REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS
DELEGACION PROVINCIAL BIO BIO

211

INFORME TECNICO Nº 090

EXPEDIENTE : ND-VIII-2/186

FECHA : 23 NOV 1995

1.- SOLICITUD DE DERECHO DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES

SOLICITANTE : Empresa Eléctrica Colbún Machicura S.A.

REP. LEGAL : José Luis Mardones Santander - Gerente General.

TIPO DE DERECHO : No consuntivo, Eventual y Continuo.

CAUDAL SOLICITADO : 40 m3/seg. medio anual con distribución mensual que indica.

MODO DE EXTRACCION : Gravitacional

UBICACION CAPTACION: Ribera izquierda del Río Laja unos 3.000 metros aguas abajo del Pueblo de Antuco.

RESTITUCION : Ribera izquierda del río Rucúe unos 2000 metros aguas arriba de la confluencia con el río Laja.

DISTANCIA : 16.200 mts. DESNIVEL : 130 mts.

ALVEO : Río Laja

COMUNA : Antuco Provincia : Bío Bío

FECHA DE INGRESO : 22/06/95

LUGAR DE INGRESO : D.G.A. Los Angeles

PUBLICACIONES : Diario Oficial : 01/07/95
Diario La Epoca: 30/06/95
Diario La Tribuna: 30/06/95

2.- ANTECEDENTES LEGALES

- Constitución de la Sociedad
- Poderes de representación
- Por Oficio Res. DGA VIII Nº 009 del 03 de Agosto de 1995 se solicitó la respectiva autorización de DIFROL.

//.

3.- OPOSICIONES

a) Con fecha 28 de Julio de 1995, Empresa Nacional de Electricidad S.A. presentó oposición argumentando que: No existen caudales disponibles en el río Laja, y en evento que la D.G.A. estime lo contrario deberá tener presente el Convenio Ad-Referendum suscrito entre Endesa y la Dirección de Riego para la regulación del Río Laja.

b) El 11 de Agosto de 1995 contestó Colbún S.A. argumentando que: el escrito presentado por Endesa debe dársele, a lo sumo, el valor de un téngase presente, en el cual se consigna solo un antecedente más que debe ponderar la D.G.A., toda vez que no señala argumento ni antecedente de los derechos que se verían afectados. Además Colbún S.A. presenta un Estudio Hidrológico para demostrar la existencia del recurso solicitado.

c) Se debe acoger en parte la oposición de Endesa, en el sentido que el convenio Ad-Referéndum debe ser considerado en el análisis de disponibilidad, en tanto la existencia del recurso es una determinación técnica que corresponde a la Dirección General de Aguas.

4.- ANTECEDENTES TECNICOS

a) Visita a terreno efectuada el 05 de Octubre de 1995.

+ No hay extracciones entre el punto de captación y la restitución señaladas en la solicitud.

b) Existe un derecho de aprovechamiento constituído por Resolución D.G.A. Nº 444 del año 1991, en el mismo punto de captación y de restitución de la presente solicitud, derecho transferido a Colbún S.A. en Agosto de 1994. Dicho derecho es: no consuntivo, permanente y contínuo con la siguiente variación:

90 m3/seg. desde el 1º de Mayo al 31 de Diciembre
64 m3/seg. en enero
53 m3/seg. en febrero
55 m3/seg. en Marzo
68 m3/seg. en Abril

c) Revisado el Expediente ND-VIII-2/27 por el cual se constituyó el derecho señalado anteriormente se constató que: no se estableció caudal ecológico y los caudales otorgados en la mayoría de los casos son con probabilidad inferior al 85%.

d) Por lo anterior y considerando la variación estacional, se determinó un caudal ecológico como el 50% del caudal mínimo de estiaje año 95%, lo que resulta 12,8 m3/seg. siendo 25,6 m3/seg. el caudal mas bajo, para febrero.

e) En el siguiente cuadro se presenta el balance para determinar el Q eventual disponible considerando algunos factores que no se tomaron, para el estudio del expediente ND-VIII-2/27, en el punto de captación solicitado (en m3/seg.).

m³/s	Q85% (1)	Q10% (2)	QEDT (2)-(1)	QPCyE (2)	QP.D (1)-(4)	QED (3)(5)	QSOL (7)	QOFER (8)	Q EDPO
ENE	62,9	153,7	90,8	124,4	61,5	29,3	56	29,3	0,0
FEB	44,6	111,3	66,7	113,4	68,8	2,1	67	0,0	0,0
MAR	37,7	87,4	49,7	115,4	77,7	2,8	65	0,0	0,0
ABR	38,5	110,6	72,1	128,4	89,9	17,8	52	0,0	0,0
MAY	56,3	261,7	205,4	150,4	94,1	111,3	30	30,0	81,3
JUN	88,6	328,0	239,4	150,4	61,8	177,6	30	30,0	147,6
JUL	101,1	307,5	206,4	150,4	49,3	157,1	30	30,0	127,1
AGO	106,9	265,3	158,4	150,4	43,5	114,9	30	30,0	84,9
SEP	114,6	240,8	126,2	150,4	35,8	90,4	30	30,0	60,4
OCT	156,9	289,4	132,5	150,4	6,5	132,5	30	30,0	102,5
NOV	165,3	334,3	169,0	150,4	14,9	169,0	30	30,0	139,0
DIC	103,9	289,7	185,8	150,4	46,5	139,3	30	30,0	109,3

NOTA: Q EDT = Caudal Eventual Disponible teórico
Q PC y E= Caudales permanentes constituídos y Ecológico
Q PD = Caudal permanente disponible
Q ED = Caudal eventual disponible
Q SOL = Caudales solicitados
Q OFER = Caudales para ofrecer
Q E.D.P.O.= Caudales eventuales disponibles post-oferta

$$Q\ EDT_{(I)} = Q\ 10\%\ (I) - Q\ 85\%\ (I)$$

$$Q\ PC\ y\ E_{(I)} = Q\ Colbún_{(I)} + Q\ ECO + Q_{AA}$$

Donde: Q Colbún, corresponde a los derechos que posee la interesada indicados en el punto 4 b.

$-Q_{AA}$ son la suma de los derechos consuntivos permanentes y contínuo de varios canales de riego Aguas Arriba del punto de captación solicitado (47,6M3/s).

$$QED_{(I)} = Q\ EDT\ (I) - |Q\ PD|(I) \quad Si\ \ Q\ PD_{(I)} \leq 0$$

$$QED_{(I)} = Q\ EDT\ (I) \quad Si\ \ Q\ PD\ (I) > 0$$

f) El estudio hidrológico presentado por Colbún S.A. generó una estadística de 39 años para el río Laja en el punto de captación solicitado a partir de los datos de la estación fluviométrica " Río Laja en Tucapel(*)", menos la cuenca intermedia y las del río Manco y Rucúe con la estadística de la estación D.G.A. de este último. (*) Análisis Estadístico de Caudales en los Ríos de Chile - Volúmen IV D.G.A.

g) A la generación estadística, en regímen natural, para el punto de captación con variación estacional. Considerando probabilidades del 85% y 10% (entre otros) se descontaron derechos consuntivos aguas arriba los que suman 47,6 m3/seg. permanentes. También se considerá el caudal ecológico. Aún cuando la solicitud se refiere a derechos eventuales se debió considerar la situación de conjunto (Q 85% y Q 10%) puesto que estos factores (derechos constituídos, Q85% para derechos permanentes, Q ecológico, etc) no fueron debidamente evaluados al estudiar el expediente ND-VIII-2/27 que dió origen a la Resolución DGA Nº 444 del año 1991, derechos de la que es titular Colbún S.A., en el mismo punto de captación señalado en la presente solicitud.

h) Por Ord. D.G.A. Bío Bío Nº 092 se solicitó a la opositora mayores antecedentes con el objeto de considerarlos, en el mismo sentido se insistió por Ord. DGA Bío Bío Nº 102 del 09 de Noviembre de 1995. Se recibió respuesta el 16 de Noviembre de 1995. La información entregada por Endesa ha sido debidamente considerada en el estudio de disponibilidad.

i) De la lectura de la fotocopia del convenio Ad-Referéndum presentado por Endesa y el análisis estadístico de la estación Río Laja en Tucapel (en régimen natural) se desprende que:

+ Los 90 m3/seg. (para riego) medidos en Tucapel para los meses de Diciembre y Enero, y los porcentajes para los otros meses de riego no se han proveído en un 100%.

+ Cualquier estricto cumplimiento del convenio Endesa- Dirección de Riego asegurará mejor los Caudales en estiaje para la presente petición.

+ Respecto del cumplimiento de los Q máximos anuales, mensuales, diarios y las otras restricciones establecidas a Endesa no se pudo obtener información de la misma.

