |

CORRIDA DE AFOROS MES DE MARZO DE 1977.

[illegible]

SERIES DE AFOROS EN LA HOYA HIDROGRAFICA DEL
RIO MAULE

LISTA DE LUGARES DE UBICACION DE AFOROS

A.- RIO LIRCAY

| Aforo Nº | Ubicación |
|----------|----------------------------------|
| 1 | Canal Higueras (2) |
| 2 | Río Lircay en Puente Las Rastras |
| 3 | Canal Molino-Higueras |
| 4 | Estero Picazo |
| 5 | Canal Lircay-Providencia |
| 6 | Canal Santa Rosa |
| 7 | Quebrada Matacabritos |
| 8 | Canal Santa Rita |
| 9 | Quebrada La Zorra |
| 10 | Canal Los Gómeros |
| 11 | Quebrada Honda |
| 12 | Río Lircay en Fundo La Higuera |
| 13 | Quebrada Arenas |
| 14 | Río Lircay en Panamericana |

B.- ESTERO PELARCO

| Aforo Nº | Ubicación |
|----------|--|
| 1 | Estero Pelarco antes C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Aporte del C. Maule Norte Bajo al Estero Pelarco |
| 3 | Estero Pelarco después de aporte |
| 4 | Canal Providencia |
| 5 | Estero Pelarco sobrante |
| 6 | Canal Población |
| 7 | Canal Parroquial |
| 8 | Canal Pelarco Viejo |
| 9 | Estero Pelarco antes de junta c/Estero Pangué |
| 10 | Estero Pelarco en desembocadura en Estero Pangué |

C.- ESTERO TRICAHUE

| Aforo Nº | Ubicación |
|----------|--|
| 1 | Estero Tricahue antes C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Estero Tricahue después C. Maule Norte Bajo |
| 3 | Canal Viejo Nº1 o Rubio Tapia |
| 4 | Canal Viejo Nº2 |
| 5 | Estero Tricahue después C.Viejo Nº2 |
| 6 | Canal Huencuecho |
| 7 | Estero Tricahue después de C. Huencuecho |
| 8 | Estero Tricahue antes de Canoa |
| 9 | Aporte de Canoa |
| 10 | Canal Canoa Bruja |
| 11 | Estero Tricahue antes de Canal Quesería |
| 12 | Canal Quesería |
| 13 | Canal San Francisco de Pelarco |
| 14 | Estero Tricahue después C. San Francisco de Pelarco |
| 15 | Estero Tricahue antes Canal Cabrería |
| 16 | Canal Cabrería |
| 17 | Estero Tricahue antes de junta c/ Estero de Las Chilcas. |

(2) Nota: Todos los aforos de los canales se han realizado en la bocatoma respectiva.

D.- ESTERO DE LAS CHILCAS

| NºAforo | Ubicación |
|---------|---|
| 1 | Estero de Las Chilcas antes C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal El Molino |
| 3 | Estero de Las Chilcas después de C. El Molino |
| 4 | Canal Los Quillayes |
| 5 | Estero de Las Chilcas después C. Los Quillayes |
| 6 | Canal del Bajo |
| 7 | Estero de Las Chilcas después de C. del Bajo |
| 8 | Estero de Las Chilcas antes junta con Estero Tricahue |

E.- ESTERO PANGUE

| NºAforo | Ubicación |
|---------|--|
| 1 | Canal Independencia |
| 2 | Est. Pangué antes junta c/Est. Pelarco 1ºbrazo |
| 3 | Est. Pangué antes junta c/Est. Pelarco 2ºbrazo |
| 4 | Est. Pangué antes junta c/Est. Las Chilcas 1º brazo |
| 5 | Est. Pangué antes junta c/Est. Las Chilcas 2º brazo |
| 6 | Est. Pangué después junta Est. De Las Chilcas y Tricahue |

F.- ESTERO CAMPUSANO

| NºAforo | Ubicación |
|---------|--|
| 1 | Est. Campusano después cruce C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal Donoso |
| 3 | Est. Campusano después C. Donoso |
| 4 | Est. Campusano antes junta c/Est. El Guindo |

G.- ESTERO EL GUINDO

| NºAforo | Ubicación |
|---------|---|
| 1 | Est. El Guindo antes C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Est. El Guindo después aporte C. Maule Norte Bajo |
| 3 | Est. El Guindo antes C. Santa Blanca |
| 4 | Canal Santa Blanca |
| 5 | Est. El Guindo después C. Santa Blanca |
| 6 | Est. El Guindo antes junta c/Est. Campusano |

H.- ESTERO EL ROBLE

| NºAforo | Ubicación |
|---------|---|
| 1 | Est. El Roble 300 m aguas abajo C. Maule Norte Bajo |
| 2 | Canal Purísima |
| 3 | Est. El roble sobrante |
| 4 | Est. El Roble en Santa María de Chagres |
| 5 | Est. El Roble antes C. Molino |
| 6 | Canal El Molino |
| 7 | Est. El Roble antes junta c/Est. Las Chilcas |

I.- ESTERO LAS CHILCAS

| NºAforo | Ubicación |
|---------|--|
| 1 | Est. Las Chilcas después junta de Est. El Guindo y Campusano |
| 2 | Canal Pelarco Viejo |
| 3 | Est. Las Chilcas después Canal Pelarco Viejo |
| 4 | Est. Las Chilcas antes junta c/Est. El Roble |
| 5 | Est. Las Chilcas después junta c/Est. El Roble |
| 6 | Est. Las Chilcas antes junta c/Est. Pangué |

J.- ESTERO VILLAHUESO

| NºAforo | Ubicación |
|---------|---|
| 1 | Est. Villahueso antes de Canal Maule Norte Bajo |
| 2 | Est. Villahueso después aporte C. Maule Norte Bajo |
| 3 | Canal Los Quillayes o Frutillar |
| 4 | Est. Villahueso después Canal Los Quillayes o Frutillar |
| 5 | Est. Villahueso antes junta c/Est. Chagres |
| 6 | Est. Chagres antes junta c/Est. Villahueso |
| 7 | Est. Villahueso después junta c/Est. Chagres |

