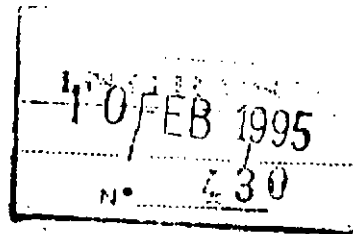


MFN - 175

Fernando

Neuquén, febrero 07 de 1995  
Nota N° 035/95

Sr. Secretario General  
CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES  
Ing. Juan José Ciácerá  
San Martín 871  
BUENOS AIRES

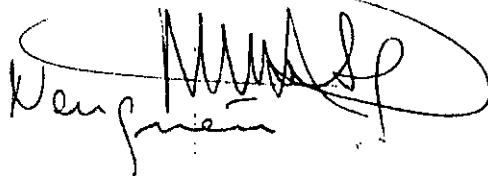


At.: Ing. A. Martinez  
Ref.: Expte. N° 2466

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. con el objeto de adjuntar tres ejemplares de la Versión Definitiva del estudio de la referencia, conforme a lo indicado en la cláusula 31 del contrato oportunamente suscripto.

Saludo a Ud. muy atentamente.

*Oruena del Rio* 

José Luis Valicenti  
Ministro González 416  
(8300) NEUQUEN

El presente trabajo ha sido elaborado para el CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES a requerimiento de la PROVINCIA DE NEUQUEN por el Ing. José Luis VALICENTI en calidad de experto, la colaboración de:

- ♦ Ing. Enrique M.G. BLASCO

- ♦ Ing. Alberto M. LARREGUY

- ♦ Geólogo Carlos G. ARIAS

y la asistencia del ENTE PROVINCIAL DE ENERGIA DEL NEUQUEN.

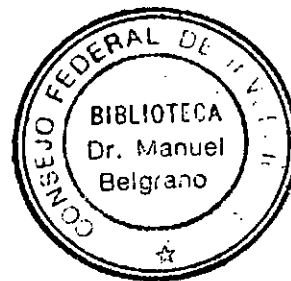
*Neuquén, enero de 1995*



**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**APROVECHAMIENTOS HIDRAULICOS EN LA ZONA NORTE  
DE LA PROVINCIA DEL NEUQUEN**

**CUENCA DEL RIO NEUQUEN**  
*INVENTARIO DE SU POTENCIAL HIDROELECTRICO*



Neuquén, enero de 1995

## INDICE

<b>CAPITULO I</b>	
<b>GENERAL</b>	<b>1</b>
I.1. INTRODUCCION	2
I.2. ORGANIZACION Y CONTENIDO DEL INFORME	4
I.3. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO	5
I.4. METODOLOGIA DE TRABAJO	6
I.5. INFORMACION UTILIZADA	7
I.5.1. Cartografía	7
I.5.2. Geología	8
I.5.3. Hidrología	8
I.6. DESCRIPCION DE LA CUENCA	11
I.6.1. Rasgos Geológicos Sobresalientes	11
I.6.2. Red Hidrográfica	14
I.6.3. Aspectos Climáticos	15
<b>CAPITULO II. NIVEL DE CUENCA. ETAPA DE ANALISIS GLOBAL</b>	
<b>DETERMINACION DEL POTENCIAL ENERGETICO DE LA CUENCA</b>	<b>20</b>
II.1. INTRODUCCION	21
II.2. METODOLOGIA DE TRABAJO	22
II.3. DETERMINACION DEL POTENCIAL ENERGETICO BRUTO	23
II.4. RESULTADOS	26
II.5. EVALUACION DE LOS RESULTADOS	41
<b>CAPITULO III. NIVEL DE CUENCA. ETAPA DE INDIVIDUALIZACION</b>	
<b>DETECCION Y EVALUACION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO</b>	<b>44</b>
III.1. INTRODUCCION	45
III.2. HIPOTESIS DE TRABAJO	46
III.3. IDENTIFICACION DE SITIOS	51
III.3.1. Introducción	51
III.3.2. Metodología de Trabajo	51
III.3.3. Sitios Identificados	52

III.4. GEOLOGIA DEL AREA	57
III.4.1. Estratigrafía	57
III.4.2. Estructura	65
III.4.3. Historia Geológica	66
III.4.4. Geomorfología	67
III.5. EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS	69
 <b>CAPITULO IV. NIVEL DE SISTEMA. ETAPA DE FORMULACION DE SISTEMAS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO</b>	 71
IV.1. INTRODUCCION	72
IV.2. METODOLOGIA DE TRABAJO	73
IV.3. ESTUDIOS BASICOS	74
IV.3.1. Topografía	74
IV.3.2. Geología	74
IV.3.3. Hidrología	74
IV.4. CRITERIOS UTILIZADOS	81
IV.4.1. Criterios para la Selección de Sitios de Aprovechamiento	81
IV.4.2. Criterios de Diseño	81
IV.4.3. Criterios para el Cálculo del Costo de los Aprovechamientos	84
IV.4.4. Criterio para la Determinación de la Producción Energética	84
IV.4.5. Criterio para la Determinación del Costo Medio de Generación	85
IV.5. SELECCION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO	86
IV.5.1. Primera Selección	86
IV.5.2. Segunda Selección	86
IV.6. COSTO DE LOS APROVECHAMIENTOS	93
IV.7. FORMULACION Y ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO	95
IV.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	129
IV.8.1. Conclusiones	129
IV.8.2. Recomendaciones	130
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	 131

## INDICE DE CUADROS

Cuadro I.6.1 ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA	16
Cuadro II.4.1 POTENCIAL BRUTO DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL RIO NEUQUEN	27
Cuadro II.4.2 POTENCIAL ENERGETICO BRUTO DEL CURSO PRINCIPAL DEL RIO NEUQUEN Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES	40
Cuadro II.5.1 RESUMEN DE LOS RESULTADOS	42
Cuadro II.5.2 ORDENAMIENTO DE LOS CURSOS SEGUN SU POTENCIAL ENERGETICO	43
Cuadro III.2.1. PORCION DE LA CUENCA INCLUIDA EN LA ZONA DE 50 MW	48
Cuadro III.2.2. COMPARACION ENERGETICA DE LA PARTE INCLUIDA EN LA ZONA DE 50 MW. CON LA TOTALIDAD DE LA CUENCA	49
Cuadro III.3.1. SITIOS IDENTIFICADOS EN LA CUENCA	54
Cuadro III.5.1. SITIOS SELECCIONADOS	70
Cuadro IV.5.1 FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO PRIMERA SELECCION DE SITIOS	90
Cuadro IV.5.2 FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO ESQUEMA ARBOREO DE LOS SITIOS	91
Cuadro IV.5.3 FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SEGUNDA SELECCION DE SITIOS	92
Cuadro IV.6.1 COEFICIENTES DE LAS EXPRESIONES DE COSTO DE LOS APROVECHAMIENTOS	94
Cuadro IV.7.1 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL	97
Cuadro IV.7.2. COSTO DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL	98

Cuadro IV.7.3 PRODUCCION DE ENERGIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL	99
Cuadro IV.7.4 COSTO MEDIO DE GENERACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTOd EN EL CURSO PRINCIPAL	100
Cuadro IV.7.5 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO VARVARCO	101
Cuadro IV.7.6 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO NAHUEVE	102
Cuadro IV.7.7 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO CURI LEUVU	102
Cuadro IV.7.8 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO AGRIO	101
Cuadro IV.7.9 SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SINTESIS DE LOS INDICADORES ECONOMICOS	103

## INDICE DE GRAFICOS

Gráfico I.1.1 UBICACION GEOGRAFICA DE LA CUENCA	3
Gráfico I.5.1 PLAN CORDILLERANO CENTRO COBERTURA AEROFOTOGRAFICA DE LA CUENCA	9
Gráfico I.5.2 DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA COBERTURA PLANIALTIMETRICA DE LA CUENCA	10
Gráfico I.6.1 FORMACIONES GEOLOGICAS SOBRESALIENTES	17
Gráfico I.6.2 RED HIDROGRAFICA	18
Gráfico I.6.3 UBICACION DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS	19
Gráfico II.3.1 ESQUEMA SIMPLIFICADO DE LA RED HIDROGRAFICA CONSIDERADA	25
Gráfico III.2.1 PORCION DE LA CUENCA INCLUIDA EN LA ZONA DE 50 MW	50
Gráfico III.3.1. SITIOS IDENTIFICADOS EN LA CUENCA	56



## CAPITULO I

# **GENERAL**

## I.1. INTRODUCCION

El Ente Provincial de Energía del Neuquén ha considerado de interés determinar el potencial energético del río Neuquén en sus cursos medio y superior, con la finalidad de conocer sus posibilidades concretas de producción de energía.

El río Negro es el colector de dos afluentes caudalosos: los ríos Limay y Neuquén. El curso de éstos constituyen los lados de un triángulo aproximadamente isósceles cuya base se orienta en dirección N-S y se halla materializada por la cordillera de los Andes en el contorno oeste de la provincia de Neuquén. En el vértice Este, donde se produce la confluencia de los ríos mencionados, nace el río Negro, que luego de recorrer aproximadamente 635 Km. en dirección NO-SE, desemboca en el océano Atlántico. La ubicación relativa de la cuenca del río Neuquén puede observarse en el Gráfico I.1.1.