+ La determinación de disponibilidad para la presente petición resulta bastante conservadora en relación a lo establecido en el convenio Ad-Referéndum, y por ende los caudales determinados caben dentro de las normas que establece el mencionado convenio.

j) De acuerdo con lo indicado anteriormente el convenio Ad-Referéndum Dirección de Riego - Endesa, ha sido debidamente considerado en el análisis de disponibilidad de la presente solicitud.

k) Considerando lo expresado más arriba y la penúltima columna del cuadro de balance se deduce que existe disponibilidad de recursos eventuales con un Q medio anual superior a los 40 m3/seg. en el punto de captación solicitado, pero con una distribución anual distinta. Por lo tanto se debe ofrecer a la peticionaria un Q medio anual de 22,4 m3/seg. con la siguiente distribución estacional:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
29,3	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0

5.-CONCLUSIONES

- Se debe acoger en parte la oposición de Endesa en cuanto a considerar en el estudio de disponibilidad el Convenio Ad-Referéndum. En cuanto a si existe o no disponibilidad es una materia eminentemente técnica que la ley encomienda a la Dirección General de Aguas exclusivamente su determinación, para lo cual Endesa no aporta ningún antecedente.

- Se debe constituir el derecho previa aceptación de oferta de modificación de la variación estacional, como se indica en el punto 4 k.

215

CONFORME

- De la inspección ocular y antecedentes que obran en esta Oficina y que se relacionan con el presente expediente, se desprende que: la constitución del derecho de aprovechamiento solicitado no compromete áreas silvestres protegidas, no destruye sitios arqueológicos conocidos ni afecta la supervivencia de los poblados cercanos al sector involucrado. No corresponde la presentación de estudio de impacto ambiental en este acto, por cuanto éste solo trata de la constitución de un derecho de aprovechamiento.

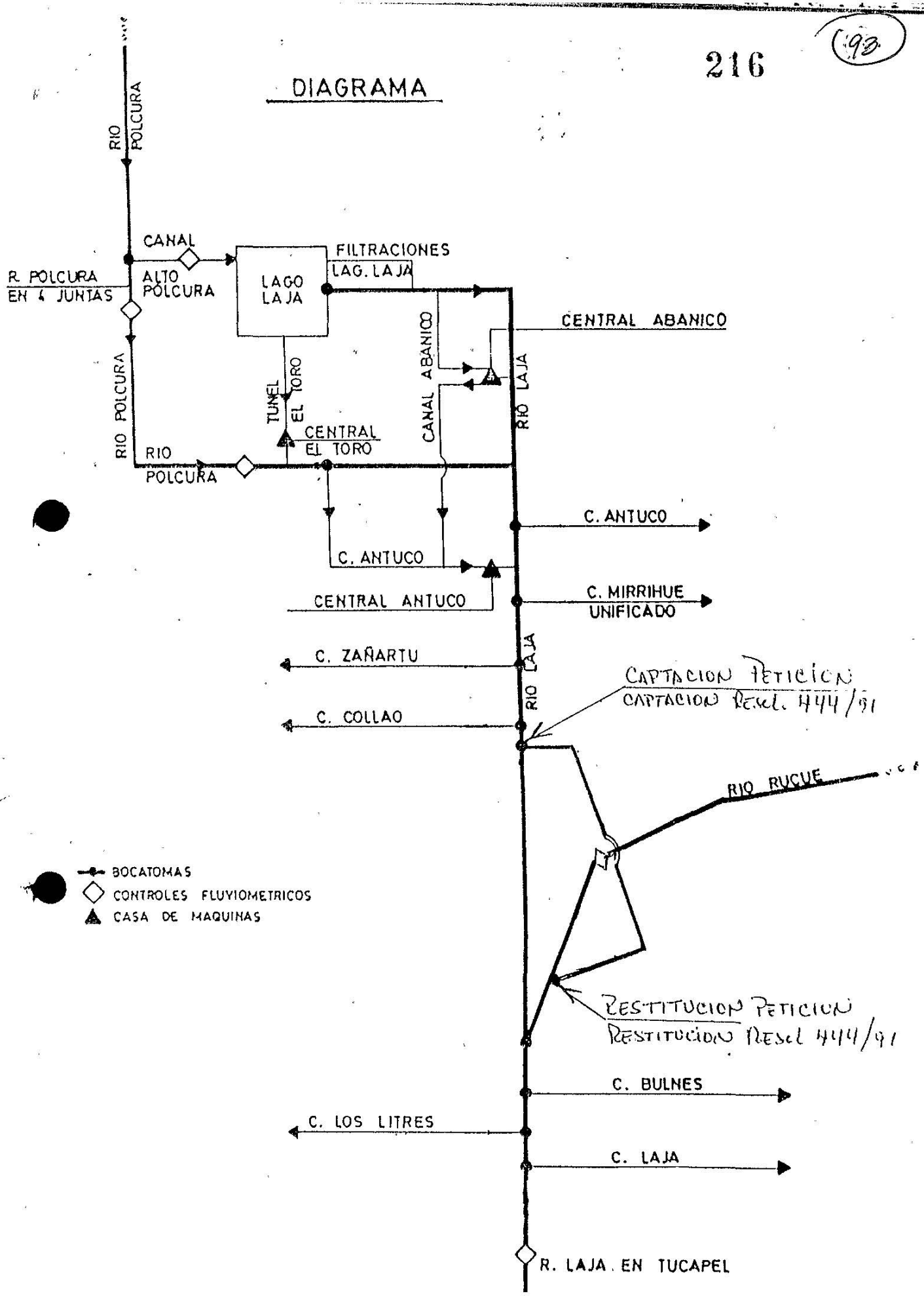
- La constitución del derecho de aprovechamiento solicitado con la variación indicada en el punto 4 k, no producirá menoscabo en los derechos ya constituídos.

MARCOS SAAVEDRA BROFMAN.

19.12.86

(93)

DIAGRAMA


RIO POLCURA
CANAL
ALTO POLCURA
R. POLCURA EN 4 JUNTAS
LAGO LAJA
FILTRACIONES LAG. LAJA
CENTRAL ABANICO
CANAL ABANICO
RIO LAJA
TUNEL EL TORO
CENTRAL EL TORO
RIO POLCURA
RIO POLCURA
C. ANTUCO
C. ANTUCO
CENTRAL ANTUCO
C. MIRRIHUE UNIFICADO
C. ZAÑARTU
RIO LAJA
C. COLLAO
CAPTACION PETICION
CAPTACION RESOL. 444/91
RIO RUCUE
BOCATOMAS
CONTROLES FLUVIOMETRICOS
CASA DE MAQUINAS
RESTITUCION PETICION
RESTITUCION RESOL 444/91
C. BULNES
C. LOS LITRES
C. LAJA
R. LAJA. EN TUCAPEL

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

PRIMER OTROSI

ANTECEDENTES HIDOLOGICOS

I.- OBJETIVOS

El presente informe tiene como objetivo cuantificar los recursos hídricos disponibles en la Bocatoma de la futura Central Rucúe y corresponde a un documento de respaldo técnico a la solicitud de aprovechamiento de derechos de agua, de carácter no consuntivo de tipo eventual y continuo presentada por Colbún S.A. en el curso del mes de junio del año 1995.

A dicha solicitud se opuso ENDESA indicando, unilateralmente y sin argumento alguno que no existían recursos disponibles para satisfacer los requerimientos de la solicitud presentada por Colbún S.A.

II.- GENERALIDADES

Por medio de la RES DGA 444/91, Colbún S.A. dispone de derechos no consuntivos de carácter permanente y continuo, en el río Laja, con caudales variables entre 90 y 55 m3/s, según distribución mensual del CUADRO 1, que serán destinados a la producción de energía eléctrica en la futura Central Rucúe.

La bondad hídrica del río Laja indica que en gran parte de los años la disponibilidad ha superado con creces los derechos permanentes del río Laja indicados en el CUADRO 1, lo anterior ha motivado a la empresa eléctrica Colbún Machicura S.A., ha solicitar derechos no consuntivos complementarios a los existentes, de carácter eventual y continuo de manera de lograr, bajo condiciones hídricas de cierta frecuencia, un caudal uniforme de 120 m3/s.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

CUADRO 1

DERECHOS DISPONIBLES DE CARACTER PERMANENTE

Res 444/91 Res 444/91

MES	RIO LAJA M3/S
ABR	68.0
MAY	90.0
JUN	90.0
JUL	90.0
AGO	90.0
SEP	90.0
OCT	90.0
NOV	90.0
DIC	90.0
ENE	64.0
FEB	53.0
MAR	55.0

Para el efecto de determinar la existencia y la ocurrencia de éstos caudales de complemento, se generó una estadística de caudales medios mensuales del río Laja en el punto de captación.

La estadística generada de una extensión de 39 años, abarca los períodos hidrológicos 50/51 - 89/90, en función de la cual se estableció una curva de variación estacional para probabilidades de excedencia del 10, 30, 50, 85% y 95%.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

III.- ANTECEDENTES

Para el desarrollo del estudio se utilizaron los siguientes antecedentes :

Antecedentes Fluviométricos

.- Estadística de caudales medios mensuales río Laja en Tucapel (Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile. DGA)

.- Estadística de caudales medios mensuales río Rucúe en cruce camino a Antuco (DGA) ampliada y corregida (EDIC Ingenieros Ltda.)