13 al 16 de DICIEMBRE de 1976

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m3/seg |
|---------------------------|-------|---|--------------|
| <u>ESTERO EL GUINDO</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. El Guindo a. C. Maule Norte Bajo | 0,053 |
| 2 | 13 | Est. El Guindo d. C. Maule Norte Bajo | 0,341 |
| 4 | 13 | Canal Santa Blanca | 0,234 |
| 5 | 13 | Est. El Guindo d. C. Santa Blanca | 0,105 |
| 6 | 13 | Est. El Guindo a.j. Est. Campusano | 2,175 |
| <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | | | |
| 1 | | Est. Campusano en cruce c/ C. Maule Norte | 0,731 |
| 2 | | Canal Donoso | 1,182 |
| 3 | | Est. Campusano d. Canal Donoso | 0,030 |
| 4 | 13 | Est. Campusano a.j. Est. El Guindo | 0,550 |
| <u>ESTERO EL ROBLE</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. El Roble en Pte. El Alamo | 2,087 |
| 2 | 13 | Canal Purísima | 2,020 |
| 3 | 13 | Est. El Roble d. Canal Purísima + ó - | 0,005 |
| 4 | 13 | Est. El Roble en Santa María de Chagres | 0,856 |
| 6 | 13 | Canal El Molino | 0,194 |
| | 13 | Est. El Roble d. Canal El Molino | 1,874 |
| 7 | 13 | Est. El Roble a.j. c/Est. Las Chilcas | 2,375 |
| <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | | | |
| 2 | | Canal Pelarco en B.T. | 2,177 |
| 4 | 13 | Est. Las Chilcas a.j. c/Est. El Roble | 2,737 |
| 1 | 13 | Est. Las Chilcas d.j. Est. Campusano c/Guindo | 2,676 |
| 3 | | Est. Las Chilcas d. Canal Pelarco Viejo | 0,663 |
| 5 | 13 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 5,967 |
| 6 | 15 | Est. Las Chilcas a.j. c/Est. El Pangue | 6,199 |
| 5 | 15 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 5,574 |
| <u>ESTERO VILLAHUESO</u> | | | |
| 1 | 15 | Est. Villahueso a. C. Maule Norte Bajo | 0,020 |
| 2 | 15 | Est. Villahueso d. C. Maule Norte Bajo | 0,039 |
| 3 | 15 | Canal Frutillar | 0,020 |
| 4 | 15 | Est. Villahueso d. Canal Frutillar | 0,093 |
| 5 | 15 | Est. Villahueso a.j. c/Quebrada La Empresa | 0,055 |
| 7 | 15 | Est. Villahueso d.j. c/Quebrada La Empresa | 1,267 |
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 14 | Est. Pelarco en cruce c/C. Maule Norte + ó - | 0,010 |
| 2 | 14 | Aporte del C. Maule Norte B. a Estero Pelarco | 2,545 |
| 3 | 14 | Est. Pelarco en Puente Huencuecho | 3,585 |
| 4 | 14 | Canal Providencia en Quesería | 3,221 |
| 5 | 14 | Est. Pelarco d. Canal Providencia | 0,777 |
| 6 | 14 | Canal Población | 0,103 |
| 7 | 14 | Canal Parroquial | 0,262 |
| 10 | 14 | Est. Pelarco en junta c/Pangue; cierre | 1,200 |
| 10 | 14 | Est. Pelarco en junta c/Pangue; apertura | 1,346 |
| 8 | 14 | Canal Panguilemo en B.T., o, Pelarco Viejo | 0,632 |
| 9 | 14 | Est. Pelarco d. Canal Panguilemo | 0,498 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m³/seg |
|--|-------|---|--------------|
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 1 | 14 | Est. Tricahue a. C. Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 14 | Est. Tricahue d. C. Maule Norte Bajo | 2,874 |
| | 14 | Aporte a Est. Tricahue d. C. Rubio Tapia | 0,336 |
| 5 | 14 | Est. Tricahue d. C. Rubio Tapia y aporte | 2,621 |
| 6 | 14 | Canal Huencuecho | 1,383 |
| 7 | 14 | Est. Tricahue d. Canal Huencuecho | 1,735 |
| 8 | 14 | Est. Tricahue a. Canoa | 1,784 |
| 9 | 14 | Aporte a Est. Tricahue | 0,117 |
| 10 | 14 | Canal Canoa Bruja | 0,394 |
| 11 | 14 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 1,892 |
| 12 | 14 | Canal Quesería | 0,290 |
| * (continuación) | | | |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 14 | Est. de Las Chilcas a. C. Maule Norte Bajo | 0,686 |
| 2 | 14 | Canal Molino | 0,051 |
| 3 | 14 | Est. de Las Chilcas d. Canal Molino | 0,876 |
| 4 | 14 | Canal Los Quillayes | 0,0286 |
| 5 | 14 | Est. de Las Chilcas d. Canal Los Quillayes | 1,345 |
| 6 | 14 | Canal del Bajo | 0,825 |
| 7 | 14 | Est. de Las Chilcas d. Canal del Bajo | 1,696 |
| 8 | 14 | Est. de Las Chilcas a.j. c/ Est. Pangué | 2,260 |
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 1 | 14 | C. Las Yeguas, S. Andrés ó Independencia | 0,114 |
| 6 | 14 | Est. Pangué d.j. Tricahue c/ de Las Chilcas | 2,480 |
| 2 | | Est. Pangué en j. c/Est. Pelarco 1ºbrazo | 3,158 |
| 3 | | Est. Pangué en j. c/Est. Pelarco 2ºbrazo | 0,083 |
| 2 | 15 | Est. Pangué j. c/Est. Pelarco 1ºbrazo, apert. | 3,243 |
| 3 | 15 | Est. Pangué j. c/Est. Pelarco 2ºbrazo | 0,077 |
| 4 | | Est. Pangué j. c/Est. Las Chilcas 1ºbrazo | 1,689 |
| 5 | | Est. Pangué j. c/Est. Las Chilcas 2ºbrazo | 4,941 |
| <u>RIO LIRCAY</u> | | | |
| 2 | 16 | Río Lircay en Puente Las Rastras | 4,703 |
| 1 | 16 | Canal Higuera Lircay | 0,219 |
| 3 | 16 | Canal Molino Lircay | 0,087 |
| | 16 | Río Lircay a.j. c/Est. Picazo | 5,390 |
| 4 | 16 | Est. Pi azo a. j. c/Río Lircay | 2,308 |
| 6 | 16 | Canal Santa Rita | 3,844 |
| 5 | 16 | Canal Lircay Providencia | 4,039 |
| 8 | 16 | Canal Santa Rosa | 0,331 |
| 12 | 16 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 10,205 |
| | 16 | Quebrada Matacabritos | 0,094 |
| 7 | 16 | Quebrada La Zorra | 0,224 |
| 9 | 16 | Quebrada Matacabritos en desembocadura | 0,661 |
| 11 | 16 | Quebrada Honda | 0,897 |
| 13 | 16 | Quebrada Arena | 0,745 |
| 14 | 16 | Río Lircay en arretera Longitudinal | 13.019 |
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> *(continuación) | | | |
| 13 | 14 | Canal San Fco. de Pelarco | 1,082 |
| 14 | 14 | Est. Tricahue d. Canal San Fco. de Pelarco | 0,479 |
| 15 | 14 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,681 |
| 16 | 14 | Canal Cabrería | 0,479 |
| 17 | 14 | Est. Tricahue a.j. c/Est. Pangué | 0,337 |