Mientras que el módulo del río Limay es aproximadamente 720 m<sup>3</sup>/seg, el del Neuquén sólo alcanza los 300 m<sup>3</sup>/seg. El desnivel del primero, entre sus nacientes y confluencia, es del orden de 890 metros<sup>(1)</sup> y el del Neuquén 1.650 metros<sup>(2)</sup>. Esto induce a pensar que en términos energéticos, ambos recursos son aproximadamente del mismo orden.

No obstante, por razones que no resultan demasiado evidentes, el grado de conocimiento que se posee de la cuenca del río Limay, las obras de aprovechamiento hidroeléctrico en operación, las que actualmente se construyen, las proyectadas e inventariadas, superan ampliamente a las del Neuquén.

Mientras que el río Limay posee una potencia instalada de 3.720 MW. y una energía media anual del orden de 11.920 GWh.<sup>(3)</sup>; 250 MW. y 1.020 GWh/año a instalar en los próximos años<sup>(4)</sup> y 6.510 MW. y 24.630 GWh/año proyectados e inventariados; el río Neuquén sólo dispone de 450 MW. de potencia instalada y 1.510 GWh. de energía media anual<sup>(5)</sup> y 1.300 MW. y 4.210 GWh/año proyectados<sup>(6)</sup>.

Es posible que las razones de este desequilibrio tengan origen en los primeros viajes de reconocimiento realizados a principio de siglo, que siempre estuvieron orientados hacia el sur. Tal vez la atracción del paisaje andino en el entorno del Limay lo hayan estimulado. Algunos estudiosos de esta temática opinan que el motivo fue la búsqueda de pasos trasandinos de baja altura para concretar el proyecto del ferrocarril internacional a Chile. Este argumento parece convincente si se tiene en cuenta que la cordillera en la zona sur de la provincia de Neuquén, posee pasos relativamente más bajos que los ubicados en el norte, y por lo tanto más fácilmente atravesables con obras de infraestructura ferroviaria.

A partir de estos primeros reconocimientos es fácil imaginar que fueron sumándose ideas de aprovechamiento de uno de los recursos naturales más importantes del área, como lo es el río Limay.

Mientras tanto, la cuenca del río Neuquén quedó postergada en su desarrollo energético. Sólo la parte inferior se halla aprovechada con el Complejo Cerros Colorados, cuya realización data de 1978, aunque su implementación responde más a la necesidad de atenuar las crecidas para limitar las inundaciones periódicas en las áreas pobladas ubicadas en la parte inferior de la cuenca.

Inmediatamente aguas arriba de este complejo se han estudiado dos aprovechamientos denominados Chihuido I (nivel de Factibilidad) y Chihuido II (nivel de Prefactibilidad). El resto de la cuenca permanece sin estudiar.

(1) Calculado entre la cota del lago Aluminé (1.150 m.s.n.m) y la confluencia con el río Neuquén (260 m.s.n.m).

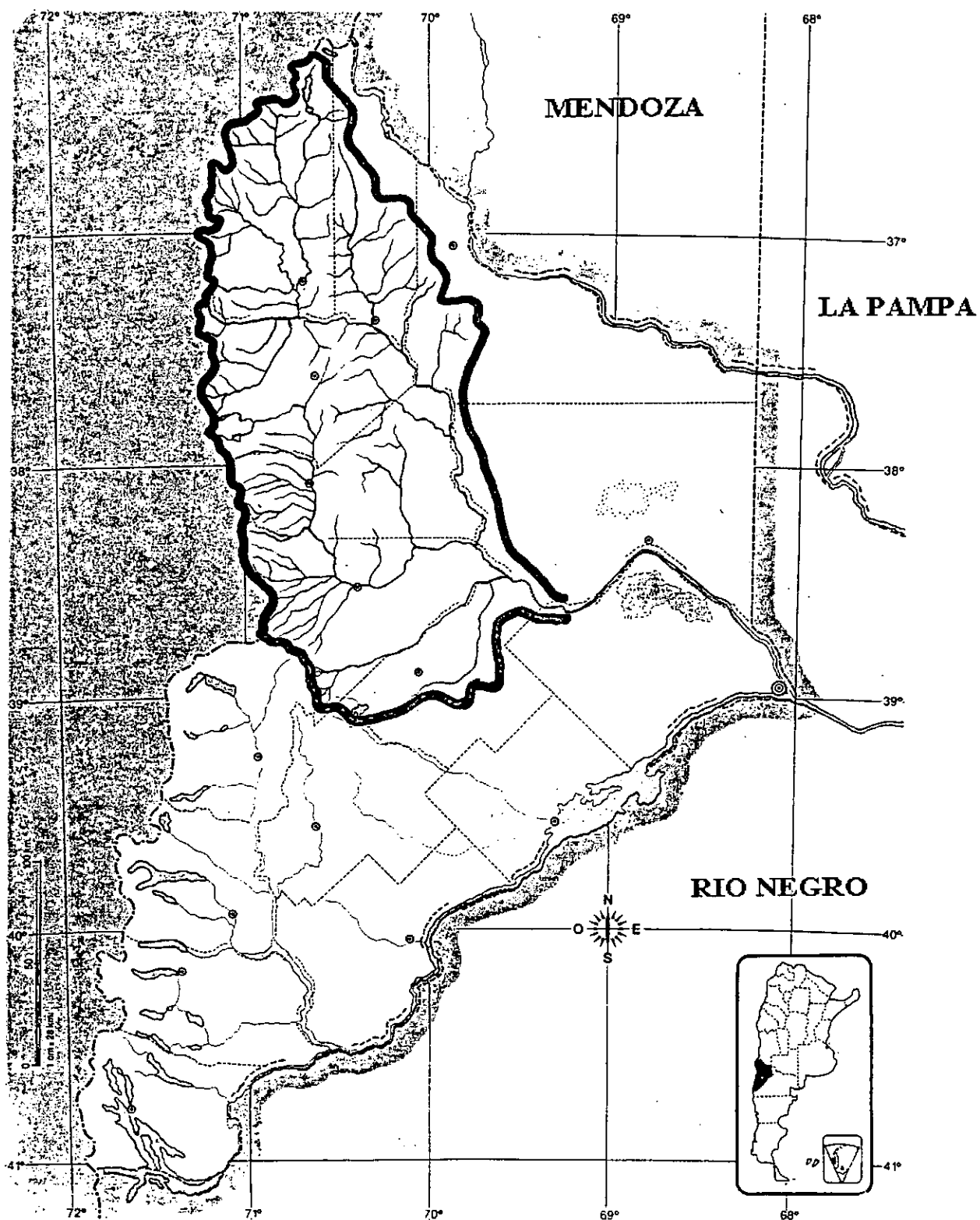
(2) Calculado entre la cota de la laguna Varvarco (1.910 m.s.n.m) y la confluencia con el río Limay (260 m.s.n.m).

(3) Alicurá: 1.000 MW. y 2.360 GWh/año; Piedra del Aguila: 1.400 MW. y 5.840 GWh/año (cuatro máquinas); El Chocón: 1.200 MW. y 3.000 GWh/año y Arroyito: 120 MW. y 720 GWh/año.

(4) Corresponde al aprovechamiento Pichi Picún Leufú, actualmente en construcción.

(5) Corresponden a la central de Planicie Banderita, emplazada en el complejo Cerros Colorados.

(6) Corresponde al equipamiento de la central El Chañar: 70 MW. y 300 GWh/año; Chihuido I: 850 MW. y 2.600 GWh/año y Chihuido II: 380 MW. y 1.310 GWh/año.



**CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES**

**Cuenca del Río Neuquén  
Inventario de su Potencial Hidroeléctrico**

**UBICACION GEOGRAFICA DE LA CUENCA**

Gráfico I.1.1

Escala: gráfica

## **I.2. ORGANIZACION Y CONTENIDO DEL INFORME**

Este informe consta de cuatro capítulos y dos anexos conforme al siguiente detalle:

- ✧ Capítulo I      *GENERAL*
- ✧ Capítulo II     *NIVEL DE CUENCA. ETAPA DE ANALISIS GLOBAL*
- ✧ Capítulo III    *NIVEL DE CUENCA. ETAPA DE INDIVIDUALIZACION*
- ✧ Capítulo IV    *NIVEL DE SISTEMA. ETAPA DE FORMULACION DE SISTEMAS*
  
- ✧ Anexo A        *DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS SITIOS IDENTIFICADOS*
- ✧ Anexo B        *COSTO DE LOS APROVECHAMIENTOS*

El CAPITULO I se ocupa de definir el objeto y alcance de este estudio y la metodología empleada para su desarrollo. Incluye además, una breve descripción de la cuenca en sus rasgos más sobresalientes y de toda la información utilizada para concretar este trabajo.

El CAPITULO II, correspondiente al desarrollo de la Etapa de Análisis Global del Nivel de Cuenca, describe el método utilizado para calcular el potencial energético bruto en la cuenca, las hipótesis asumidas y la justificación de su aplicación, los resultados del cálculo, las evaluaciones pertinentes y los comentarios tendientes a orientar el rumbo de las etapas posteriores de estudio.