.- Estadística de caudales medios mensuales canales Zañartu, Collao y Mirrihue (DGA)

Antecedentes Cartográficos y Otros

.- Capacidad de porteo canales Bulnes, Los Litres y Canteras

.- Planchetas IGM Escala 1:250000

.- Planchetas IGM Escala 1:50000

.- Estudio Hidrológico Río Rucúe (EDIC Ing. Ltda.)

.- Estudio "Organizaciones de Regantes y Derechos de Agua En Río Laja". DGA VIII

IV.- ANALISIS DE LA ESTADISTICA DISPONIBLE

Río Laja en Tucapel:

Esta estación se encuentra con sus registros actualizados y corregidos por encargo de la Dirección General de Aguas hasta el período 90/91. La estación posee una cuenca aportante de aproximados 2680 km2 y se ubica aguas abajo del punto de captación.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

Si bien sus registros se encuentran fuertemente influenciados por las extracciones de canales de riego que se ubican aguas arriba del punto de medición y por las regulaciones del Lago Laja, la estadística utilizada corresponde a aquella que se presenta en régimen natural por lo que no se requiere análisis al respecto. Por su parte dentro de los aportes naturales que se ubican entre el punto de captación y de medición tienen relevancia los ríos Manco y Rucúe.

Dado lo completo de sus registros y su reciente actualización en régimen natural, esta estación se usó como base para el estudio de disponibilidad hídrica en la bocatoma Laja de la Central Rucúe.

Estadística de caudales de Riego

En general, salvo el caso del Canal Laja, sólo se dispone de estadísticas cortas, aproximados 10 años, de las extracciones de riego de los principales canales de aguas arriba del punto de captación. Estas estadísticas fueron utilizadas sólo en forma referencial.

Estadística de Caudales Río Rucúe

Corresponde a los caudales medios mensuales de la estación "Río Rucúe en Cruce Camino a Antuco", que registra una cuenca aportante de aproximados 216 km2 y no cuenta con una adecuada extensión y continuidad de registros.

La estadística utilizada en este estudio corresponde a aquella que fue recientemente ampliada y corregida por EDIC Ingenieros Ltda para el desarrollo del estudio de factibilidad de la Central Rucúe. En el presente estudio esta estadística se utiliza como respaldo para la estimación del régimen natural y aportes menores de la cuenca intermedia entre el punto de captación y la estación " Laja en Tucapel" .

Se adjuntan en ANEXO los antecedentes relevantes y de interés del análisis hidrológico del río Rucúe en cruce con Camino Antuco efectuado en 1994 por la Empresa Consultora EDIC Ingenieros Ltda.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

V.- ESTADISTICA DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

La generación de la estadística de caudales medios mensuales, se consideró como base los registros de la estación **Río Laja en Tucapel.** De acuerdo a la FIGURA 1, entre el punto de captación y el de medición la estación se encuentra alterada producto de las siguientes singularidades:

.- Extracciones canal Laja

.- Extracciones canales menores

.- Aportes Río Rucúe y Río Manco

.- Aportes menores, cuenca intermedia

De acuerdo a lo anterior, haciendo un balance en el punto de captación se tiene:

$$QLR = QRLT - QRR - QRM - QAP \qquad (1)$$

OK

En que:

QRLT Caudal río Laja en Tucapel (Régimen Natural)
QLR Caudal en bocatoma Laja Central Rucúe
QRR Caudal Río Rucúe en Cruce Camino Antuco
QAP Caudal de aportes propios y cuenca intermedia
QRM Caudal Río Manco en confluencia Río Laja

Dada la cercanía y similitud de las cuencas aportantes de los ríos Rucúe y Manco, resulta plenamente aplicable el método de transposición de caudales para estimar los caudales del río Manco en confluencia, utilizando como estación base la estadística del río Rucúe en camino a Antuco, ampliada y corregida por EDIC Ingenieros Ltda.

De acuerdo a lo anterior y considerando que :

Area Rucúe (AR) = 216 KM2 Area Manco (AM) = 86 KM2

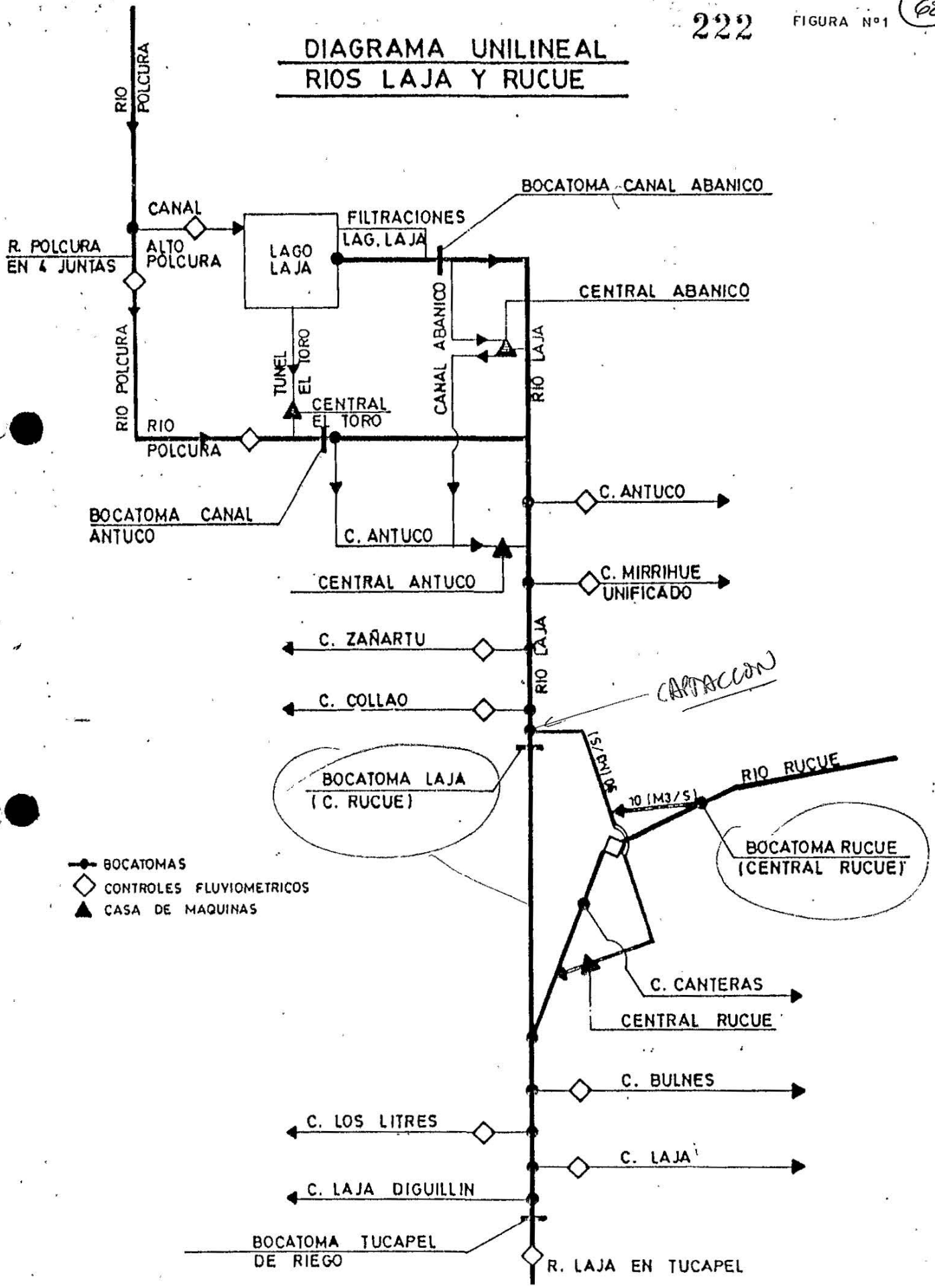
Se tiene que: f= 0.40

No se ha considerado las precipitaciones de ambas cuencas
≈ 2000 mm/año P_{RR} > P_{RM} ≈ 1600 mm/año

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

FIGURA Nº1 (62)

DIAGRAMA UNILINEAL
RIOS LAJA Y RUCUE



EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

De donde:

$$QRM = 0.40 * QRR \quad (2)$$

De igual manera, la estimación de los aportes intermedios entre el punto de captación y medición, se hizo aplicando el método de transposición de caudales utilizando como estadística base la de la estación Laja Tucapel.