23 al 25 de NOVIEMBRE de 1976

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m³/seg |
|------------------------------|-------|---|--------------|
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 24 | Estero Pelarco | 0,477 |
| 2 | 24 | Aporte del Canal Maule al Estero Pelarco | 3,436 |
| 3 | 24 | Estero Pelarco después de entrega | 5,826 |
| 4 | 24 | Canal Providencia | 4,454 |
| 5 | 24 | Estero Pelarco Sobrante | 0,440 |
| 6 | 24 | Canal Población | 0,062 |
| 7 | 24 | Canal Parroquial | 0,165 |
| 8 | 24 | Canal Pelarco Viejo (casi seco) + ó - | 0,005 |
| 9 | 24 | Estero Pelarco después Canal Pelarco Viejo | 1,129 |
| 10 | 24 | Estero Pelarco en desembocadura con Pangue | 1,451 |
| 10 | 25 | Estero Pelarco en desembocadura con Pangue | 1,575 |
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 1 | 24 | Estero Pangue Nº1 | 3,038 |
| 1 | 24 | Segundo brazo Pangue | 0,041 |
| 2 | 25 | Primer brazo Est. Pangue antes de junta con Pelarco | 0,056 |
| 3 | 25 | Segundo brazo Est. Pangue antes de junta c/ Pelarco | 3,139 |
| 4 | 25 | Est. Pangue antes de junta con Las Chilcas 1er. brazo | 1,363 |
| 5 | 25 | Est. Pangue antes de junta con Las Chilcas 2ºbrazo | 4,675 |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 24 | Est. de Las Chilcas antes Canal Maule Norte | 0,757 |
| 2 | 24 | Canal El Molino | 0,066 |
| 3 | 24 | Est. de Las Chilcas después Canal Molino | 0,926 |
| 4 | 24 | Canal Los Quillayes | 0,030 |
| 5 | 24 | Est. Las Chilcas después del Canal Los Quillayes | 0,824 |
| 6 | 24 | Canal del Bajo | 0,502 |
| 7 | 24 | Est. Las Chilcas después del Canal del Bajo | 1,258 |
| 8 | 24 | Est. Las Chilcas antes junta con Estero Tricahue | 1,961 |
| <u>ESTERO EL ROBLE</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Roble 300 m. abajo Canal Maule Norte | 1,615 |
| 2 | 23 | Canal Purísima | 1,942 |
| 3 | 23 | Est. El Roble después Canal Purísima | 0,183 |
| 4 | 23 | Est. El Roble en Santa María de Chagres | 1,215 |
| 5 | 23 | Est. El Roble antes junta con Canal El Molino | 2,568 |
| 6 | 23 | Canal El Molino | 0,214 |
| 7 | 23 | Est. Los Robles antes de junta con Estero Las Chilcas | 3,135 |

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m³/seg |
|---------------------------|-------|---|--------------|
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 1 | 24 | Est. Tricahue antes Canal Maule Norte | 0,009 |
| 2 | 24 | Est. Tricahue después Canal Maule Norte | 1,975 |
| 3 | 24 | Canal Viejo Nº 1 | 0,066 |
| 4 | 24 | Canal Viejo Nº 2 | 0,156 |
| 5 | 24 | Est. Tricahue después de Canal Viejo Nº 2 | 2,079 |
| 6 | 24 | Canal Huencuecho | 0,909 |
| 7 | 24 | Est. Tricahue después de Canal Huencuecho | 1,073 |
| 8 | 24 | Est. Tricahue antes Canoa | 1,033 |
| 9 | 24 | Aporte de Canoa | 0,046 |
| 10 | 24 | Canal Canoa Bruja | 0,227 |
| 11 | 24 | Est. Tricahue antes Canal Quesería | 0,974 |
| 12 | 24 | Canal Quesería | 0,177 |
| 13 | 24 | Canal San Francisco de Pelarco | 0,645 |
| 14 | 24 | Est. Tricahue después Canal San Francisco | 0,210 |
| 14 | 25 | Est. Tricahue después Canal San Francisco | 0,265 |
| 15 | 25 | Est. Tricahue antes Canal Cabrería | 0,450 |
| 16 | 25 | Canal Cabrería | 0,472 |
| 17 | 25 | Est. Tricahue antes junta c/Estero de Las Chilcas | 0,252 |
| <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Las Chilcas después de junta con Est. Campusano y Est. El Guindo | 2,907 |
| 2 | 23 | Canal Pelarco en Bocatoma | 1,753 |
| 3 | 23 | Est. Las Chilcas después de toma Canal Pelarco Viejo | 1,211 |
| 4 | 24 | Est. Las Chilcas antes de junta c/Estero Los Robles | 2,966 |
| 5 | 24 | Est. Las Chilcas después de junta c/Est. Los Robles | 6,192 |
| 6 | 24 | Est. Las Chilcas después de junta con Pangué | 7,805 |
| <u>ESTERO EL GUINDO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Guindo antes del Canal Maule Norte | 0,254 |
| 2 | 23 | Est. El Guindo después de aporte Canal Maule Norte | 0,362 |
| 3 | 23 | Est. El Guindo antes del Canal Santa Blanca | 0,376 |
| 4 | 23 | Canal Santa Blanca | 0,272 |
| 5 | 23 | Est. El Guindo después del Canal Santa Blanca | 0,189 |
| 6 | 23 | Est. El Guindo antes junta c/ Estero Campusano | 2,147 |
| <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Campusano aguas abajo cruce con Canal Maule Norte | 1,357 |
| 2 | 23 | Canal Donoso próximo bocatoma (saque) | 1,433 |
| 3 | 23 | Est. Campusano después de Canal Donoso | 0,437 |
| 4 | 23 | Est. Campusano antes junta c/Estero El Guindo | 0,904 |

11 DE ENERO A 19 DE ENERO DE 1977

| NºAFORO | DIA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO m ³ /seg |
|-----------------------|-----|---|---------------------------|
| <u>RIO LIRCAY</u> | | | |
| 1 | 11 | Canal Higuera Lircay | 0,848 |
| 3 | 11 | Canal Molino | 0,122 |
| 4 | 11 | Estero Picazo en Junta con Lircay | 1,854 |
| | 11 | Río Lircay en junta con Picazo | 6,300 |
| 10 | 11 | Canal Los Gómeros | 0,722 |
| 8 | 11 | Canal Santa Rita | 3,871 |
| 7 | 11 | Quebrada Matacabritos | 0,544 |
| 9 | 11 | Quebrada de la Zorra | 0,645 |
| 11 | 11 | Quebrada Honda | 0,419 |
| 13 | 11 | Quebrada Arenas | 0,347 |
| 14 | 11 | Lircay en la Carretera | 10,611 |
| 2 | 11 | Río Lircay en Las Rastras | 4,204 |
| 5 | 11 | Lircay Providencia en B.T. | 4,101 |
| 6 | 11 | Santa Rosa aguas abajo B.T. Río Lircay | 0,393 |
| 12 | 11 | Río Lircay en Fdo. La Higuera | 6,695 |
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 13 | Estero Pelarco | seco |
| 2 | 13 | Entrega C. Maule Norte a Est. Pelarco | 2,556 |
| 3 | 13 | Est. Pelarco en camino a Huencuecho | 2,751 |
| 4 | 13 | Canal Providencia | 2,075 |
| 5 | 13 | Est. Pelarco aguas abajo C. Providencia | 0,488 |
| 6 | 13 | Canal San Francisco o Población | 0,071 |
| 7 | 13 | Canal de La Luz o Parroquial | 0,086 |
| | 13 | Est. Pelarco en Pte. Pelarco d.B.T. | |
| | | Canal Pelarco Viejo | 0,393 |
| 8 | 13 | Canal Pelarco Viejo en B.T. | 0,353 |
| 10 | 13 | Estero Pelarco en desembocadura | 0,600 |
| <u>TRICAHUE</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. Tricahue a. Canal Maule Norte | |
| | | Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est. Tricahue d. aporte C. Maule | |
| | | Norte B. | 2,971 |
| 3 | 13 | Canal Rubio-Tapia | 0,350 |
| | 13 | Aporte al Estero Tricahue | 0,161 |
| 5 | 13 | Est. Tricahue d. de Aporte y c. Rubio-Tapia | 2,786 |
| 6 | 13 | Canal Huencuecho en B.T. | 1,411 |
| 7 | 13 | Estero Tricahue d. Canal Huencuecho | 1,553 |
| 8 | 13 | Est. Tricahue a. Canoa Bruja | 1,581 |
| 9 | 13 | Canal Aporte Canoa Bruja | 0,095 |
| 10 | 13 | Saque Canoa Bruja | 0,163 |
| 11 | 13 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 1,677 |
| 12 | 13 | Canal Quesería en B.T. | 0,287 |
| 13 | 13 | Canal San Francisco de Pelarco en B.T. | 0,912 |
| 14 | 13 | Est. Tricahue d. Canal San Francisco | 0,422 |
| 15 | 13 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,474 |
| 16 | 13 | Canal Cabrería en B.T. | 0,350 |
| 17 | 13 | Est. Tricahue a.j.c. Est. de Las Chilcas | 0,154 |