En el CAPITULO III, se expone acerca del análisis realizado para la detección de sitios de interés para el emplazamiento de obras de aprovechamiento energético, la evaluación de los elementos que inciden en su elección, la individualización de las eventuales restricciones que tienen su origen en el medio físico, social y ambiental y la síntesis de los sitios seleccionados al cabo de etapa de los estudios.

Finalmente, el CAPITULO IV, incluye la descripción de los sistemas de aprovechamiento que pueden componerse a partir de los sitios seleccionados en la etapa precedente, su evaluación económica y las conclusiones y recomendaciones correspondientes.

El ANEXO A complementa el CAPITULO III. Contiene la descripción física y geológica de cada uno de los sitios de emplazamiento detectados, su evaluación individual y las eventuales restricciones que limitan su aptitud.

En el ANEXO B, complementario del CAPITULO IV, se incluye toda la información de costos de construcción de las obras de aprovechamiento de cada uno de los sitios seleccionados.

### **I.3. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

El objeto de este estudio es definir el potencial energético teórico, a partir del cual se establecerá un esquema de utilización posible del recurso hídrico de las cuencas medias y superior del río Neuquén.

El alcance queda definido por la identificación de sitios de aprovechamiento en las subcuencas en que se divide la cuenca principal y la evaluación preliminar de la conveniencia relativa de los aprovechamientos detectados desde el punto de vista económico.

El ámbito geográfico de trabajo incluye la totalidad de la cuenca del río Neuquén desde sus nacientes hasta la confluencia con el río Limay. Es importante destacar en este punto que, en la parte inferior de la cuenca, se halla materializado el emplazamiento Portezuelo Grande, derivador de caudales del río Neuquén a las cuencas Los Barreales y Mari Menuco, en el complejo Cerros Colorados. No obstante, se ha considerado como límite inferior de la cuenca, para el desarrollo de estos estudios, la cota de embalse, a nivel máximo normal, del aprovechamiento hidroeléctrico Chihuido I (655 m.s.n.m), cuya área de inundación ingresa en la parte baja de los ríos Agrio y Covunco.

#### **I.4. METODOLOGIA DE TRABAJO**

La metodología de trabajo a aplicar en el curso de este estudio (ref. 01), se basa en considerar a la cuenca un ámbito indivisible en donde se producen interrelaciones de todos los aspectos vinculados con el objetivo que se pretende estudiar (nivel de cuenca). Los asentamientos poblacionales, los usos existentes del agua (regadío, consumo humano, etc), el medio natural, etc, resultan condiciones de borde que limitan el libre desarrollo de un sistema de aprovechamiento energético que puede ir en detrimento de la calidad del medio como ámbito para el desarrollo de la vida. En todo caso, el resultado debe contribuir a mejorar esta calidad de vida y en ningún caso a producir un deterioro de la misma.

Abordada la problemática dentro de este contexto, comienza seguidamente, un análisis más detallado de la situación, en donde la cuenca es linealizada mediante la utilización del perfil longitudinal de los ríos. En este ámbito, mucho más restringido en términos de interacciones, es factible realizar un análisis en una dimensión más acorde con el fin que se persigue (nivel de sistema).

Finalmente, la resolución definitiva se lleva a cabo en el nivel puntual (o de aprovechamiento).

El orden en que el conocimiento de la problemática evoluciona es acorde con el ámbito en el que se desarrollan los estudios y son los siguientes:

- ✧ **CUENCA.** Los estudios se desarrollan en el ámbito de la cuenca y tienen por objeto la determinación de su potencial energético y la identificación de sitios adecuados para el emplazamiento de aprovechamientos.
- ✧ **SISTEMA.** El análisis se circunscribe a las alternativas de aprovechamiento formuladas con la finalidad de hallar el esquema de utilización más conveniente.
- ✧ **APROVECHAMIENTO.** Comprende el desarrollo individual de las obras del esquema seleccionado precedentemente, con el grado de detalle apropiado para posibilitar su construcción.

Estos niveles se dividen, a su vez, en etapas en función del grado de avance que alcanzan los estudios respectivos.

En esta oportunidad, el desarrollo de los estudios alcanza el nivel de cuenca en su totalidad (etapas de análisis global y de individualización) y la primera etapa (de formulación de sistemas de aprovechamiento) del nivel de sistema.

## I.5. INFORMACION UTILIZADA

### I.5.1. CARTOGRAFIA

La información cartográfica utilizada en este estudio proviene de distintas fuentes. En primer lugar se hace mención al trabajo aerofotográfico realizado por el Instituto Geográfico Militar en 1962, denominado Plan Cordillerano Centro. La escala de vuelo es 1:50.000. No se tiene conocimiento de que haya sido restituido posteriormente. El área relevada en este reconocimiento aéreo, que incluye la totalidad de la cuenca, comprende desde 69° 30' de longitud Oeste hasta el límite con la república de Chile y desde 36° 15' hasta 39° de latitud Sur. Los fotogramas que cubren la cuenca del río Neuquén se exponen en el Gráfico I.5.1. La cobertura planimétrica de los fotogramas se ajusta al siguiente detalle:

<i>fotogramas</i>	<i>cobertura planialtimétrica</i>	
	<i>latitud (sur)</i>	<i>longitud (oeste)</i>
37 SE	36° 15' - 36° 30'	71° 00' - 70° 45'
38 SE SO	36° 15' - 36° 30'	70° 45' - 70° 15'
42 SE SO NO NE	36° 30' - 37° 00'	71° 15' - 70° 45'
43 SE SO NO NE	36° 30' - 37° 00'	70° 45' - 70° 15'
44 SO	36° 45' - 37° 00'	70° 15' - 70° 00'
47 SE SO NO NE	37° 00' - 37° 30'	71° 15' - 70° 45'
48 SE SO NO NE	37° 00' - 37° 30'	70° 45' - 70° 15'
49 SE SO NO	37° 00' - 37° 30'	70° 15' - 69° 45'
52 SE SO NO NE	37° 30' - 38° 00'	71° 15' - 70° 45'
53 SE SO NO NE	37° 30' - 38° 00'	70° 45' - 70° 15'
54 SE SO NO NE	37° 30' - 38° 00'	70° 15' - 69° 45'
55 SE SO NO NE	38° 00' - 38° 30'	71° 15' - 70° 45'
56 SE SO NO NE	38° 00' - 38° 30'	70° 45' - 70° 15'
57 SE SO NO NE	38° 00' - 38° 30'	70° 15' - 69° 45'
58 SO NO	38° 00' - 38° 30'	69° 45' - 69° 30'
59 NE	38° 30' - 38° 45'	71° 00' - 70° 45'
60 SE SO NO NE	38° 30' - 39° 00'	70° 45' - 70° 15'
61 SE SO NO NE	38° 30' - 39° 00'	70° 15' - 69° 45'
62 SO NO	38° 30' - 39° 00'	69° 45' - 69° 30'

En segundo lugar se ha consultado la cartografía elaborada por la Dirección Nacional de Geología y Minería. Se trata un relevamiento planialtimétrico en escala 1:100.000 que cubre la totalidad del área de la cuenca, aproximadamente desde 69° 15' de longitud Oeste hasta el límite con la república de Chile y desde 36° hasta 39° de latitud Sur.

El detalle de las hojas utilizadas se aprecia en el Gráfico I.5.2. El código de las hojas que se expone en el citado gráfico, se corresponde con la denominación y cobertura planimétrica individual que se muestra en el siguiente cuadro:

código hoja	denominación	cobertura planialtimétrica	
		latitud (sur)	longitud (oeste)
30 ab	NACIENTES DEL RIO BARRANCAS	36° 00' - 36° 30'	71° 00' - 70° 15'
31 a	LAGUNAS DE EPULAFQUEN	36° 30' - 37° 00'	71° 30' - 70° 45'
31 b	VOLCAN DOMUYO	36° 30' - 37° 00'	70° 45' - 70° 00'
31 c	CONF. RIOS GRANDE Y BARRANCAS	36° 30' - 37° 00'	70° 00' - 69° 15'
32 a	LOS MICHES	37° 00' - 37° 30'	71° 30' - 70° 45'
32 b	CHOS MALAL	37° 00' - 37° 30'	70° 45' - 70° 00'
32 c	BUTA RANQUIL	37° 00' - 37° 30'	70° 00' - 69° 15'
33 a	VOLCAN COPAHUE	37° 30' - 38° 00'	71° 30' - 70° 45'
33 b	EL HUECU	37° 30' - 38° 00'	70° 45' - 70° 00'
33 c	LOS CHIHUIDOS NORTE	37° 30' - 38° 00'	70° 00' - 69° 15'
34 a	CERRO RAHUE	38° 00' - 38° 30'	71° 30' - 70° 45'
34 b	LONCOPUE	38° 00' - 38° 30'	70° 45' - 70° 00'
34 c	LOS CHIHUIDOS SUR	38° 00' - 38° 30'	70° 00' - 69° 15'
35 b	ZAPALA	38° 30' - 39° 00'	70° 45' - 70° 00'

### I.5.2. GEOLOGIA

Las fuentes de información utilizadas en el tratamiento de esta disciplina se identifican con los números 02 a 09 en el capítulo correspondiente a las Referencias Bibliográficas.