De manera de representar en mejor forma estos aportes, el factor f se estimó dividiendo el área aportante entre el punto de captación y la estación Laja en Tucapel (78 km2 excluyendo áreas Rucúe y Manco) por el área total aportante a dicho punto de medición descontadas las áreas aportantes de los ríos Manco y Rucúe (2378 km2),

De acuerdo a lo anterior:

$$QAP = 0.033*(QRLT - 1.4*QRR) \quad (3)$$

Finalmente reemplazando (2) y (3) en (1) y despejado de ésta última ecuación QLR, se obtiene:

$$QLR = 0.967*(QRLT - 1.4*QRR) \quad (4)$$

En relación a la fórmula de balance anterior cabe destacar que:

.- Los caudales de los canales de aguas abajo no representan restricciones de disponibilidad en el punto de captación ya que éstos se ubican aguas abajo del punto de restitución de las aguas no consuntivas que utilizará Colbún S.A.

.- La Aplicación de las fórmulas anteriores a cada uno de los meses del período estadístico considerado permitió obtener las estadísticas de caudales que se muestran en Anexo.

.- La estadística de Laja en Tucapel se presenta en régimen natural por lo que se ve afectada por extracciones o regulaciones de aguas arriba.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

VI.- ANALISIS DE FRECUENCIA

Generada la estadística de caudales medios mensuales disponibles en bocatoma, se realizó un análisis de frecuencia mensual utilizando el efecto el método de los factores de frecuencia.

Las funciones de distribución de probabilidades utilizadas son las que resultaron de mejor ajuste en el estudio "Análisis Estadístico de Caudales de los Ríos de Chile". Los resultados obtenidos se muestran en el CUADRO 2

No es disponible, ni el régimen en pto captación

CUADRO 2

VARIACION ESTACIONAL (M3/S)

Ver 444 PE

MES	PX(10%)	PX(30%)	PX(50)	PX(85)	PX(95)	
ABR	110.60	70.99	55.59	38.52	25.57	68
MAY	261.66	152.03	107.02	56.25	35.65	90
JUN	327.99	208.12	154.45	88.64	60.70	90
JUL	307.45	240.01	193.37	101.13	46.95	90
AGO	265.25	197.08	160.48	106.90	84.20	90
SEP	240.79	182.19	153.60	114.63	89.94	90
OCT	289.35	233.47	203.02	156.88	135.95	90
NOV	334.25	265.55	226.48	165.33	137.42	90
DIC	289.74	204.63	162.08	103.85	78.08	90
ENE	153.65	115.35	94.48	62.85	48.50	64
FEB	111.31	81.58	65.67	44.55	33.21	53
MAR	87.39	66.42	55.00	37.68	29.83	55

< 85%

< 85%

* *

sin unidad a excel.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

CURVA DE VARIACION ESTACIONAL

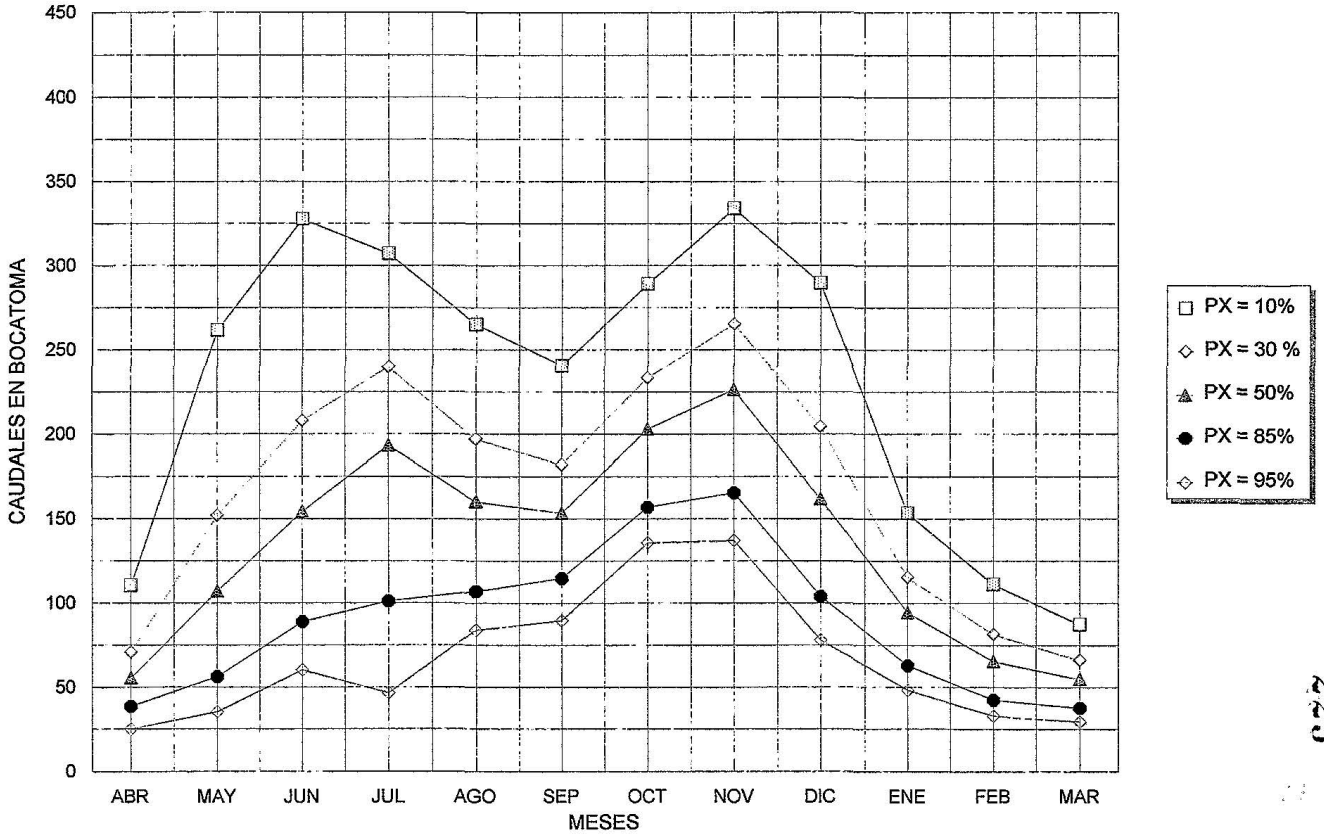


FIGURA 2

225

85

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

VII.- CAUDAL EVENTUAL DISPONIBLE

El análisis de frecuencia se hizo considerando caudales en bocatoma de la central Rucúe en régimen natural, es decir sin considerar las extracciones de derechos tanto en el punto de captación como aguas arriba del mismo.

Los caudales eventuales disponibles se estiman como aquellos que tienen una probabilidad de excedencia del 10%, aceptando implícitamente que los derechos inscritos y vigentes tienen una probabilidad de excedencia del 85%.

NO Resulta
Lo mas
Bueno hasta donde
< 85
sin cortar
el Q ecol.

Los derechos vigentes aguas arriba del punto de captación se determinaron de acuerdo a lo informado en el estudio " Organización de Regantes y Derechos de Agua en el Río Laja", en función del cual se determinó el CUADRO 3, los derechos en el punto de captación corresponden a los indicados en el CUADRO 1.

CUADRO 3

DERECHOS DE AGUAS ARRIBA (M3/S)

CANAL	CAUDAL	INSCRIPCION
ANTUCO	0.70	fs 51 vta, Nº 59/81 C.B.R. LOS ANGELES
ZAÑARTU	45.00	fs 9, Nº9/29 C.B.R. YUMBEL (*)
COLLAO	1.25	fs 1, Nº1/83 C.B.R. YUNGAY
RIOS	0.66	fs 73, Nº78/65 C.B.R. LOS ANGELES
TOTAL	47.61	

(*) La capacidad máxima de este canal es de aproximados 22 m3/s y el máximo caudal medio mensual registrado no supera los 20.2 m3/s

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

De acuerdo a los cuadros anteriores se deduce que los caudales asignados son superiores a los de seguridad 85% por lo que la disponibilidad de caudales eventuales, de 10% de probabilidad de excedencia, deberán de disminuirse de manera de absorber esta diferencia, es decir:

Si se define

Q10 = Caudal 10% probabilidad de excedencia

Qpc = Caudal permanente comprometido

Q85 = Caudal 85% probabilidad de excedencia

Qec = Caudal Ecológico (estimado por DGA en 12.6 m3/s)

Qda = Derechos asignados

Qed = Caudal eventual disponible

de acuerdo a lo anterior se tiene:

(12,8 + 47,6 + Res 444)

$$Qpc = Q85 - Qec - Qda \quad \text{si } Qpc > 0$$

X

$$Qpc = 0 \quad \text{si } Qpc <= 0$$

X

X

Luego:

$$Qed = Q10 - Qpc$$

X

$$Qed = Q_{10} - (Q_{ecol} + Q_{\text{canal A. arriba}} + Res\ 444)$$

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

Fuente: DGA, EDIC Ing Ltda, Elaboración propia

	RIO LAJA EN BOCATOMA CENTRAL RUCUE ANALISIS DE FRECUENCIA											
P(X>x) %	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s
5.00	142.60	344.74	412.12	339.80	305.87	279.19	322.33	373.26	343.91	176.26	129.02	99.77
10.00	110.60	261.66	327.99	307.45	265.25	240.79	289.35	334.25	289.74	153.65	111.31	87.39
20.00	84.33	189.88	250.95	268.27	223.20	203.80	254.96	292.42	236.36	130.08	92.97	74.49
30.00	70.99	152.03	208.12	240.01	197.08	182.19	233.47	265.55	204.63	115.35	81.58	66.42
40.00	62.18	126.47	178.07	215.89	177.21	166.43	217.01	244.57	181.25	104.06	72.94	60.25
50.00	55.59	107.02	154.45	193.37	160.48	153.60	203.02	226.48	162.08	94.48	65.67	55.00
60.00	58.64	97.17	140.47	170.86	145.33	150.88	190.23	209.74	148.13	85.71	58.74	50.20
70.00	51.36	80.84	120.19	146.74	130.68	137.83	177.72	193.17	131.20	77.14	52.52	45.50
80.00	43.23	64.72	99.68	118.48	115.39	123.22	164.42	175.41	113.59	68.02	46.09	40.51
85.00	38.52	56.25	88.64	101.13	106.90	114.63	156.88	165.33	103.85	62.85	42.55	37.68
90.00	32.96	46.97	76.27	79.30	97.10	104.29	148.01	153.46	92.66	56.77	38.49	34.35
95.00	25.57	35.65	60.70	46.95	84.20	89.94	135.95	137.42	78.07	48.50	33.21	29.83

$Q_e = 12,8$ 50% de Q_{min} 25,57

228

28

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

IX.- CONCLUSION

De la simple observación del CUADRO 4 y FIGURA 3 se puede concluir que sólo para los meses de Febrero Marzo y abril no existirían recursos suficientes para satisfacer plenamente la solicitud de Colbún S.A.

No obstante lo anterior, se debe tener presente que el estudio de disponibilidad arroja resultados conservadores, en consideración a lo siguiente:

.- La situación del Canal Zañartu que tiene una capacidad y de acuerdo a la estadística disponible una necesidad menor que sus derechos, conduce a que las disponibilidades calculadas resultan menores que las efectivas o reales.

.- Al efectuar el análisis en régimen natural, de acuerdo lo indica la DGA, no se considera la regulación del Lago Laja y la obligación legal de asegurar un caudal mínimo de 90 m3/s en la estación Laja en Tucapel.

.- La próxima construcción del Canal Laja Diguillín, aportará más recursos, especialmente en los meses deficitarios, que podrán ser utilizados por Colbún S.A. sin perjuicios a terceros asegurando el caudal ecológico considerado en el cálculo de la disponibilidad.

finalmente, se debe tener presente que la solicitud de Colbún S.A. se refiere a derechos **no consuntivos** que no entorpecen el uso y goce de nuevos derechos permanentes, los que podrán desarrollarse una vez restituidas las aguas al Río Laja.

Lo anterior indica que no necesariamente debería considerarse como condición ineludible que los derechos eventuales solicitados se ubiquen en el rango comprendido entre los caudales 85 y 10%, ya que, dado el carácter **no consuntivos** de los recursos eventuales solicitados, no resulta necesario "reservar" derechos permanentes, ya que ambos podrían desarrollarse simultáneamente logrando con ello el uso óptimo del recurso hídrico.

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

CAUDALES EVENTUALES

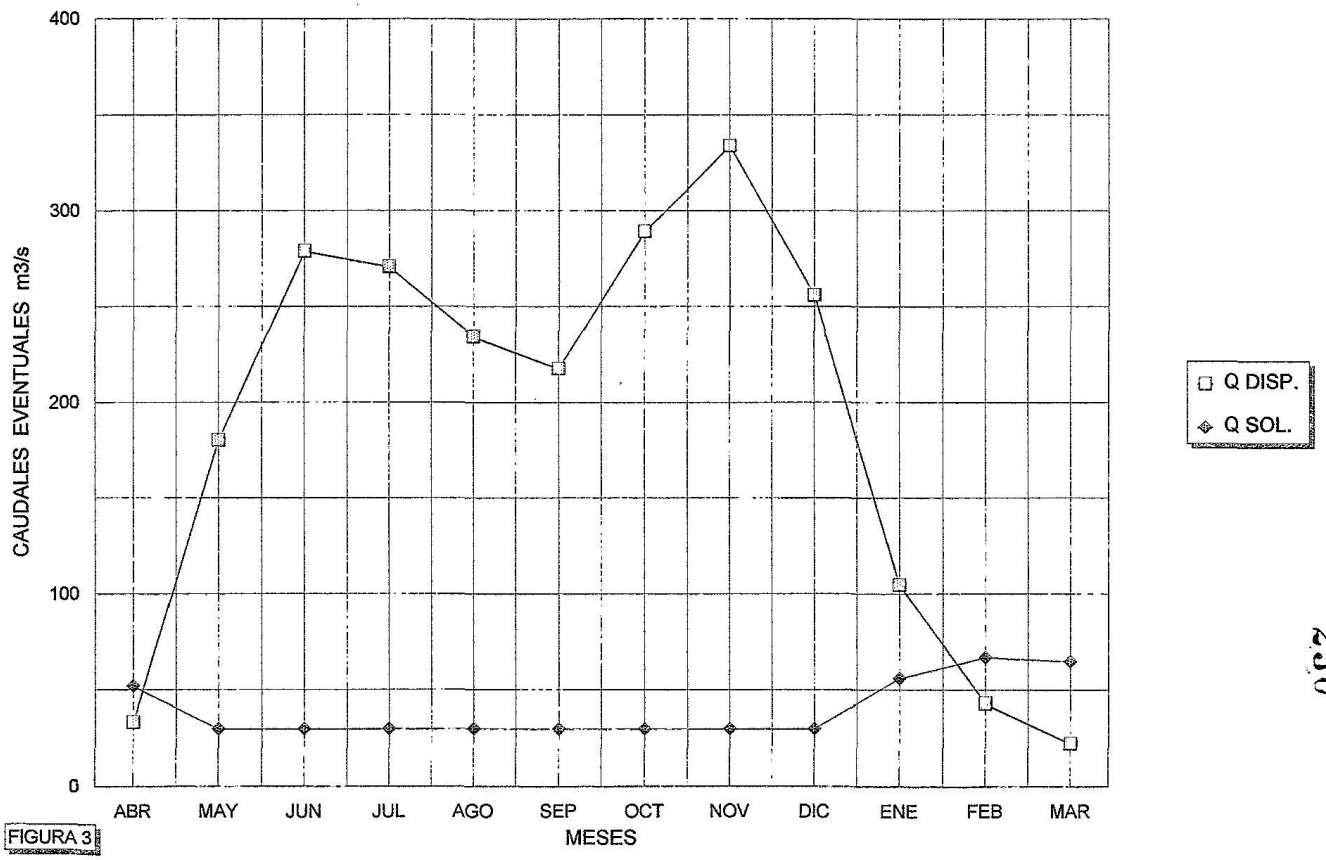


FIGURA 3

230

80

EMPRESA ELECTRICA COLBUN MACHICURA S.A.
FILIAL CORFO

ANEXO

1 SUR 835 - 3ºPISO - FONO:226183 - FAX:231713 - CASILLA 27 - TALCA
AVENIDA 11 DE SEPTIEMBRE 2353 - 5ºPISO - FONO:2313414 - FAX:2316609 - SANTIAGO

Fuente: Análisis Estadístico De Caudales En Los Ríos De Chile (DGA)