| NºAFORO | DIA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO m3/seg |
|-----------------------|-----|---|--------------|
| <u>DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 13 | 13 | Estero Las Chilcas a. de sifón | 0,155 |
| 2 | 11 | Canal El Molino en B.T. | 0,033 |
| 3 | 11 | Estero de Las Chilcas d. Canal Molino | 0,425 |
| 4 | 11 | Canal Los Quillayes (Toma) | 0,014 |
| 5 | 11 | Estero de Las Chilcas d. Canal Qui- llayes | 0,670 |
| 7 | 11 | Est. de Las Chilcas d. de toma Ca- nal del Bajo | 0,576 |
| 6 | 11 | Canal del Bajo en toma | 0,623 |
| 8 | 11 | Est. de Las Chilcas a.j.c. Est. Tri- cahue | 0,920 |
| 6 | 11 | Est. Pangue d.j. Est. Chilcas y Tri- cahue | 1,338 |
| 6 | 13 | Est. Pangue d.j. de Tricahue c. Las Chilcas | 1,434 |
| 1 | 13 | Canal Independencia, Las Yeguas o San Andrés | 0,116 |
| 2 y 3 | 14 | Est. Pangue en juntas c. Pelarco | 2,601 |
| 4 | 14 | Est. Pangue en junta c. Chilcas y Brazo | 0,459 |
| | 13 | Est. Pangue a. abajo juntas con Pe- larco | 2,362 |
| 5 | 14 | Est. Pangue en juntas con Chilcas | 4,359 |
| <u>CAMPUSANO</u> | | | |
| 4 | 12 | Estero Campusano a.j. con el Guindo | 0,648 |
| 3 | 12 | Estero Campusano d. Canal Donoso | 0,062 |
| 2 | 12 | Canal Donoso | 1,655 |
| 1 | 12 | Estero Campusano en Canal Maule Norte | 1,851 |
| <u>EL GUINDO</u> | | | |
| 6 | 12 | El Guindo a.j. con Campusano | 2,006 |
| 2 | 12 | Estero El Guindo d. de Canal Maule | 0,257 |
| 4 | 12 | Canal Santa Blanca | 0,207 |
| 5 | 12 | Estero El Guindo d. Canal Sta. Blanca | 0,110 |
| <u>EL ROBLE</u> | | | |
| 7 | 12 | Estero Los Robles a.j. con Las Chilcas | 2,193 |
| 1 | 12 | Estero El Roble ag. abajo Canal Mau- le Norte | 0,872 |
| 3 | 12 | Estero El Roble d. Canal Purísima | seco |
| 2 | 12 | Canal Purísima d. Estero el Roble | 0,974 |
| 4 | 12 | Est. El Roble en Sta. María de Cha- gre | 0,660 |
| | 12 | Est. El Roble después Canal Molino | 1,480 |
| 6 | 12 | Canal Molino | 0,096 |
| <u>LAS CHILCAS</u> | | | |
| 2 | 12 | Canal San Cayetano en B.T. | 2,227 |
| 3 | 12 | Est. Las Chilcas d. Canal Cayetano | 0,432 |
| 4 | 12 | Estero Las Chilcas a.j. c. Est. Los Robles | 2,516 |
| 5 | 12 | Est. Las Chilcas d.j. con Los Robles | 5,360 |
| 5 | 14 | Est. Las Chilcas d.j. con Los Robles | 4,423 |
| 1 | 12 | Est. Las Chilcas d.j.c. Est. El Guindo y Campusano | 2,607 |

| NºAFORO | DIA | NOMBRE, LUGAR O UBICACION | GASTO m3/seg |
|---------|-----|--|--------------|
| 6 | 14 | Est. Las Chilcas a. juntas c/Pangue | 5,100 |
| | | <u>VILLAHUESO</u> | |
| 2 | 12 | Estero Villahueso d. Canal Maule | 0,021 |
| 3 | 12 | Canal Lo.s Quillayes | 0,043 |
| 4 | 12 | Estero Villahueso d. Canal Quillayes | 0,100 |
| 6 | 12 | Est. Villahueso a. confl. Est. Chagres | 0,135 |
| 4 | 12 | Est. Chagres a. confl. Est. Villahueso | 0,564 |
| 14 | 14 | Estero Piduco (Sector Mercedes) | 0,186 |
| 14 | 11 | Estero Caiván (Sector Panamericana) | 0,308 |
| | 11 | Estero Piduco (Sector Panamericana) | 2,887 |
| | 14 | Río Claro en San Rafael | 2,478 |
| | 14 | Río Claro en Camarico | 3,750 |
| | 18 | Canal Maule B. (En Pte. a.a. del Sifón P) | 13,075 |
| | 18 | Canal de Lucrecia Bravo (del C.M.B.) | 0,362 |
| | 18 | Canal de Jorge Venegas | 0,166 |
| | 18 | Canales varios | 0,902 |
| | 18 | Descarga en el Est. Tricahue | 2,813 |
| | 18 | Canal Mau Norte Bajo | 20,292 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 16.232 | 0,027 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 20.893 tubo | 0,054 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 21.545 tubo | 0,084 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 21.993 | 0,156 |
| | 18 | Compuerta estero Km. | 0,012 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 24.650 compuerta | 0,089 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 25080 C.M. Norte | 16,501 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 26.226 | 0,646 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 28.260 | 0,290 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 29.135 | 0,172 |
| | 18 | Compuerta estero Km. 30.132 | 0,086 |
| | 18 | Canal Santa Rosa y Manzano | 3,489 |
| | 18 | Cierre C. Maule Norte, Canal y Camino | 12,801 |
| | 19 | Descarga d. Canal Km. 41.950 (no tiene entrega) | |
| | 19 | Cierre en Canal Maule Norte a. del sifón Las Chilcas (Pte. a 300 m. a. arriba del sifón) | 6,477 |
| | 19 | Varios y descarga | 0,980 |
| | 19 | Canal varios | 0,211 |
| | 19 | Cierre C. Maule Bajo Km. 36.800 | 7,654 |
| | 19 | Apertura Canal Maule Bajo | 8,062 |
| | 19 | Canal de Omar Valdés | 0,199 |
| | 19 | Canal de Manuel Olave (aforado G.Cortés) | |
| | 19 | C. Soc. Agrícola Los Cerrillos I | 0,120 |
| | 19 | C. Soc. Agrícola Los Cerrillos II no aforó | |
| | 19 | Canal Km. 41.950 | 0,165 |
| | 19 | Compuerta Km. 38.878 | 0,312 |
| | 19 | Tubo Km. 39.914 | 0,021 |