### I.5.3. HIDROLOGIA

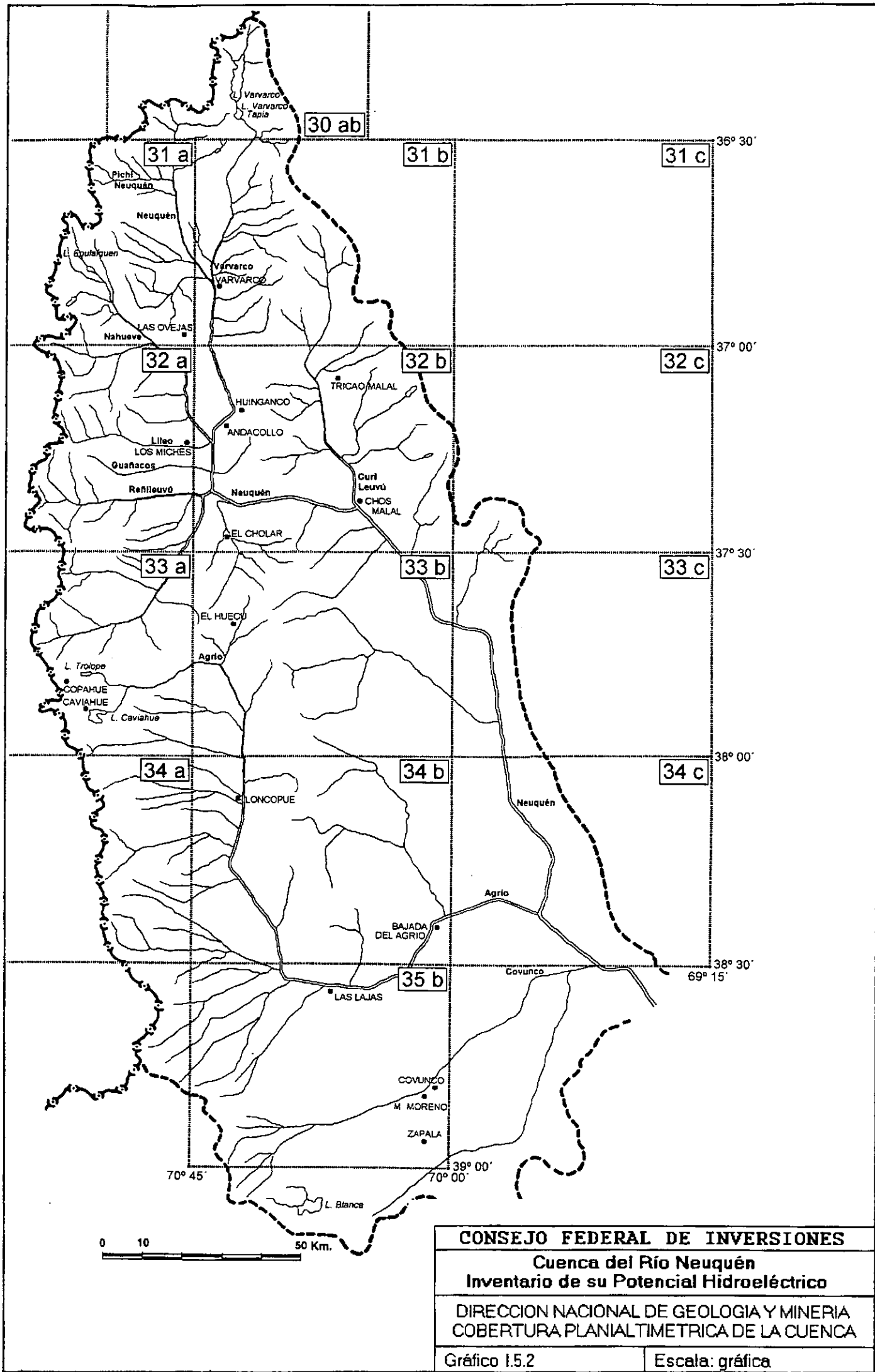
También en este punto la información utilizada proviene de varias fuentes. En primer lugar se hace mención al Volumen III - Recurso Hídrico de la referencia 10, del cual se han extraído caudales medios mensuales de los ríos conforme al siguiente detalle:

río	sitio	amplitud registro
Nahueve	Bella Vista	1952/53 - 1977/78
Trocomán	El Cholar	1952/53 - 1978/79
Curi Leuvú	Los Maitenes	1974/75 - 1978/79
Agrio	Bajada del Agrio	1953/54 - 1977/78
Neuquén	Chos Malal	1940/41 - 1978/79

La referencia 11 ha sido de gran utilidad para la determinación de caudales en cualquier punto de la cuenca, mediante la utilización de la metodología indirecta de cálculo sugerida en la fuente mencionada.







## **I.6. DESCRIPCION DE LA CUENCA**

### **I.6.1. RASGOS GEOLOGICOS SOBRESALIENTES**

A continuación se realiza una breve descripción de la estratigrafía de la zona y una somera referencia sobre la estructura de la cuenca. En términos generales se caracteriza por ser variada y compleja.

El área que se considera pertenece, en su mayor parte, a la provincia geológica denominada Cuenca Neuquina, con excepción de la porción norte extrema, que pertenecería al extremo sur de la Cordillera Principal.

Dentro de las rocas que se presentan, las más importantes desde el punto de vista económico, son las del Jurásico y Cretácico, por la presencia de yacimientos minerales y de hidrocarburos vinculados a ellas. Por este motivo son los depósitos que se conocen con más detalle en cuanto a su litología y relaciones estratigráficas.

La descripción y el bosquejo geológico adjunto se basan principalmente en la referencia 03. Concordantemente, se han usado algunos criterios cartográficos para la división en unidades.

El Gráfico I.6.1 muestra el bosquejo de las formaciones geológicas sobresalientes. La fuente consultada para la confección de este gráfico es la indicada con el número 12 en las referencias bibliográficas.

En el Cuadro I.6.1 puede observarse la estructura de las unidades litoestratigráficas que se describen a continuación:

#### **✧ FORMACION HUECHULAUFGUEN**

Esta formación, que posee su mayor desarrollo al sudoeste de la provincia de Neuquén, se detecta en afloramientos aislados. Se asignan a esta formación rocas plutónicas, graníticas, granodioríticas, hasta tonalíticas y adicionalmente rocas hipabisales asociadas. El más significativo, desde el punto de vista estratigráfico, es el afloramiento de la cordillera del Viento. Concretamente, al Este de la localidad de Andacollo, sobre la ladera occidental, aflora un plutón granodiorítico-granítico intruyendo a los sedimentos carbónicos.

#### **✧ SERIE ANDACOLLO**

Incluye sedimentitas y piroclastitas carbónicas que afloran en el flanco occidental de la cordillera del Viento. La serie fue dividida en tres entidades (Zöllner y Amos, 1955).

Las Tobas inferiores corresponden a tobas riolíticas blanquecinas, macizas, mal estratificadas, con intercalaciones de lentes de arcillas. Se detectan también algunas coladas de riolita. El espesor máximo alcanzado es de aproximadamente 1.500 metros.

A continuación se presenta la formación Huaraco. Se integra con lutitas y limolitas de colores oscuros y negro con lentes de areniscas. La base es discordante respecto de las Tobas inferiores. Posee un espesor estimado en 700 metros.

Las Tobas superiores son de composición andesítica, gris verdosas a negruzcas, con intercalaciones de brechas y algunos bancos de areniscas. Tienen un espesor del orden de 500 metros.

#### **✧ GRUPO CHOIYOI**

Se encuentra localizado en la región Oeste cordillerana y también en la cordillera del Viento, formando la pampa alta de ésta y su borde occidental. Se lo denomina también Choiyolitense, serie Porfirítica y Porfirítica Supratríasica.

En el sector subandino, el Grupo Choiyoi constituye el núcleo de varios anticlinales. Cabe señalar que la sucesión de rocas aflorante en la cordillera del Viento, es considerada como la sección tipo de esta unidad.

Se presenta con una variada gama de rocas volcánicas; brechas y aglomerados volcánicos; lavas, ignimbritas, tobas y tuffitas y también términos epiclásticos. La composición prevaleciente es andesítico - dacítica. Las potencias máximas conocidas superan 1.800 metros en la cordillera del Viento.

#### ✧ GRUPO CUYO

En la sección N y NO del área (cordillera del Viento, Domuyo, etc) el Cuyano está representado casi exclusivamente por facies de lutitas oscuras fosilíferas.

Esta facie se integra, además, por fangolitas oscuras, con intercalaciones delgadas de areniscas y calcipelitas grises organógenas. El espesor máximo de este grupo es de aproximadamente 1.500 metros. En dirección S y E la sección superior es reemplazada paulatinamente por areniscas grises litorales.

#### ✧ FORMACIONES AUQUILCO Y LA MANGA

En función de la escala del plano y las posibilidades de identificación de estas formaciones, se las ha representado en forma conjunta. Es de destacar, además, que los afloramientos de ambas están generalmente asociados.

La formación La Manga está constituida por una sucesión de calizas marinas. Posee un espesor promedio aproximado de 50 metros y pasa transicionalmente a la formación Auquilco.

La formación Auquilco (Yeso Principal, de Schiller, 1912) se compone fundamentalmente de yeso blanco de textura laminar y en nódulos. Puede incluir niveles de calizas y de limos. Los espesores máximos de esta formación alcanzan 400 metros. En el área se destacan los afloramientos del norte de la laguna Auquilco y del volcán Domuyo.