LAJA EN TUCAPEL ESTADISTICA FINAL RELLENADA, EXTENDIDA Y CORREGIDA

ANO	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s	PROM m3/s
1950/51	102.00	308.00	268.00	127.00	275.00	236.00	218.80	330.00	305.40	238.00	182.00	100.00	224.18
1951/52	74.80	235.00	415.00	385.00	241.00	256.00	266.00	300.00	228.00	129.00	82.80	103.00	226.30
1952/53	43.00	113.00	147.00	166.00	129.00	185.00	191.00	146.00	102.00	75.70	57.20	47.70	116.88
1953/54	63.60	316.00	209.00	231.00	365.00	380.00	279.00	394.00	352.00	217.00	126.00	73.60	250.52
1954/55	76.00	104.00	234.00	220.00	339.00	172.00	221.00	267.00	180.00	90.30	67.70	44.90	167.99
1955/56	42.90	61.20	201.00	97.10	122.00	141.00	188.00	212.00	147.00	165.00	131.00	96.80	133.75
1956/57	123.00	187.00	106.00	232.00	179.00	152.00	206.00	234.00	110.00	64.30	49.00	38.90	140.10
1957/58	35.60	95.70	136.00	215.00	301.00	182.00	228.00	268.00	209.00	87.20	51.70	45.40	154.55
1958/59	66.40	142.00	348.00	394.00	195.00	178.00	240.00	259.00	125.00	82.30	76.40	66.00	181.01
1959/60	280.00	245.00	240.00	329.00	196.00	326.00	254.00	206.00	262.00	111.00	151.00	59.60	221.63
1960/61	58.00	58.60	249.00	185.00	138.00	143.00	291.00	265.00	163.00	113.00	88.10	89.50	153.43
1961/62	57.80	58.30	137.00	318.00	211.00	293.00	351.00	350.00	230.00	112.00	81.40	69.20	189.06
1962/63	42.10	58.30	101.00	88.50	177.00	142.00	193.00	158.00	94.00	85.50	79.50	74.10	107.75
1963/64	67.30	66.90	107.00	211.00	227.00	254.00	296.00	398.00	336.00	182.00	88.90	87.10	193.43
1964/65	52.40	67.50	77.80	94.70	106.00	174.00	234.00	225.00	192.00	106.00	64.90	57.60	120.99
1965/66	127.00	209.00	367.00	297.00	340.00	169.00	277.00	367.00	361.00	135.00	83.40	66.40	233.23
1966/67	76.40	112.00	186.00	352.00	182.00	193.00	239.00	296.00	408.00	220.00	131.00	90.10	207.13
1967/68	74.50	134.00	116.00	115.00	213.00	209.00	329.00	293.00	175.00	84.30	73.20	62.80	156.57
1968/69	59.60	64.50	62.00	72.30	110.00	102.00	111.00	135.00	101.00	84.10	63.80	56.10	85.12
1969/70	78.30	200.00	458.00	223.00	283.00	233.00	177.00	230.00	180.00	107.00	59.60	51.70	190.05
1970/71	51.00	61.30	178.00	156.00	178.00	136.00	206.00	238.00	213.00	105.00	78.10	50.10	137.54
1971/72	38.80	208.00	120.00	295.00	247.00	151.00	216.00	216.00	159.00	104.00	78.70	68.90	158.53
1972/73	47.10	444.00	591.00	393.00	519.00	389.00	411.00	438.00	380.00	121.00	81.10	49.60	321.98
1973/74	44.60	173.00	162.00	202.00	137.00	121.00	195.00	210.00	121.00	85.40	60.90	47.00	129.91
1974/75	43.30	76.00	218.00	152.00	153.00	153.00	209.00	248.00	160.00	88.40	74.20	66.50	136.78
1975/76	89.00	254.00	281.00	288.00	159.00	169.00	242.00	325.00	243.00	116.00	79.10	62.80	192.33
1976/77	53.50	56.10	192.00	123.00	121.00	162.00	259.00	243.00	169.00	100.00	74.70	64.10	134.78
1977/78	65.10	164.00	198.00	298.00	201.00	254.00	321.00	385.00	300.00	131.00	73.60	59.30	204.17
1978/79	54.90	127.00	182.00	496.00	193.00	305.00	405.00	309.00	150.00	80.50	58.10	48.50	200.75
1979/80	44.20	97.60	98.00	255.00	467.00	339.00	235.00	286.00	258.00	98.30	128.00	121.00	202.26
1980/81	249.00	470.00	504.00	358.00	265.00	177.00	186.00	176.00	131.00	99.50	70.60	65.80	229.33
1981/82	70.10	499.00	313.00	262.00	222.00	188.00	180.00	149.00	87.50	66.00	63.70	56.60	179.74
1982/83	46.00	178.00	357.00	463.00	227.00	344.00	378.00	344.00	331.00	196.00	105.00	78.10	253.93
1983/84	78.90	87.20	364.00	202.00	153.00	144.00	213.00	213.00	105.00	69.00	55.00	58.00	145.18
1984/85	96.20	90.60	151.00	315.00	114.00	204.00	347.00	423.00	280.00	154.00	89.60	71.30	194.64
1985/86	88.60	233.00	227.00	306.00	138.00	177.00	218.00	221.00	112.00	75.10	68.50	68.10	161.03
1986/87	101.00	371.00	575.00	179.00	245.00	160.00	204.00	230.00	190.00	81.50	61.40	60.10	204.83
1987/88	44.70	50.30	164.00	300.00	253.00	194.00	322.00	248.00	121.00	72.70	54.50	58.90	156.93
1988/89	44.30	52.20	141.00	168.00	258.00	153.00	200.00	241.00	147.00	76.00	60.30	52.00	132.73
1989/90	39.70	39.70	126.00	127.00	151.00	138.00	202.00	189.00	120.00	75.20	54.80	53.70	109.68
PROMEDIO	74.8	164.2	232.7	242.3	218.3	204.5	248.5	266.6	200.9	112.1	81.5	66.0	176.0
MAXIMO	280.0	499.0	591.0	496.0	519.0	389.0	411.0	438.0	408.0	238.0	182.0	121.0	322.0
MINIMO	35.6	39.7	62.0	72.3	106.0	102.0	111.0	135.0	87.5	64.3	49.0	38.9	85.1
STD	49.1	120.1	132.2	104.3	90.9	72.3	66.0	76.5	88.3	44.0	28.9	17.7	47.5

222

17

Fuente: EDIC – Ingenieros – JUNIO 1994

RUCUE EN CAMINO A ANTUCO (ESTADISTICA RELLENADA Y EXTENDIDA)

AÑO	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s	PROM. m3/s
1950/51	13.68	50.27	48.15	22.10	45.12	38.76	22.72	26.26	17.27	20.03	14.88	7.97	27.27
1951/52	3.02	28.58	56.64	64.21	35.43	33.31	25.36	22.54	16.86	11.75	9.42	14.73	26.82
1952/53	5.89	19.40	24.98	30.58	22.65	19.95	19.93	10.63	10.11	10.66	7.53	4.77	15.59
1953/54	5.98	39.37	26.31	37.25	51.18	59.06	22.20	16.74	14.14	8.68	6.01	5.08	24.33
1954/55	3.02	11.04	32.40	40.88	35.73	17.44	14.69	12.96	10.97	7.19	4.90	3.69	16.24
1955/56	2.26	5.53	27.46	12.41	17.22	17.56	12.83	10.63	12.90	16.15	5.70	11.22	12.66
1956/57	13.80	26.83	15.38	33.31	25.34	12.50	13.83	11.16	7.72	5.18	5.02	3.63	14.48
1957/58	1.80	11.92	18.65	29.98	58.76	26.67	17.42	18.79	14.01	6.01	7.66	5.15	18.07
1958/59	2.50	18.13	54.82	51.79	29.67	22.34	20.52	19.69	9.36	7.94	5.92	6.98	20.81
1959/60	41.79	34.22	39.37	71.48	32.70	51.18	20.18	13.67	8.74	5.67	4.74	3.84	27.30
1960/61	3.65	4.41	44.21	28.77	16.68	18.28	33.60	14.88	8.59	7.35	5.27	5.30	15.92
1961/62	3.59	3.77	16.92	46.03	23.37	58.15	37.94	16.31	9.30	6.08	5.05	3.53	19.17
1962/63	2.86	2.59	17.31	9.65	27.64	15.41	13.61	7.13	5.18	4.37	5.92	4.68	9.70
1963/64	3.53	5.05	12.83	36.34	47.55	34.82	21.14	20.12	12.03	6.39	4.15	3.26	17.27
1964/65	1.17	2.65	11.50	13.62	18.13	25.31	14.82	11.32	20.89	10.29	9.24	4.99	11.99
1965/66	18.29	22.89	44.52	47.55	48.15	16.16	21.58	22.69	16.43	8.59	5.18	3.91	23.00
1966/67	3.56	9.80	21.92	40.88	21.13	19.04	14.94	13.70	31.74	14.04	7.97	4.62	16.95
1967/68	2.17	10.56	12.56	13.56	25.01	29.98	26.78	15.62	8.96	3.84	3.44	2.08	12.88
1968/69	1.32	1.65	3.92	7.80	10.56	9.98	8.87	10.76	7.78	4.99	2.54	1.64	5.98
1969/70	1.86	18.37	78.14	32.70	42.70	24.68	16.83	14.88	10.57	5.70	8.68	7.50	21.88
1970/71	3.62	5.47	24.74	23.74	25.83	13.56	13.92	10.97	13.42	6.79	7.94	2.45	12.70
1971/72	0.61	24.34	17.25	40.28	20.22	18.50	18.82	13.49	14.32	8.65	5.74	5.08	15.61
1972/73	2.41	35.73	58.76	30.28	55.42	33.61	38.87	28.95	16.03	8.87	5.33	5.39	26.64
1973/74	3.44	15.25	23.68	29.67	18.98	15.47	29.79	10.29	8.65	6.98	5.77	4.74	14.39
1974/75	1.16	7.08	39.06	24.68	18.07	16.44	15.38	13.98	8.22	5.05	4.43	1.71	12.94
1975/76	6.65	21.46	21.10	16.41	15.83	15.86	11.19	5.52	3.26	1.51	22.32	9.15	12.52
1976/77	0.15	1.23	23.83	12.71	13.32	11.47	28.86	14.91	10.01	5.70	3.50	2.76	10.70
1977/78	2.41	19.80	22.80	52.39	32.10	23.22	25.05	23.72	15.16	5.77	3.84	26.51	21.06
1978/79	4.95	17.07	67.54	16.44	27.07	25.10	5.30	3.60	3.50	2.39	22.97	13.05	17.42
1979/80	0.57	8.14	6.83	9.71	47.55	28.19	14.04	17.02	20.93	6.36	21.24	17.70	16.52
1980/81	20.16	49.97	33.92	10.41	8.29	7.71	7.22	9.73	8.15	3.22	33.29	7.60	16.64
1981/82	4.47	60.27	28.77	33.31	22.98	18.68	11.07	7.87	5.21	4.28	4.25	3.07	17.02
1982/83	0.02	15.28	44.52	71.48	26.46	36.34	39.18	20.00	13.45	7.01	3.94	2.91	23.38
1983/84	2.80	5.44	36.64	31.19	17.65	15.71	14.38	10.54	3.92	3.81	2.73	1.96	12.23
1984/85	0.96	15.89	19.34	47.55	17.07	22.43	28.74	23.37	12.59	8.53	4.81	3.29	17.05
1985/86	6.67	26.78	26.25	37.40	10.60	18.90	19.60	16.00	4.61	2.72	2.30	2.16	14.50
1986/87	7.33	41.20	57.40	15.70	27.60	16.80	14.00	24.20	13.00	3.77	3.70	3.21	18.99
1987/88	1.95	4.60	20.20	30.10	28.10	18.20	24.20	15.10	5.25	4.38	3.93	2.51	13.21
1988/89	3.54	5.89	20.10	19.00	37.40	14.40	16.80	14.80	7.08	3.49	2.63	2.00	12.26
1989/90	1.21	1.14	21.40	13.70	20.60	12.90	10.40	6.63	6.41	1.57	1.75	2.74	8.37
PROMEDIO	5.27	17.73	30.55	30.93	28.15	23.35	19.67	15.03	11.17	6.79	7.39	5.71	16.81
MAXIMO	41.79	60.27	78.14	71.48	58.76	59.06	39.18	28.95	31.74	20.03	33.29	26.51	27.30
MINIMO	0.02	1.14	3.92	7.80	8.29	7.71	5.30	3.60	3.26	1.51	1.75	1.64	5.98
STD	7.38	14.89	16.99	16.50	12.78	11.89	8.31	5.81	5.55	3.75	6.50	4.88	5.21