15 al 18 de FEBRERO de 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O LUGAR | GASTO m3/seg |
|---------|-------|---|--------------|
| | | <u>RIO LIRCAY</u> | |
| 1 | 15 | Canal Higuera Lircay | 0,855 |
| 3 | 15 | Canal Molino Lircay | 0,063 |
| 4 | 15 | Estero Picasa en junta | 2,352 |
| | 15 | Río Lircay en junta | 4,092 |
| 10 | 15 | Canal Los Gómeros | 0,727 |
| 8 | 15 | Canal Santa Rita | 4,020 |
| 2 | 15 | Lircay en Las Rastras | 2,504 |
| 5 | 15 | Canal Lircay Providencia | 5,125 |
| 6 | 15 | Canal Santa Rosa | 0,325 |
| 12 | 15 | Río Lircay en Fdo. La Higuera | 6,800 |
| 7 | 15 | Quebrada Matacabritos | 0,537 |
| 9 | 15 | Quebrada La Zorra | 0,214 |
| 9 | 15 | Aporte de la Qda. La Zorra | 0,076 |
| 11 | 15 | Quebrada Honda | 0,601 |
| 13 | 15 | Quebrada Arenas | 0,443 |
| 14 | 16 | Lircay en la carretera 1er. brazo | 7,948 |
| 14 | 16 | Lircay en la carretera 2ºbrazo | 1,555 |
| | | <u>ESTERO EL ROBLE</u> | |
| | 16 | Est. El Roble en pte. camino (antes Canal MB) | 1,395 |
| 2 | 16 | Canal Purísima | 1,468 |
| 3 | 16 | Est. El Roble d. Canal Purísima | seco |
| 4 | 16 | Estero en Sta. María de Chagre | 0,008 |
| | 16 | Estero después Canal Molino | 1,648 |
| 6 | 16 | Canal Molino | 0,050 |
| 7 | 16 | Estero Los Robles a.j. Est. Las Chilcas | 2,043 |
| | | <u>ESTERO VILLAHUESO</u> | |
| 1 | 16 | Est. Villahueso a. c. M. N. B. | seco |
| 3 | 16 | Canal Frutillar | 0,024 |
| 4 | 16 | Est. Villahueso d. Canal Frutillar | seco |
| 5 | 16 | Est. Villahueso a. unión Est. Chagres | 0,075 |
| | 16 | Canal Chagres | 0,136 |
| 6 | 16 | Est. Chagres d. Canal Chagres | 0,315 |
| | | <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | |
| 1 | 16 | Est. Campusano lado oriente Huencuecho | 1,596 |
| 2 | 16 | Canal derivado Est. Campusano (único) | 1,427 |
| 4 | 16 | Estero Campusano a.j. Estero el Guindo | 0,852 |
| | | <u>ESTERO EL GUINDO</u> | |
| 2 | 16 | Est. El Guindo d. C.M.B. 3a. Sec. | 0,273 |
| 1 | 16 | Canal Santa Blanca | 0,325 |
| 5 | 16 | Est. El Guindo d. C. Santa Blanca | seco |
| 6 | 16 | Est. El Guindo a.j. Est. Campusano | 1,681 |
| | | <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | |
| 1 | 16 | Est. Las Chilcas a.j. Est. Los Robles | 3,040 |
| 2 | 16 | C. San Cayetano (Pelarco Viejo) | 1,680 |
| 3 | 16 | Est. Las Chilcas d.C. Sn. Cayetano | 0,651 |
| 5 | 16 | Est. Las Chilcas d.j. Est. Los Robles | 5,298 |
| 5 | 18 | Est. Las Chilcas d.j. Est. Los Robles | 4,893 |
| 6 | 18 | Est. de Las Chilcas en Junta c.Pangue | 5,874 |

| Nº AFORO | DIA | NOMBRE O LUGAR | GASTO m3/seg |
|------------------------------|-----|---|--------------|
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 2 | | Entrega Canal Maule Norte | 1,930 |
| 3 | | Est. Pelarco en camino Huencuecho | 3,030 |
| 4 | | Canal Providencia (saque) | 1,983 |
| 5 | | Est. Pelarco d.C. Providencia | 0,705 |
| 6 | | Canal Población | 0,5 |
| 7 | | Canal Molino o Parroquial | 0,314 |
| 9 | | Est. Pelarco en Pelarco | 0,466 |
| 8 | | Canal Pelarco Viejo | 0,210 |
| 10 | | Est. Pelarco en desembocadura | 1,016 |
| | | Est. Pangue (cierre) | 3,348 |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 17 | Est. de Las Chilcas a. C.N.B. | 0,159 |
| 2 | 17 | Canal El Molino | 0,122 |
| 3 | 17 | Est. de Las Chilcas desp. C/El Molino | 0,425 |
| 4 | 17 | Canal Los Quillayes | 0,066 |
| 5 | 17 | Est. de Las Chilcas d.C. Los Quillayes | 0,534 |
| 6 | 17 | Canal del Bajo | 0,583 |
| 7 | 17 | Est. de Las Chilcas d.C. del Bajo | 0,534 |
| 8 | 17 | Est. de Las Chilcas a. Confl. Est. Tri- cahue | 0,932 |
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 2 | 17 | Est. Tricahue d. entrega C.M. | 2,898 |
| | 17 | Aporte al Est. Tricahue | 0,236 |
| 3 | 17 | Canal Rubio Tapia | 0,403 |
| 5 | 17 | Est. Tricahue d.C. Rubio Tapia | 2,336 |
| 6 | 17 | Canal Huencuecho | 2,694 |
| 7 | 17 | Est. Tricahue d. Canal Huencuecho | 1,633 |
| 8 | 17 | Est. Tricahue a. Canoa Bruja | 1,783 |
| 9 | 17 | Aporte Canoa al estero | 0,251 |
| 10 | 17 | Saque Canoa Bruja | 0,249 |
| 11 | 17 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 1,792 |
| 12 | 17 | Canal Quesería d. B.T. | 0,430 |
| 13 | 17 | Canal San Fco. de Pelarco d. B.T. | 1,139 |
| 14 | 17 | Est. Tricahue d.C. San Fco. de Pelarco | 0,476 |
| 15 | 17 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,632 |
| 16 | 17 | Canal Cabrería | 0,577 |
| 17 | 17 | Est. Tricahue a. confl. Est. de las Chilcas | 0,288 |
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 1 | 17 | C. Las Yeguas - San Andrés - Inde- pendencia | 0,159 |
| | 18 | Esterio Pangue | 3,915 |
| 4 | 18 | Est. Pangue en desembocadura 1º brazo | 1,212 |
| 5 | 18 | Est. Pangue en desembocadura 2º brazo | 6,112 |
| 6 | 17 | Est. Pangue de confl. Est. Tricahue y de Las Chilcas | 1,336 |
| <u>RIO CLARO</u> | | | |
| | 18 | Río Claro en Camarico | 3,212 |
| | 18 | Río Claro en San Rafael | 2,102 |
| | 18 | Río Claro en Talca | 29,833 |
| | 18 | Est. Piduco (sector Mercedes) | 0,222 |
| | 18 | Est. Piduco en Panamericana | 2,996 |
| | 18 | Est. Caiván en Panamericana | 0,453 |