#### ✧ FORMACION TORDILLO

Se compone de sedimentitas clásticas acumuladas en medio continental hasta litoral. Se la divide en dos secciones.

La inferior, que comprende una alternancia de areniscas y fangolitas tobáceas de color rojizo, alcanza 50 metros de espesor en la cordillera del Viento.

La sección superior, que incluye areniscas y conglomerados con entrecruzamiento y estructuras de corte y relleno, se destaca por su coloración verde.

#### ✧ GRUPO MENDOZA

Los términos de este grupo se presentan en extensos afloramientos en la porción central del área. Alcanza alrededor de 2.400 metros de espesor y reúne a las formaciones Vaca Muerta, Quintuco, Mulichinco y Agrio.

Se caracteriza por una marcada variación litológica que incluye, en líneas generales, cinco litofacies:

- ♦ Pelitas Oscuras (alternancia de lutitas y calizas)
- ♦ Arcillas Verdes (fangolitas, areniscas y calizas)
- ♦ Arenitas (areniscas y areniscas conglomerádicas)
- ♦ Bancos Rojos (areniscas, conglomerados y fangolitas rojos)
- ♦ Carbonatos (calizas de color claro con intercalaciones arcillosas y areniscas)

✧ *GRUPO NEUQUEN*

También conocido como Estratos con Dinosaurios. Se integra en orden ascendente con las formaciones Río Limay, Río Neuquén y Río Colorado. Aflora extensamente en la porción SE del área, y alcanza su espesor máximo de 1.400 metros en el cerro Villegas.

La composición litológica corresponde a una potente acumulación de clásticos rojos, en el que alternan areniscas y fangolitas de origen fluvial. Se reconocen dos litofacies, la Arenosa, compuesta por depósitos lenticulares propios de canales, y la facie Arcillosa, con depósitos de geometría tabular, vinculados a una planicie aluvial.

✧ *GRUPO MALARGÜE*

Se integra con sedimentitas clásticas, evaporíticas y calcáreas acumuladas durante una ingresión marina. Presentan variaciones litofaciales desde continentales a marinas en el sentido O-E, es decir desde el área andina (cerro Villegas) al área del engolfamiento (lago Pellegrini - General Roca).

En el área del cerro Villegas este grupo incluye a las formaciones Loncoche, Roca y Cerro Villegas alcanzando un espesor de 600 metros. Se caracteriza por la presencia de tobas, escasas evaporitas, calizas arenosas y areniscas con capas rojas conglomerádicas, que indican una sedimentación continental predominante.

✧ *SERIE ANDESITICA*

Reúne a distintas entidades como las formaciones Auca Pan, El Molle y Huincán. La constituyen principalmente andesitas, basaltos y piroclastitas aunque también se incluyen intercalaciones de depósitos marinos.

✧ *FORMACION COLLON CURA*

Integrada por depósitos piroclásticos de coloración blanquecina. Suelen alternar con tobas, psamitas, brechas volcánicas y lavas.

✧ *FORMACION PALAO CO*

Se trata de una serie de lavas y brechas basálticas hasta andesíticas, también conocidas como Basalto I. Dada la semejanza composicional con la formación Collón Curá que la subyace, resulta difícil delimitarlas en el terreno.

En el extremo NO, ambas unidades incluyen espesores importantes de piroclastitas gruesas, por lo que resulta dificultosa su separación de la Serie Andesítica.

✧ *BASALTOS DE MESETA*

Se han representado bajo esta denominación, todos los derrames basálticos que acaecieron con posterioridad al Basalto I, los que como se aprecia en el plano ocupan una superficie importante del área andina y extrandina.

✧ *RODADOS PATAGONICOS*

Están constituidos por acumulaciones de gravas, poco o nada cementadas, que cubren el tope de las mesetas o se encuentran en los valles de la red principal de avenamiento.

✧ *DEPOSITOS RECIENTES*

Se engloban bajo esta denominación a los depósitos holocenos que comprenden una gran variedad en cuanto a origen y composición, tales como sedimentos fluviales, eólicos, depósitos de remoción en masa y costras calcáreas.

#### ✧ ESTRUCTURA

La estructura del basamento es poco conocida debido a que el mismo se halla mayormente cubierto por las vulcanitas cenozoicas. Se presenta en una serie de bloques de basamento de arrumbamiento N-S afectados por megafracturas de rumbo predominante N 55° O.

En cuanto a los depósitos jurásico - cretácicos y su cubierta, presenta un estilo tectónico de cobertura, con pliegues de rumbo N-S, independizados del basamento.

En la porción centro - Este, se encuentra el eje positivo de Los Chihuidos. Se trata de un alzamiento estructural de aproximadamente 100 Km. de longitud, de orientación N-NO. Posee una cresta amplia que se halla complicada por deformaciones secundarias de tendencia NE-SO.

#### I.6.2. RED HIDROGRAFICA

Esta cuenca, de 32.500 Km<sup>2</sup> de superficie, se caracteriza por poseer grandes pendientes en su parte más alta. Este aspecto geomorfológico tan particular, en concordancia con la carencia de lagos y la escasa vegetación en gran parte del área activa de la cuenca, se traduce en una pobre capacidad de regulación natural. Por este motivo, las precipitaciones pluviales invernales se trasladan con singular rapidez a la parte inferior de la cuenca, produciendo crecidas de gran magnitud con relación al volumen de escurrimiento y al tiempo de duración de la onda.

Las crecidas ocasionadas por la fusión de la nieve, en primavera, provocan avenidas de mayor derrame, aunque con picos no tan importantes en relación a las pluviales de invierno.

El régimen de escurrimiento presenta un período de aguas bajas durante los meses de marzo y abril y dos épocas de crecientes: una invernal (mayo a agosto) producidas por lluvias en la parte media de la cuenca y otra estival (noviembre y diciembre), producto de la fusión nival.

El río Neuquén es el colector de las precipitaciones pluviales y nivales de la porción norte de la cordillera de los Andes en la provincia de Neuquén. En este área, con altitud entre 2.000 y 3.000 m.s.n.m, las precipitaciones totales son del orden de 1.500 a 2.000 mm. anuales. En estos sitios nacen algunos cursos, permanentes e impermanentes, que colectan las aguas y las conducen a afluentes de mayor importancia conformando la red hidrográfica del río Neuquén.

El río Neuquén se forma a partir de la confluencia de los arroyos Los Chenques y Pehuenche, aproximadamente a 1.470 metros de altura sobre el nivel del mar<sup>(7)</sup>. En este punto posee un caudal medio de 7 m<sup>3</sup>/seg. y fluye seguidamente con dirección N-S recibiendo el aporte de varios tributarios de menor importancia.

Aproximadamente a 15 Km. aguas abajo, siendo su caudal medio de 17 m<sup>3</sup>/seg, recibe el aporte de 20 m<sup>3</sup>/seg. del río Pichi Neuquén por su margen derecha en cota 1.300 m.s.n.m.

Treinta y cuatro kilómetros más abajo se encuentra con el río Varvarco, que le vierte sus aguas por margen izquierda en cota 1.140 m.s.n.m. En este sitio el caudal medio que escurre es 58 y 103 m<sup>3</sup>/seg. arriba y abajo de la confluencia respectivamente.

Siempre con dirección N-S, el río Neuquén se encajona en la cordillera del Viento colectando el aporte de tributarios menores, hasta sobrepasar la localidad de Andacollo, en donde desembocan, por margen oeste y en un punto situado a 102

(7) En la referencia 11 se ubica el nacimiento del río Neuquén en la confluencia del arroyo Los Chenques y el río Pichi Neuquén. En el presente trabajo se acepta que nace en la confluencia de los arroyos Los Chenques y Pehueche, conforme a lo indicado en la cartografía consultada.

Km. desde su nacimiento y 970 m.s.n.m, los ríos Nahueve y Lileo. Con este aporte alcanza un caudal medio de 172 m<sup>3</sup>/seg.

Cinco kilómetros abajo, por el mismo lado, confluye el río Guañacos, que aporta 3 m<sup>3</sup>/seg en cota 950 m.s.n.m, y cinco kilómetros más abajo, aporta su caudal de 50 m<sup>3</sup>/seg. por la misma margen y en cota 940 m.s.n.m, el río Reñileuvú.

En este sitio su curso gira con dirección E, sorteando por el sur la cordillera del Viento, hasta la confluencia con el río Curi Leuvú por margen izquierda, en proximidades de la localidad de Chos Malal, en un punto situado 160 Km. desde su nacimiento y en cota 680 m.s.n.m. A partir de allí el caudal alcanza a 247 m<sup>3</sup>/seg.

A continuación, toma dirección NO-SE y luego tuerce un poco al sur. Los aportes de los tributarios, en este tramo, son de escasa relevancia. Tal es así, que en un trayecto de 180 Km, el caudal aportado no compensa las pérdidas producidas por infiltración.

Al final de este tramo se encuentra con el río Agrio, su más importante afluente, que le aporta un caudal medio de 60 m<sup>3</sup>/seg. por margen derecha.

También por margen derecha, el arroyo Covunco desemboca aportando un caudal de aproximadamente 7 m<sup>3</sup>/seg.