233

(98)

Fuente: DGA, EDIC Ing Ltda, Elaboración propia

RIO LAJA EN BOCATOMA CENTRAL RUCUE													
AÑO	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s	PROM m3/s
1950/51	80.03	229.54	193.77	92.79	204.63	175.56	180.63	283.27	271.66	202.82	155.69	85.82	179.68
1951/52	68.17	188.36	324.29	285.07	184.89	202.25	222.66	259.32	197.45	108.72	67.25	79.58	182.33
1952/53	33.57	82.92	108.22	119.00	93.98	151.73	157.55	126.66	84.86	58.71	45.07	39.63	91.83
1953/54	53.35	252.01	166.31	172.77	283.37	287.21	239.49	357.96	320.91	197.88	113.59	64.23	209.09
1954/55	69.33	85.53	182.23	157.23	279.15	142.57	193.62	240.39	159.04	77.51	58.77	38.38	140.31
1955/56	38.38	51.64	157.03	77.02	94.56	112.46	164.26	190.42	124.56	137.55	118.84	78.33	112.09
1956/57	100.15	144.36	81.60	179.06	138.64	129.93	180.29	210.95	95.82	55.11	40.54	32.67	115.76
1957/58	31.96	76.33	106.15	167.15	211.30	139.74	196.69	233.48	182.95	76.11	39.58	36.89	124.86
1958/59	60.76	112.65	262.03	310.56	148.24	141.74	204.09	223.57	108.09	68.76	65.80	54.32	146.72
1959/60	213.96	190.39	178.60	221.14	145.11	245.70	218.07	180.51	241.27	99.56	139.46	52.38	177.18
1960/61	51.09	50.64	180.74	139.80	110.75	113.42	235.67	235.87	145.84	99.22	77.98	79.29	126.69
1961/62	50.98	51.22	109.46	244.94	172.22	204.40	287.76	316.04	209.60	99.97	71.80	62.07	156.70
1962/63	36.80	52.82	74.16	72.44	133.60	116.33	168.03	142.99	83.80	76.68	68.79	65.25	90.97
1963/64	60.24	57.80	86.01	154.68	154.98	198.27	257.35	357.26	308.31	167.17	80.26	79.73	163.50
1964/65	49.04	61.62	59.60	73.06	77.88	133.85	206.00	202.04	157.22	88.48	50.20	48.89	100.66
1965/66	97.95	170.94	294.31	222.60	263.32	141.40	238.40	323.84	326.51	118.79	73.56	58.85	194.20
1966/67	68.99	94.94	150.03	284.75	147.24	160.69	210.67	267.41	351.20	193.53	115.77	80.79	177.17
1967/68	69.03	115.16	95.07	92.75	171.93	161.35	281.60	261.91	156.93	76.24	66.06	57.85	133.82
1968/69	55.79	60.08	54.59	59.29	91.98	85.04	95.23	115.86	87.04	74.49	58.20	51.97	74.13
1969/70	73.12	168.36	336.75	171.19	215.63	191.70	148.22	202.06	159.59	95.65	45.83	39.80	153.99
1970/71	44.37	51.82	138.49	118.59	137.02	113.04	180.17	215.07	187.61	92.25	64.71	45.08	115.68
1971/72	36.66	168.01	92.59	230.50	211.26	120.85	183.20	190.41	134.23	88.77	68.26	59.69	132.03
1972/73	42.24	380.58	491.44	338.69	426.40	330.32	344.46	383.96	345.40	104.89	71.13	40.62	275.01
1973/74	38.43	146.49	124.47	155.01	106.67	95.96	148.08	188.94	105.19	73.06	51.03	38.99	106.03
1974/75	40.26	63.84	157.76	113.45	123.36	125.56	181.09	220.66	143.44	78.56	65.69	61.93	114.63
1975/76	76.98	216.34	242.91	256.02	132.19	141.80	218.64	306.48	230.33	110.01	46.23	48.29	168.85
1976/77	51.48	52.53	153.24	101.63	98.87	140.98	211.16	214.57	149.72	88.89	67.43	58.19	115.72
1977/78	59.63	131.65	160.43	217.02	150.75	213.96	276.21	339.83	269.30	118.74	65.90	21.43	168.74
1978/79	46.34	99.60	84.47	456.90	149.83	260.68	384.06	293.63	140.17	74.53	25.06	29.20	170.37
1979/80	41.93	83.27	85.43	233.20	386.82	289.35	208.02	253.26	220.92	86.36	94.92	92.95	173.04
1980/81	213.27	386.44	440.99	331.75	244.78	160.55	169.91	156.86	115.52	91.76	23.18	53.28	199.03
1981/82	61.67	400.52	263.45	208.04	183.37	156.35	158.91	133.29	77.48	57.97	55.79	50.52	150.61
1982/83	44.41	151.28	284.65	350.59	183.50	283.16	312.16	305.26	301.56	179.86	96.10	71.51	213.67
1983/84	72.43	76.88	302.07	152.95	123.93	117.86	186.31	191.50	96.13	61.50	49.44	53.38	123.70
1984/85	91.63	66.03	119.71	239.98	87.04	166.73	296.33	377.01	253.45	137.23	80.05	64.43	164.97
1985/86	76.57	188.86	183.78	245.02	118.97	145.42	184.08	191.85	101.96	68.87	63.06	62.86	135.94
1987/88	87.65	302.67	477.82	151.68	199.34	131.84	178.13	189.45	165.96	73.63	54.31	53.72	172.18
1988/89	40.54	42.37	131.11	249.09	206.40	162.79	278.32	219.15	109.79	64.30	47.33	53.50	133.72
1989/90	38.01	42.46	109.02	136.59	198.65	128.32	170.48	212.79	132.43	68.70	54.69	47.53	111.64
PROMEDIO	65.8	137.2	185.8	194.5	174.2	167.2	214.3	238.9	180.9	99.8	69.2	56.3	148.6
MAXIMO	214.0	400.5	491.4	456.9	426.4	330.3	384.1	384.0	351.2	202.8	155.7	92.9	275.0
MINIMO	32.0	42.4	54.6	59.3	77.9	85.0	95.2	115.9	77.5	55.1	23.2	21.4	74.1
STD	38.8	97.1	111.2	88.7	75.3	57.8	57.9	69.1	80.4	39.5	28.0	16.2	39.6