22 a 25 de MARZO de 1977

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O LUGAR | GASTO m³/seg |
|------------------------------|-------|--|--------------|
| <u>RIO LIRCAY</u> | | | |
| 1 | 22 | Canal Higuera Lircay | 0,961 |
| 2 | 22 | Río Lircay en Puente Las Rastras | 1,177 |
| 3 | 22 | Canal Molino-Lircay | 0,062 |
| 4 | 22 | Estero Picazo | 1,958 |
| 5 | 22 | Canal Lircay-Providencia | 2,188 |
| 6 | 22 | Canal Santa Rosa | 0,029 |
| 7 | 22 | Quebrada Matacabritos | 0,691 |
| 8 | 22 | Canal Santa Rita | 2,057 |
| 9 | 22 | Quebrada La Zorra | 0,375 |
| 10 | 22 | Canal Los Gómeros | 0,823 |
| 11 | 22 | Quebrada Honda | 1,334 |
| 12 | 22 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 13,768 |
| | 22 | Río Lircay en junta c/Est. Picazo | 2,572 |
| 13 | 22 | Quebrada Arena | 0,957 |
| 14 | 22 | Río Lircay después Carretera 1º brazo | 10,869 |
| 14 | 22 | Río Lircay después Carretera 2º brazo | 4,887 |
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 24 | Est. Pelarco en C. Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 24 | Aporte C. Maule Norte B. a Est. Pelarco | 1,616 |
| 3 | 24 | Est. Pelarco después entrega C. Maule | 3,723 |
| 4 | 24 | Canal Providencia | 2,369 |
| 5 | 24 | Est. Pelarco después C. Providencia | 1,142 |
| 6 | 24 | Canal Población | 20 lts. |
| 7 | 24 | Canal Parroquial | 0,135 |
| | 24 | Est. Pelarco en Pelarco | 0,997 |
| 8 | 24 | Canal Pelarco | 0,334 |
| 10 | 24 | Est. Pelarco en desembocadura | 1,574 |
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 2 | 24 | Est. Tricahue después C. Maule N.B. | 2,254 |
| | 24 | Est. Tricahue después del aporte | 2,084 |
| 3 | 24 | Canal Viejo Nº1 ó Rubio Tapia | 0,312 |
| 24 | 24 | Aporte filtraciones C. Maule N.B. | 0,007 |
| 6 | 24 | Canal Huencuecho | 1,363 |
| 7 | 24 | Est. Tricahue después C. Huencuecho | 1,209 |
| 8 | 24 | Est. Tricahue antes de Canoa Bruja | 1,185 |
| 9 | 24 | Aporte Canoa Bruja | 0,220 |
| 10 | 24 | Saque Canoa Bruja | 0,019 |
| 11 | 24 | Est. Tricahue antes C. Quesería | 1,208 |
| 12 | 24 | Canal Quesería | 0,320 |
| 13 | 24 | Canal San Francisco de Pelarco | 0,502 |
| 14 | 24 | Est. Tricahue después C. San Fco. de Pelarco | 0,791 |
| 15 | 24 | Est. Tricahue antes Canal Cabrería | 0,984 |
| 16 | 24 | Canal Cabrería | 0,685 |
| 17 | 24 | Est. Tricahue a.j. c/Est. de las Chilcas | 0,691 |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 24 | Est. de Las Chilcas antes C. Maule N.B. | 0,332 |
| 2 | 24 | Canal El Molino | 0,251 |
| 3 | 24 | Est. de Las Chilcas d.C. Molino | 0,313 |
| 4 | 24 | Canal Los Quillayes | 0,021 |
| 5 | 24 | Est. de Las Chilcas d.c. Los Quillayes | 0,414 |
| 6 | 24 | Canal del Bajo | 0,199 |
| 7 | 24 | Est. de Las Chilcas d.C. del Bajo | 0,985 |
| 8 | 24 | Est. de Las Chilcas a.j. c/Est. Tricahue | 1,196 |

11 al 15 de ABRIL de 1977

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m3/seg |
|------------------------------|-------|---|--------------|
| <u>RIO LIRCAY</u> | | | |
| 1 | 11 | Canal Higueras | 0,174 |
| 2 | 11 | Río Lircay en Pte. Las Rastras | 1,773 |
| 3 | 11 | Canal Molino | 0,064 |
| 4 | 11 | Est. Picazo a.j. c/Río Lircay | 0,591 |
| | 11 | Río Lircay a.j. c/Est. Picazo | 2,018 |
| 5 | 11 | Canal Lircay Providencia | 1,642 |
| 6 | 11 | Canal Santa Rosa | seco |
| 8 | 11 | Canal El Manzano o Santa Rita | 0,013 |
| 12 | 11 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 7,316 |
| 13 | 11 | Canal Gomero | seco |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 1ºbrazo | 0,107 |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 2ºbrazo | 0,040 |
| 7 | 14 | Quebrada Matacabritos | 0,767 |
| 13 | 11 | Quebrada Arenas a.j. c/ Río Lircay | 1,282 |
| 11 | 11 | Quebrada Honda a.j. c/Río Lircay | 1,938 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 1ºbrazo | 9,023 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 2ºbrazo | 2,973 |
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 2 | 12 | Est. Tricahue d. Canal Maule Norte Bajo | 0,765 |
| | 12 | Aporte al Est. Tricahue | seco |
| 6 | 12 | Canal Huencuecho | 0,316 |
| 7 | 12 | Est. Tricahue d. Canal Huencuecho | 0,389 |
| 8 | 12 | Est. Tricahue a. Canoa Bruja | 0,331 |
| 9 | 12 | Aporte Canoa Bruja | 0,060 |
| 10 | 12 | Saque Canoa Bruja | 0,056 |
| 11 | 12 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 0,855 |
| 13 | 12 | Canal Quesería | 0,114 |
| 15 | 12 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,376 |
| 16 | 12 | Canal Cabrería | 0,269 |
| 13 | 12 | Canal San Fco. de Pelarco | 0,144 |
| 14 | 12 | Est. Tricahue d. Canal San Fco. de Pelarco | 0,259 |
| 17 | 12 | Est. Tricahue a.j. c/Est. Pangué | 0,154 |
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. Pelarco a. Canal Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est. Pelarco d. aporte C.Maule; comp. cerrada | 0,512 |
| 3 | 13 | Est. Pelarco en Pte. Huencuecho | 0,622 |
| 8 | 13 | Canal Pelarco | 0,091 |
| 4 | 13 | Canal Providencia | 0,477 |
| 5 | 13 | Est. Pelarco d. Canal Providencia | 0,313 |
| 6 | 13 | Canal Parroquial + 6 - | 0,003 |
| 7 | 13 | Canal Población | seco |
| 9 | 13 | Est. Pelarco en Pelarco | 0,315 |
| 10 | 13 | Est. Pelarco en desembocadura | 0,526 |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 8 | 12 | Est. de las Chilcas a.j. Est. Tri-cahue | 0,933 |
| 1 | 12 | Est. de Las Chilcas antes C.M.N.B. | 0,894 |
| 2 | 12 | Canal El Molino | 0,150 |
| 3 | 12 | E. de Las Chilcas d.c. El Molino | 0,221 |
| 4 | 12 | Canal Quillayes | 0,000 |
| 5 | 12 | E. de Las Chilcas d.c. Quillayes | 0,475 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O LUGAR | GASTO m³/seg |
|---------------------------|-------|--|--------------|
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 1 | 24 | Canal Las Yeguas | 0,163 |
| 6 | 24 | Est. Pangué después confluencia Est. Tricahue con Est. de Las Chilcas | 1,850 |
| 2y3 | 24 | Est. Pangué a.a. desembocadura Est. Pelarco (cierre) | 4,906 |
| | 25 | Est. Pangué después Est. Pelarco | 5,320 |
| 4 | 25 | Est. Pangué en j. c/Est. Las Chilcas 1ºbrazo | 1,760 |
| 5 | 25 | Est. Pangué en j. c/Est. Las Chilcas 2ºbrazo | 5,602 |
| <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Campusano después C. Maule N.B. | 0,369 |
| 2 | 23 | Canal derivado Est. Campusano | 0,425 |
| 4 | 23 | Est. Campusano antes j. c/Est. El Guindo | 0,460 |
| <u>ESTERO EL GUINDO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Guindo antes C. Maule N.B. | 0,365 |
| | 23 | Entrega seca sin caudal | |
| 4 | 23 | Canal Santa Blanca | 0,264 |
| 5 | 23 | Est. El Guindo después C. Sta. Baanca | 0,139 |
| 6 | 23 | Est. El Guindo a.j. Est. Campusano | 1,142 |
| <u>ESTERO EL ROBLE</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Roble en C. Maule Norte Bajo | 0,990 |
| 2 | 23 | Canal Purísima | 1,024 |
| 3 | 23 | Est. El Roble después C. Purísima | seco |
| 4 | 23 | Est. El Roble en Sta. María de Chagres | 0,425 |
| 6 | 23 | Canal Molino | seco |
| | 23 | Est. El Roble después C. Molino | 1,065 |
| 7 | 23 | Est. El Roble a.j. c/Est. Las Chilcas | 1,438 |
| <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Las Chilcas después de junta de Est. El Guindo con Est. Campusano | 1,741 |
| 2 | 23 | Canal San Cayetano en S.T. | 0,714 |
| 3 | 23 | Est. Las Chilcas d.C. San Cayetano | 0,057 |
| 4 | 23 | Est. Las Chilcas a.j. c/Est. El Roble | 2,078 |
| 5 | 23 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 4,123 |
| 5 | 24 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 5,121 |
| 6 | 25 | Est. Las Chilcas en j. c/Est. Pangué | 5,697 |
| <u>ESTERO VILLAHUESO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Villahueso antes C. Maule N.B. | seco |
| 2 | 23 | Est. Villahueso después C. Maule N.B. | seco |
| 3 | 23 | Canal Quillayes | 0,002 |
| 4 | 23 | Est. Villahueso después C. Quillayes | seco |
| | 23 | Est. Villahueso antes j. Est. Chagres | 0,0045 |
| | 23 | Canal Chagres | 0,0493 |
| | 23 | Est. Chagres después C.Chagres | 0,218 |
| <u>AFOROS VARIOS</u> | | | |
| | 25 | Río Claro en Camarico | 4,410 |
| | 25 | Río Claro en San Rafael | 4,673 |
| | 25 | Estero Piduco sector Mercedes | 0,327 |
| | 25 | Estero Piduco sector Carretera | 4,491 |
| | 25 | Estero Caiván sector Carretera | 0,837 |