Este aporte es el último de importancia que recibe hasta su confluencia con el río Limay, 200 Km. más abajo y luego de describir un amplio meandro cóncavo hacia el sudoeste y con dirección aproximadamente E.

En el Gráfico I.6.2 puede apreciarse la conformación de la red hidrográfica, en la que se han marcado los tributarios más importantes, y en el Gráfico I.6.3, la ubicación de las estaciones hidrometeorológicas utilizadas para recolectar información de la cuenca.

### I.6.3. ASPECTOS CLIMATICOS

Teniendo en cuenta la referencia 13, en la cuenca se hallan presentes dos tipos climáticos característicos. La parte Oeste de la cuenca posee clima del tipo mediterráneo semiárido patagónico, mientras que en la zona ubicada al Este, predomina el clima desértico patagónico.

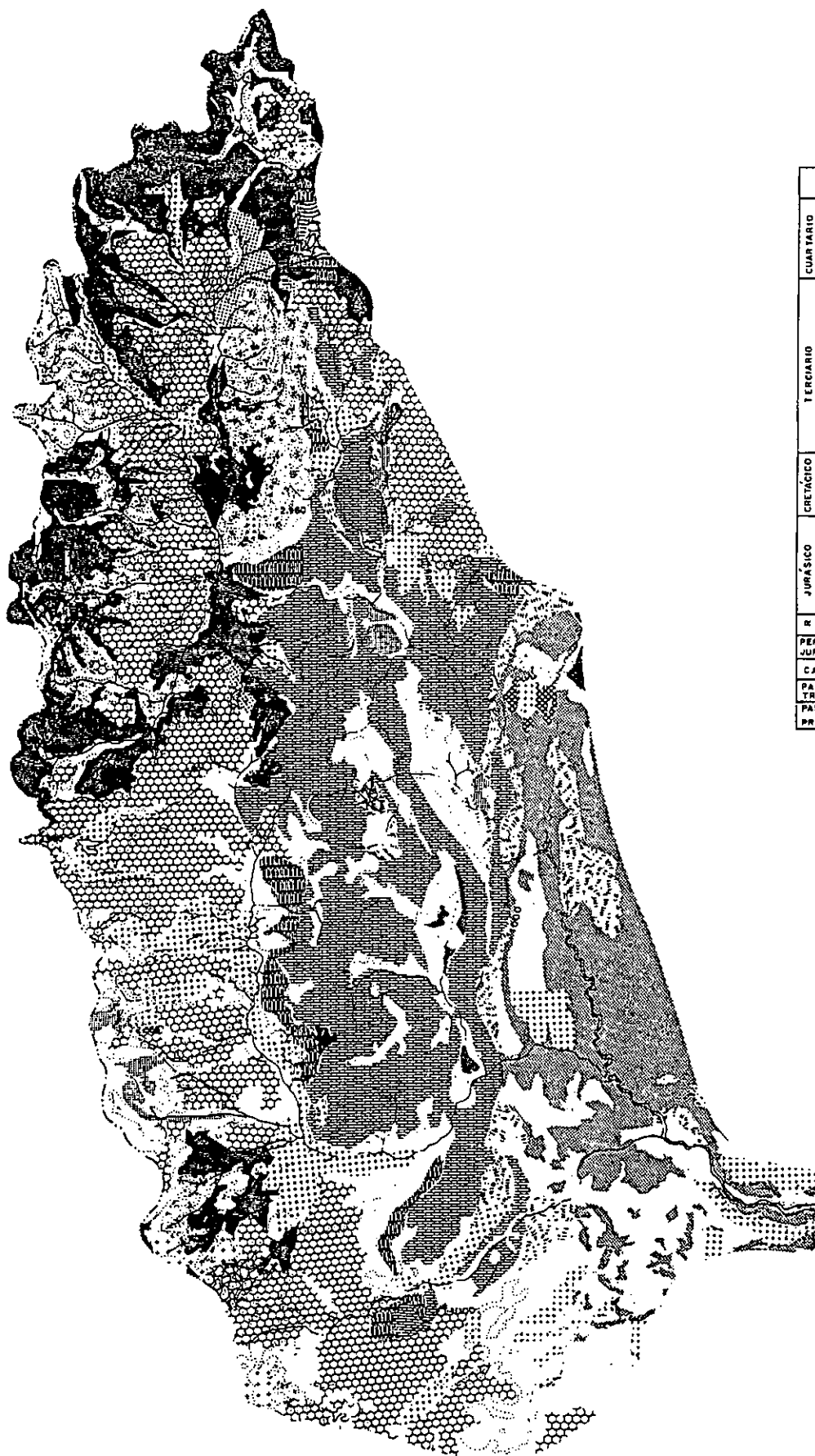
Haciendo un análisis más pormenorizado, la cuenca posee gran variedad de rasgos climáticos particulares. La parte alta se halla en zonas de abundante precipitación nival, mientras que en la parte media y baja se alternan zonas con lluvias importantes en el invierno y otras, ubicadas en el límite este de la cuenca, donde éstas son escasas en toda época del año.

Cuadro 1.6.1

# ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA

tiempo		unidad litoestratigráfica	espesor máximo [m]	litología
CUARTARIO	NEOGENO	Rodados Patagónicos	50	conglomerados grises y areniscas conglomerádicas
		Basaltos de Meseta	180	basaltos alvívricos
		Formación Huincán	800	andesitas, basandesitas y granitos
PALEOGENO	NEOGENO	Formación Palao Có	500	basaltos, andesitas, aglomerados volcánicos
		Formación Collón Curá	150	tobas y tufitas blancas, basaltos, brechas
		Formación Cerro Villegas	100	areniscas, conglomerados y fangolitas rojas
SUPERIOR	PALEOGENO	Formación Roca	300	calizas bioclásticas y areniscas amarillas
		Formación Loncoche	300	pelitas verdes con intercalaciones de tufita, caliza y yeso
		Formación Río Colorado	300	areniscas verde amarillentas y fangolitas
CRETACICO	SUPERIOR	Formación Neuquén	600	rojas, ocasionalmente conglomerados y
		Formación Río Limay	600	areniscas conglomerádicas rojas
		Formación Cerro de la Zorra	70	yeso blanco y dolomitas grises,
INFERIOR	CRETACICO	Formación Ranquileo	600	pelitas abigarradas con sal y yeso
		Formación Huitrín	490	nodular, arenisca y fangolita rojas
		Formación Agrio	1.500	lutita y caliza litográfica negras,
JURASICO	SUPERIOR	Formación Mulichinco	300	fangolita oliva con calizas
		Formación Quintuco	300	bioclásticas y wackes gris-verdes,
		Formación Vaca Muerta	1.200	areniscas blanquecinas con arcillas verdes
MEDIO	JURASICO	Formación Tordillo	600	areniscas y limoarcillas rojas, tufitas y escasas evaporitas
		Formación Auquileo	300	yeso blanco, laminar y en nódulos, intercalaciones limosas rojas
		Formación La Manga	130	calizas grises, brechas calcáreas, biohermos
INFERIOR	JURASICO	Formación Tábanos	40	yeso-dolomita nodular, calizas colílicas e interclásticas, limoarcillas rojas
		Formación Lajas	400	areniscas grises, escasas lutitas gris-negras y calizas bioclásticas
		Formación Los Molles	1.300	areniscas, tufitas, pelitas y calizas de grano fino
TRIASICO MEDIO A PERMICO	TRIASICO MEDIO A PERMICO	Grupo Choloy	1.800	lavas, aglomerados, brechas y tobas andesíticas
		Formación Huechulafquen		granodiolita gris, con variación a granito de mica y ortosa
		Formación Huechulafquen		tobas cristalinas verdosas de composición andesítica
PERMICO?	PERMICO?	Grupo Tobas Superiores	500	arcillas oscuras, laminares y ortocuarcitas
		Formación Huaraco	700	tobas finas, areniscas, tufitas y lutitas negras
		Tobas Inferiores	1.500	
CARBONICO	CARBONICO			





# REFERENCIAS

TIEMPO	SÍMBOLO	UNIDADES DE ROCA
CUATARIO	HOLOCENO	DEPÓSITOS RECIENTES
	PLEISTOCENO	RODADOS PATAGÓNICOS Y MORENAS
		BASALTO DE MESETA
TERCIARIO	PLIOCENO	Fm RÍO NEGRO
		Fm PALAO CO Y Fm JORGE NEWBERY
	MIOCENO A	Fm COLLÓN CURA
	EOCENO	Fm LOLOG Fm NINHUAU
		Fm AUCAPAN-EL MOLLE Y Fm HUINCAN
	PALEOCENO MAESTRICHTIANO	Gr MALARGUE
CRETÁCICO	SENONIANO	Gr NEUQUÉN
	APTIANO-ALBIANO	Fm HUITRIN Y Fm RAYOSO
	NEOCOMIANO TITONIANO	Gr MENDOZA
	KIMERIDGIANO	Fm TORDILLO
JURÁSICO	OXFORDIANO	Fm LA MANGA Y Fm AUQUILCO
	CALOVIANO LIAS	Gr CUYO
	KEUPER	Fm PASO FLORES
PERMO TRIÁSICO HASTA JURÁSICO INFERIOR		Gr CHOYOI
CARBÓNICO INFERIOR		Gr ANDACOLLO
PALEOZOICO HASTA TRIÁSICO		Fm HUECHULAFQUEN
PALEOZOICO Y/O PRECÁMBRICO		Fm COLHUNICUL

0 10 50 100 Km.