234

43

Fuente: DGA, EDIC Ing Ltda, Elaboración propia

ANALISIS DE FRECUENCIA CAUDAL DISPONIBLE EN BOCATOMA													
P(X>x)	ABR m3/s	MAY m3/s	JUN m3/s	JUL m3/s	AGO m3/s	SEP m3/s	OCT m3/s	NOV m3/s	DIC m3/s	ENE m3/s	FEB m3/s	MAR m3/s	PROM m3/s
2.50	213.96	400.52	491.44	456.90	426.40	330.32	384.06	383.96	351.20	202.82	155.69	92.95	275.01
5.00	213.27	386.44	477.82	350.59	386.82	289.35	344.46	377.01	345.40	197.88	139.46	85.82	213.67
7.50	100.15	380.58	440.99	338.69	283.37	287.21	312.16	357.96	326.51	193.53	118.84	80.79	209.09
10.00	97.95	302.67	336.75	331.75	279.15	283.16	296.33	357.26	320.91	179.86	115.77	79.73	199.03
12.50	91.63	252.01	324.29	310.56	263.32	260.68	287.76	339.83	308.31	167.17	113.59	79.58	194.20
15.00	87.65	229.54	302.07	285.07	244.78	245.70	281.60	323.84	301.56	137.55	96.10	79.29	182.33
17.50	80.03	216.34	294.31	284.75	215.63	213.96	278.32	316.04	271.66	137.23	94.92	78.33	179.68
20.00	76.98	190.39	284.65	256.02	211.30	204.40	276.21	306.48	269.30	118.79	80.26	71.51	177.18
22.50	76.57	188.86	263.45	249.09	211.26	202.25	257.35	305.26	253.45	118.74	80.05	65.25	177.17
25.00	73.12	188.36	262.03	245.02	206.40	198.27	239.49	293.63	241.27	110.01	77.98	64.43	173.04
27.50	72.43	170.94	242.91	244.94	204.63	191.70	238.40	283.27	230.33	108.72	73.56	64.23	172.18
30.00	69.33	168.36	193.77	239.98	199.34	175.56	235.67	267.41	220.92	104.89	71.80	62.86	170.37
32.50	69.03	168.01	183.78	233.20	198.65	166.73	222.66	261.91	209.60	99.97	71.13	62.07	168.85
35.00	68.99	151.28	182.23	230.50	184.89	162.79	218.64	259.32	197.45	99.56	68.79	61.93	168.74
37.50	68.17	146.49	180.74	222.60	183.50	161.35	218.07	253.26	187.61	99.22	68.26	59.69	164.97
40.00	61.67	144.36	178.60	221.14	183.37	160.69	211.16	240.39	182.95	95.65	67.43	58.85	163.50
42.50	60.76	131.65	166.31	217.02	172.22	160.55	210.67	235.87	165.96	92.25	67.25	58.19	156.70
45.00	60.24	115.16	160.43	208.04	171.93	156.35	208.02	233.48	159.59	91.76	66.06	57.85	153.99
47.50	59.63	112.65	157.76	179.06	154.98	151.73	206.00	223.57	159.04	88.89	65.90	54.32	150.61
50.00	55.79	99.60	157.03	172.77	150.75	145.42	204.09	220.66	157.22	88.77	65.80	53.72	146.72
52.50	53.35	94.94	153.24	171.19	149.83	142.57	196.69	219.15	156.93	88.48	65.69	53.50	140.31
55.00	51.48	85.53	150.03	167.15	148.24	141.80	193.62	215.07	149.72	86.36	64.71	53.38	135.94
57.50	51.09	83.27	138.49	157.23	147.24	141.74	186.31	214.57	145.84	78.56	63.06	53.28	133.82
60.00	50.98	82.92	131.11	155.01	145.11	141.40	184.08	212.79	143.44	77.51	58.77	52.38	133.72
62.50	49.04	76.88	124.47	154.68	138.64	140.98	183.20	210.95	140.17	76.68	58.20	51.97	132.03
65.00	46.34	76.33	119.71	152.95	137.02	139.74	181.09	202.06	134.23	76.24	55.79	50.52	126.69
67.50	44.41	66.03	109.46	151.68	133.60	133.85	180.63	202.04	132.43	76.11	54.69	48.89	124.86
70.00	44.37	63.84	109.02	139.80	132.19	131.84	180.29	191.85	124.56	74.53	54.31	48.29	123.70
72.50	42.24	61.62	108.22	136.59	123.93	129.93	180.17	191.50	115.52	74.49	51.03	47.53	115.76
75.00	41.93	60.08	106.15	119.00	123.36	128.32	178.13	190.42	109.79	73.63	50.20	45.08	115.72
77.50	40.54	57.80	95.07	118.59	118.97	125.56	170.48	190.41	108.09	73.06	49.44	40.62	115.68
80.00	40.26	52.82	92.59	113.45	110.75	120.85	169.91	189.45	105.19	68.87	47.33	39.80	114.63
82.50	38.43	52.53	86.01	101.63	106.67	117.86	168.03	188.94	101.96	68.76	46.23	39.63	112.09
85.00	38.38	51.82	85.43	92.79	98.87	116.33	164.26	180.51	96.13	68.70	45.83	38.99	111.64
87.50	38.01	51.64	84.47	92.75	94.56	113.42	158.91	156.86	95.82	64.30	45.07	38.38	106.03
90.00	36.80	51.22	81.60	77.02	93.98	113.04	157.55	142.99	87.04	61.50	40.54	36.89	100.66
92.50	36.66	50.64	74.16	73.06	91.98	112.46	148.22	133.29	84.86	58.71	39.58	32.67	91.83
95.00	33.57	42.46	59.60	72.44	87.04	95.96	148.08	126.66	83.80	57.97	25.06	29.20	90.97
97.50	31.96	42.37	54.59	59.29	77.88	85.04	95.23	115.86	77.48	55.11	23.18	21.43	74.13
10%	97.95	302.67	336.75	331.75	279.15	283.16	296.33	357.26	320.91	179.86	115.77	79.73	199.03
30%	69.33	168.36	193.77	239.98	199.34	175.56	235.67	267.41	220.92	104.89	71.80	62.86	170.37
50%	55.79	99.60	157.03	172.77	150.75	145.42	204.09	220.66	157.22	88.77	65.80	53.72	146.72
85%	38.38	51.82	85.43	92.79	98.87	116.33	164.26	180.51	96.13	68.70	45.83	38.99	111.64
95%	33.57	42.46	59.60	72.44	87.04	95.96	148.08	126.66	83.80	57.97	25.06	29.20	90.97

3.3 TRANSPOSICION DE CAUDALES MEDIOS

Utilizando los caudales medios anuales del período en las cuencas controladas, se efectuó una transposición utilizando dos criterios, los resultados se entregan en el Cuadro Nº 3

CUADRO 3

RUCUE EN CAMINO A ANTUCO (Q1)
CAUDAL MEDIO ANUAL DEL PERIODO
1941/42 - 1990/91

ESTACION REFERENCIA (Q2):	RUCUE EN CAM. A ANTUCO (Q1) (1) m^3/s	(2) m^3/s
Polcura en Balseadero	11,27	13,46
Laja en Tucapel	13,88	18,77
Duqueco en Villucura	14,14	16,83

(1) Transposición lineal $Q1/Q2 = A1/A2$
(2) Transposición no lineal $Q1/Q2 = (A1/A2)^{0.85}$

De estos resultados se dedujo el caudal de 16,35 m3/s para el río Rucue y que corresponde al promedio de los caudales que entrega la transposición no lineal.

3.4 ESCORRENTIA SEGUN BALANCE HIDRICO

De acuerdo al mapa de isolíneas de escorrentía anual del Balance Hídrico (Ref 2), se estimó para la cuenca del río Rucue una escorrentía media anual de 2570 mm la cual corresponde a un caudal de 17,60 m^3/s. En este caso el balance se establece considerando una precipitación media de la cuenca de 3150 mm y una evapotranspiración de 580 mm.

3.5 CAUDALES MEDIOS MENSUALES DEL RIO RUCUE

Los resultados obtenidos, por la transposición de caudales y por el balance hídrico, y que corresponden a los caudales medios anuales para el período 1941/42-1990/91 de 16.35 m^3/s y de 17.60 m^3/s respectivamente, se establece que como ambos resultados son muy similares se considerará como referencia el promedio de ambos y que corresponde a 17.00 m^3/s.

En consecuencia se dedujo el factor de 0.9062 (producto del cuociente entre 17.00 y 18.76) para corregir y ajustar la estadística de caudales medios mensuales generada a través de las correlaciones.

En el Cuadro 4 se entrega la estadística final de caudales medios mensuales establecida para el río Rucue, en el Cuadro 5 se entrega la correspondiente variación estacional para los niveles de probabilidades de excedencia significativos.