11 al 15 de ABRIL de 1977

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m3/seg |
|------------------------------|-------|---|--------------|
| <u>RIO LIRCAY</u> | | | |
| 1 | 11 | Canal Higuera | 0,174 |
| 2 | 11 | Río Lircay en Pte. Las Rastras | 1,773 |
| 3 | 11 | Canal Molino | 0,064 |
| 4 | 11 | Est. Picazo a.j. c/Río Lircay | 0,591 |
| | 11 | Río Lircay a.j. c/Est. Picazo | 2,018 |
| 5 | 11 | Canal Lircay Providencia | 1,642 |
| 6 | 11 | Canal Santa Rosa | seco |
| 8 | 11 | Canal El Manzano o Santa Rita | 0,013 |
| 12 | 11 | Río Lircay en Fundo La Higuera | 7,316 |
| 11 | 11 | Canal Gomero | seco |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 1ºbrazo | 0,107 |
| 9 | 14 | Quebrada de La Zorra; 2ºbrazo | 0,040 |
| 7 | 14 | Quebrada Matacabritos | 0,767 |
| 13 | 11 | Quebrada Arenas a.j. c/ Río Lircay | 1,282 |
| 11 | 11 | Quebrada Honda a.j. c/Río Lircay | 1,938 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 1ºbrazo | 9,023 |
| 14 | 11 | Río Lircay a.a. Carretera; 2ºbrazo | 2,973 |
| <u>ESTERO TRICAHUE</u> | | | |
| 2 | 12 | Est. Tricahue d. Canal Maule Norte Bajo | 0,765 |
| | 12 | Aporte al Est. Tricahue | seco |
| 6 | 12 | Canal Huencuecho | 0,316 |
| 7 | 12 | Est. Tricahue d. Canal Huencuecho | 0,389 |
| 8 | 12 | Est. Tricahue a. Canoa Bruja | 0,331 |
| 9 | 12 | Aporte Canoa Bruja | 0,060 |
| 10 | 12 | Saque Canoa Bruja | 0,056 |
| 11 | 12 | Est. Tricahue a. Canal Quesería | 0,855 |
| 13 | 12 | Canal Quesería | 0,114 |
| 15 | 12 | Est. Tricahue a. Canal Cabrería | 0,376 |
| 16 | 12 | Canal Cabrería | 0,269 |
| 13 | 12 | Canal San Fco. de Pelarco | 0,144 |
| 14 | 12 | Est. Tricahue d. Canal San Fco. de Pelarco | 0,259 |
| 17 | 12 | Est. Tricahue a.j. c/Est. Pangué | 0,154 |
| <u>ESTERO PELARCO</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. Pelarco a. Canal Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est. Pelarco d. aporte C.Maule; comp. cerrada | 0,512 |
| 3 | 13 | Est. Pelarco en Pte. Huencuecho | 0,622 |
| 8 | 13 | Canal Pelarco | 0,091 |
| 4 | 13 | Canal Providencia | 0,477 |
| 5 | 13 | Est. Pelarco d. Canal Providencia | 0,313 |
| 6 | 13 | Canal Parroquial + 6 - | 0,003 |
| 7 | 13 | Canal Población | seco |
| 9 | 13 | Est. Pelarco en Pelarco | 0,315 |
| 10 | 13 | Est. Pelarco en desembocadura | 0,526 |
| <u>ESTERO DE LAS CHILCAS</u> | | | |
| 8 | 12 | Est. de las Chilcas a.j. Est. Tricahue | 0,933 |
| 1 | 12 | Est. de Las Chilcas antes C.M.N.B. | 0,894 |
| 2 | 12 | Canal El Molino | 0,150 |
| 3 | 12 | E. de Las Chilcas d.c. El Molino | 0,221 |
| 4 | 12 | Canal Quillayes | 0,000 |
| 5 | 12 | E. de Las Chilcas d.c. Quillayes | 0,475 |