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

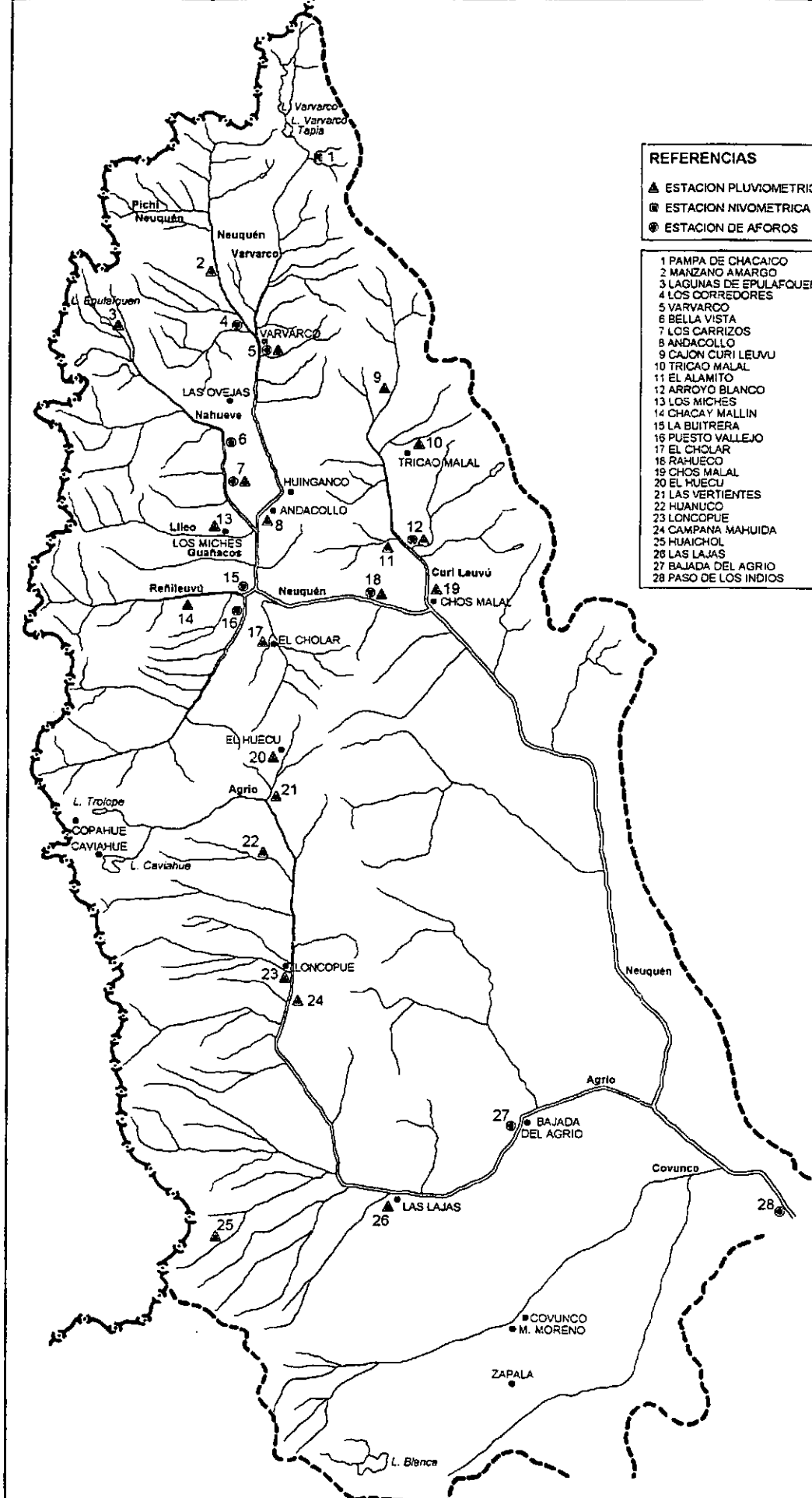
Cuenca del Río Neuquén  
Inventario de su Potencial Hidroeléctrico

FORMACIONES GEOLOGICAS SOBRESALIENTES

Gráfico 1.6.1

Escala: gráfica





**REFERENCIAS**

▲ ESTACION PLUVIOMETRICA  
■ ESTACION NIVOMETRICA  
● ESTACION DE AFOROS

- 1 PAMPA DE CHACAICO
- 2 MANZANO AMARGO
- 3 LAGUNAS DE EPULAFQUEN
- 4 LOS CORREDORES
- 5 VARVARCO
- 6 BELLA VISTA
- 7 LOS CARRIZOS
- 8 ANDACOLLO
- 9 CAJON CURI LEUVU
- 10 TRICAO MALAL
- 11 EL ALAMITO
- 12 ARROYO BLANCO
- 13 LOS MICHES
- 14 CHACAY MALLIN
- 15 LA BUITRERA
- 16 PUESTO VALLEJO
- 17 EL CHOLAR
- 18 RAHUECO
- 19 CHOS MALAL
- 20 EL HUECU
- 21 LAS VERTIENTES
- 22 HUANUCO
- 23 LONCOPIE
- 24 CAMPANA MAHUIDA
- 25 HUAICHOL
- 26 LAS LAJAS
- 27 BAJADA DEL AGRIO
- 28 PASO DE LOS INDIOS

<b>CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES</b>	
<b>Cuenca del Río Neuquén</b>	
<b>Inventario de su Potencial Hidroeléctrico</b>	
<b>UBICACION DE LAS ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS</b>	
Gráfico 1.6.3	Escala: gráfica

## **CAPITULO II**

### **NIVEL DE CUENCA ETAPA DE ANALISIS GLOBAL**

### **DETERMINACION DEL POTENCIAL ENERGETICO DE LA CUENCA**

## **II.1. INTRODUCCION**

El primer paso concreto que se realiza para conocer las posibilidades de aprovechamiento energético de una cuenca, está orientado en la determinación de su potencial bruto.

Se define el potencial energético bruto de una cuenca a la máxima cantidad de energía (o potencia media equivalente) que puede producir en forma continua y constante, sin considerar restricciones de ninguna naturaleza.

Este concepto es aplicable a cualquier sección de un curso de agua perteneciente a una cuenca que se considere de interés. La zona que contribuye energéticamente es la porción de la cuenca situada aguas arriba de la sección considerada.

Por su carácter acumulativo, el potencial energético bruto es creciente en el sentido de la corriente. Los valores menores están ubicados en la parte alta de la cuenca, mientras que los más significativos se agrupan en su parte baja.

## **II.2. METODOLOGIA DE TRABAJO**

En términos generales, se determina el valor del potencial energético en cada nudo de la cuenca en donde confluyen dos cursos de agua permanentes para dar nacimiento a un tercero. En los tramos intermedios, se calcula el valor del potencial a intervalos variables, de modo que no se produzcan errores apreciables debido a variaciones significativas del caudal en el tramo comprendido.

Para esta determinación se utilizan caudales medios (medidos o estimados por métodos indirectos) y la cota del río en ese punto. El producto del caudal (en el punto inferior del tramo considerado) por el desnivel del curso entre sus dos extremos, representa el potencial energético teórico que aporta ese tramo de río. Por sumatoria del potencial energético de todos los tramos en que se divide el curso, se obtiene el potencial total.

Implicítamente se considera al río con suficiente capacidad de regulación para ofertar una energía continua igual a la media. Esto no parece posible de que ocurra en la realidad, ya que no siempre es factible una regulación a módulo.

No obstante ello, la utilidad de esta determinación es la de orientar la ubicación y tamaño de los aprovechamientos, cuyo emplazamiento definitivo es motivo de un análisis posterior con más elementos de juicio acerca de su factibilidad.

### II.3. DETERMINACION DEL POTENCIAL ENERGETICO BRUTO

Para la determinación del potencial energético de la cuenca se ha utilizado fundamentalmente la información cartográfica e hidrológica recopilada, dejando para las próximas etapas de estudio la complementación con la geología, el medio ambiente y los usos alternativos del agua.

En primer término, se ha efectuado una comparación entre la cartografía de distinto origen y los mosaicos fotográficos de la cuenca, con el objeto de identificar los cursos de agua y unificar su denominación. Los que carecen de nombre (o que no han sido denominados en la cartografía consultada), se los ha identificado con el nombre del curso en el que desembocan y un subíndice numérico, comenzando la numeración desde aguas arriba hacia aguas abajo.

Teniendo en cuenta que el potencial se basa en el aprovechamiento de los desniveles y los caudales existentes a lo largo de los cursos de agua, se ha realizado un minucioso relevamiento de los perfiles longitudinales de los ríos y arroyos de la cuenca y la determinación de los caudales en aquellos puntos donde no se conocía su valor.

Para la obtención de los perfiles longitudinales se midieron cotas y progresivas de sus puntos singulares (confluencias de ríos y arroyos y sitios en que una curva de nivel corta a un curso) procurando un distanciamiento entre ellos no superior a 10 Km. Estas determinaciones se realizaron sobre las cartas editadas por la Dirección Nacional de Geología y Minería en escala 1:100.000.