| NºAFORO | FECHA | NOMBRE O LUGAR | GASTO m3/seg |
|---------------------------|-------|--|--------------|
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 1 | 24 | Canal Las Yeguas | 0,163 |
| 6 | 24 | Est. Pangué después confluencia Est. Tricahue con Est. de Las Chilcas | 1,850 |
| 2y3 | 24 | Est. Pangué a.a. desembocadura Est. Pelarco (cierre) | 4,906 |
| | 25 | Est. Pangué después Est. Pelarco | 5,320 |
| 4 | 25 | Est. Pangué en j. c/Est. Las Chilcas 1ºbrazo | 1,760 |
| 5 | 25 | Est. Pangué en j. c/Est. Las Chilcas 2ºbrazo | 5,602 |
| <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Campusano después C. Maule N.B. | 0,369 |
| 2 | 23 | Canal derivado Est. Campusano | 0,425 |
| 4 | 23 | Est. Campusano antes j. c/Est. El Guindo | 0,460 |
| <u>ESTERO EL GUINDO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Guindo antes C. Maule N.B. | 0,365 |
| | 23 | Entrega seca sin caudal | |
| 4 | 23 | Canal Santa Blanca | 0,264 |
| 5 | 23 | Est. El Guindo después C. Sta. Baanca | 0,139 |
| 6 | 23 | Est. El Guindo a.j. Est. Campusano | 1,142 |
| <u>ESTERO EL ROBLE</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. El Roble en C. Maule Norte Bajo | 0,990 |
| 2 | 23 | Canal Purísima | 1,024 |
| 3 | 23 | Est. El Roble después C. Purísima | seco |
| 4 | 23 | Est. El Roble en Sta. María de Chagres | 0,425 |
| 6 | 23 | Canal Molino | seco |
| | 23 | Est. El Roble después C. Molino | 1,065 |
| 7 | 23 | Est. El Roble a.j. c/Est. Las Chilcas | 1,438 |
| <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Las Chilcas después de junta de Est. El Guindo con Est. Campusano | 1,741 |
| 2 | 23 | Canal San Cayetano en S.T. | 0,714 |
| 3 | 23 | Est. Las Chilcas d.C. San Cayetano | 0,057 |
| 4 | 23 | Est. Las Chilcas a.j. c/Est. El Roble | 2,078 |
| 5 | 23 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 4,123 |
| 5 | 24 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 5,121 |
| 6 | 25 | Est. Las Chilcas en j. c/Est. Pangué | 5,697 |
| <u>ESTERO VILLAHUESO</u> | | | |
| 1 | 23 | Est. Villahueso antes C. Maule N.B. | seco |
| 2 | 23 | Est. Villahueso después C. Maule N.B. | seco |
| 3 | 23 | Canal Quillayes | 0,002 |
| 4 | 23 | Est. Villahueso después C. Quillayes | seco |
| | 23 | Est. Villahueso antes j. Est. Chagres | 0,0045 |
| | 23 | Canal Chagres | 0,0493 |
| | 23 | Est. Chagres después C.Chagres | 0,218 |
| <u>AFOROS VARIOS</u> | | | |
| | 25 | Río Claro en Camarico | 4,410 |
| | 25 | Río Claro en San Rafael | 4,673 |
| | 25 | Estero Piduco sector Mercedes | 0,327 |
| | 25 | Estero Piduco sector Carretera | 4,491 |
| | 25 | Estero Caiván sector Carretera | 0,837 |

| NºAFOROS | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m3/seg |
|---------------------------|-------|--|--------------|
| 6 | 12 | C. del Bajo | 0,000 |
| 7 | 12 | E. de Las Chilcas d.C. del bajo | 0,504 |
| <u>ESTERO PANGUE</u> | | | |
| 6 | 12 | Est. Pangue d.j. Est. de Las Chilcas y Tricahue | 1,395 |
| | 12 | Est. Pangue d.j. c/Est. Pelarco; cierre | 2,818 |
| | 13 | Est. Pangue d.j. c/Est. Pelarco; apertura | 3,034 |
| 1 | 13 | Canal San Andrés, Las Yeguas o Independencia | 0,110 |
| 4 | 13 | Est. Pangue en j. c/Est. Las Chilcas; 1ºbrazo | 0,632 |
| 5 | 13 | Est. Pangue en j. c/Est. Las Chilcas; 2ºbrazo | 4,458 |
| <u>ESTERO CAMPUSANO</u> | | | |
| | 13 | Est. Campusano a. Canal Maule Norte Bajo | seco |
| 1 | 13 | Est. Campusano d. Canal Maule Norte bajo | 0,635 |
| 2 | 13 | Canal Donoso | 0,661 |
| 3 | 13 | Est. Campusano d. Canal Donoso | seco |
| 4 | 13 | Est. Campusano a.j. c/Est. El Guindo | 0,354 |
| <u>ESTERO EL GUINDO</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. El Guindo a. Canal Maule Norte Bajo | 0,619 |
| | 13 | Aporte del C. Maule Norte a Est. El Guindo | seco |
| 4 | 13 | Canal Santa Blanca | 0,484 |
| 5 | 13 | Est. El Guindo d. Canal Santa Blanca | 0,213 |
| 6 | 13 | Est. El Guindo a.j. c/Est. Campusano | 1,181 |
| <u>ESTERO EL ROBLE</u> | | | |
| | 12 | Est. El Roble a.a. entrega C. Maule Norte Bajo | 0,651 |
| 2 | 12 | Canal Purísima | 0,684 |
| 3 | 12 | Est. El Roble d. Canal Purísima | seco |
| 4 | 12 | Est. El Roble en Santa María de Chagres | 0,196 |
| 6 | 12 | Canal Molino | seco |
| | 12 | Est. El Roble d. Canal Molino | 1,311 |
| 7 | 12 | Est. El Roble a.j. c/Est. las Chilcas | 1,217 |
| <u>ESTERO LAS CHILCAS</u> | | | |
| 1 | 13 | Est. Las Chilcas d.j. Est. El Guindo y Campusano | 1,655 |
| 2 | 13 | Canal San Cayetano o Pelarco Viejo | 0,689 |
| 3 | 13 | Est. Las Chilcas d. Canal San Cayetano | 0,923 |
| 4 | 13 | Est. Las Chilcas a.j. c/Est. El Roble | 1,945 |
| 6 | 13 | Est. Las Chilcas en j. c/Est. Pangue | 4,340 |
| 5 | 13 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble | 3,203 |
| 5 | 14 | Est. Las Chilcas d.j. c/Est. El Roble; apertura | 2,803 |

| Nº AFORO | FECHA | NOMBRE O UBICACION | GASTO m³/seg |
|----------|-------|---|--------------|
| | | <u>ESTERO VILLAHUESO</u> | |
| 1 | 13 | Est. Villahueso a. Canal Maule Norte Bajo | seco |
| 2 | 13 | Est. Villahueso d. Canal Maule Norte Bajo | seco |
| 3 | 13 | Canal Quillayes | 0,011 |
| 4 | 13 | Est. Villahueso d. Canal Quillayes | seco |
| 5 | 13 | Est. Villahueso a.j. c/Est. La Empresa | 0,013 |
| 6 | 13 | Canal Chagres | seco |
| 7 | 13 | Est. Chagres d. Canal Chagres | 0,285 |
| | 13 | Est. Chagres a.j. c/Río Claro | 0,465 |
| | | <u>RIO CLARO</u> | |
| | 13 | Río Claro en Camarico | 1,135 |
| | 13 | Río Claro en San Rafael | 4,507 |
| | 15 | Est. Piduco; sector carretera | 3,936 |
| | 15 | Est. Piduco; sector Mercedes | 0,239 |
| | 15 | Est. Caiván; sector carretera | 1,576 |