El origen de las progresivas se ha ubicado en la confluencia del río Neuquén con el Limay. Los afluentes se clasificaron, según su orden de acceso al río Neuquén, en cursos de 1º, 2º, 3º y 4º orden.

La selección de los cursos de agua que intervienen en la determinación del potencial energético, se ha realizado a partir de aquéllos cuyo caudal medio es igual o superior a 1 m³/seg. Esta hipótesis de trabajo pretende reemplazar la determinación minuciosa, por carencia de información, de los cursos de régimen no permanente, producto de descargas pluviales estacionales que, por sus características de impermanencia de caudales, no se considera apropiado incluirlos como aporte de potencial.

En el Gráfico II.3.1 pueden apreciarse, de modo esquemático, todos los cursos con caudal medio igual o superior a 1 m³/seg. que fueron considerados para la determinación del potencial energético de la cuenca y su correspondiente denominación. Es destacable, en este esquema simplificado, que el grosor con que se han dibujado los cursos de agua, es representativo del caudal medio que escurre por ellos.

Debido a la escasa cobertura de determinaciones hidrológicas en la cuenca se recurrió a la referencia 11, de la que se extrajeron los caudales para una cantidad apreciable de sitios. Para los lugares faltantes, se los determinó utilizando la metodología de cálculo expuesta en este documento.

Con los mapas de isohietas de precipitación total se calcularon los caudales parciales y totales de todos los cursos considerados, hasta completar los datos necesarios para la determinación del potencial.

Conocidos los perfiles longitudinales de los cursos, se dividieron en tramos comprendidos entre dos afluentes (o intervalos apropiados) y se calcularon los desniveles en cada tramo por diferencia de cotas.

Para el cálculo del potencial energético (en términos de potencia media equivalente) se ha utilizado la siguiente expresión:

$$P [MW] = 0,0084 \times Q [m^3/seg] \times H [m]$$

donde:

P es el potencial energético máximo teórico de un tramo de río expresado en megavatios

Q es el caudal medio anual del curso medido en el extremo inferior del tramo considerado, expresado en metros cúbicos por segundo

H es el desnivel entre los extremos del tramo expresado en metros

0,0084 es un factor de conversión para convertir el resultado en megavatios que tiene en cuenta, entre otros, los siguientes factores:

- masa específica del agua ( $1.000 \text{ Kg/m}^3$ )
- aceleración de la gravedad ( $9,81 \text{ m/seg}^2$ )
- eficiencia de una turbina (93 %)
- eficiencia de un generador (97 %)
- eficiencia de operación (95 %)





## **II.4. RESULTADOS**

En los cuadros que siguen, se exponen los valores del potencial energético bruto de la cuenca. En el Cuadro II.4.1 se muestra el potencial correspondiente a los afluentes principales del río Neuquén y en Cuadro II.4.2 el que se atribuye a toda la cuenca.

En ambos, puede observarse la ubicación de los sitios donde se ha calculado el potencial bruto comprendido entre dos tramos consecutivos del curso, identificados con la denominación del lugar, la progresiva medida en Km. y la altura en metros por encima del nivel del mar; el valor del potencial acumulado desde la naciente hasta el sitio considerado y el potencial bruto lineal (por unidad de longitud del curso comprendido).

En el primero de los cuadros el orden establecido para los afluentes es desde aguas arriba hacia aguas abajo y se hallan clasificados conforme al orden de descarga al curso principal del río Neuquén. En el segundo, que está referido únicamente al curso principal del río, los sitios se disponen en sentido descendente de su progresiva.

Cuadro II.4.1

POTENCIAL BRUTO DE LOS AFLUENTES PRINCIPALES DEL RIO NEUQUEN

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m3/seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
ARROYO LOS CHENQUES				naciente	557,0	2.000	0,0			
				punto intermedio	547,0	1.650	2,7	4,0	4,0	0,40
				desembocadura río Neuquén	536,5	1.473	5,7	8,5	12,4	0,81
ARROYO PEHUENCHIE				naciente	543,0	2.000	0,0			
				desembocadura río Neuquén	536,5	1.473	1,4	3,1	3,1	0,48
ARROYO CHANAS				naciente	545,0	2.000	0,0			
				desembocadura río Neuquén (MD)	536,0	1.464	2,0	4,5	4,5	0,50
ARROYO NEUQUEN(1)				naciente	544,0	1.700	0,0			
				desembocadura río Neuquén (MI)	532,5	1.374	1,0	1,4	1,4	0,12
ARROYO CATRINAO				naciente	542,0	1.750	0,0			
				desembocadura río Neuquén (MD)	529,5	1.365	2,8	4,5	4,5	0,36
ARROYO LA LECHE				naciente	537,0	1.700	0,0			
				desembocadura río Neuquén (MI)	528,5	1.339	1,4	2,1	2,1	0,25
ARROYO PICHINEUQUEN	ARROYO VALLE ALEGRE			naciente	556,0	1.540	0,0			
				desembocadura arroyo Pichi Neuquén	537,5	1.475	6,0	1,6	1,6	0,09
	ARROYO NAVARRETE			naciente	557,5	1.600	0,0			
				desembocadura arroyo Pichi Neuquén	537,5	1.475	7,0	3,7	3,7	0,18
	ARROYO CAJON MOLINAS			naciente	544,5	1.650	0,0			
				desembocadura arroyo Pichi Neuquén (MI)	531,0	1.383	2,0	2,2	2,2	0,17
	ARROYO PEUQUENES			naciente	542,0	1.700	0,0			
				desembocadura arroyo Pichi Neuquén (MI)	527,5	1.354	2,2	3,2	3,2	0,22
	ARROYO REZAGO			naciente	534,5	1.700	0,0			
				desembocadura arroyo Pichi Neuquén (MI)	525,5	1.337	2,2	3,4	3,4	0,37

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m]	caudal [m3/seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
ARROYO PICHI NEUQUEN				naciente (confluencia arroyos Valle Alegre y Navarrete)	537,5	1.475	13,0			
				confluencia A.Ar. arroyo Cajón Molinas	531,0	1.383	13,5	10,4	5,3	1,61
				confluencia A.Ab. arroyo Cajón Molinas	531,0	1.383	15,5	2,2	18,0	
				confluencia A.Ar. arroyo Pezuñones	527,5	1.354	16,5	4,0	22,0	1,15
				confluencia A.Ab. arroyo Pezuñones	527,5	1.354	18,7	3,2	25,2	
				confluencia A.Ar. arroyo Rezago	525,5	1.337	18,7	2,7	27,9	1,34
				confluencia A.Ab. arroyo Rezago	525,5	1.337	20,9	3,4	31,2	
ARROYO ROBLECILLOS				desembocadura río Neuquén (MD)	521,5	1.304	20,9	5,8	37,0	1,45
				naciente	519,0	1.600	0,0			
ARROYO CURAMILEO				desembocadura río Neuquén (MD)	514,5	1.250	1,0	1,5	1,5	0,33
	ARR.QUEBRADA HONDA			naciente	523,0	1.450	0,0			
ARROYO CURAMILEO				desembocadura arroyo Curamileo (MI)	500,5	1.189	5,7	6,2	6,2	0,28
				naciente	517,0	1.600	0,0			
				punto intermedio	509,0	1.400	2,0	1,7	1,7	0,21
				confluencia A.Ar. arroyo Quebrada Honda	500,5	1.189	4,8	8,5	10,2	1,00
				confluencia A.Ab. arroyo Quebrada Honda	500,5	1.189	10,5	6,2	16,4	
				desembocadura río Neuquén (MD)	495,0	1.164	10,5	2,2	18,6	0,40
ARROYO RANQUILEO	ARROYO AUQUINCO			naciente	521,0	1.550	0,0			
				desembocadura arroyo Ranquileo (MI)	507,0	1.315	1,5	1,5	1,5	0,11
ARROYO RANQUILEO				naciente	526,5	1.600	0,0			
				confluencia arroyo Ranquileo(1)	515,5	1.367	4,6	4,5	4,5	0,41
				confluencia A.Ar. arroyo Auquínco	507,0	1.315	4,6	2,0	6,5	0,24
				confluencia A.Ab. arroyo Auquínco	507,0	1.315	6,1	1,5	8,0	
				confluencia arroyo Ranquileo(2)	506,0	1.309	7,0	0,4	8,4	0,40
				desembocadura río Neuquén (MD)	491,0	1.153	7,4	9,7	18,1	0,65

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m <sup>3</sup> /seg.]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO VARVARCO	ARROYO TURBIO	ARROYO CHACAICO		naciente desembocadura arroyo Turbio (MD)	552,5 539,0	2.000 1.790	0,0 5,7	5,0	5,0	0,37
	ARROYO TURBIO			naciente confluencia A.Ar. arroyo Chacalco confluencia A.Ab. arroyo Chacalco desembocadura río Varvarco (MI)	546,0 539,0 539,0 534,0	2.000 1.790 1.790 1.775	0,0 3,8 9,5 9,5	3,4 5,0 1,2	3,4 8,4 9,6	0,48 0,4 0,24
	ARROYO AILINCO			naciente punto Intermedio desembocadura río Varvarco (MI)	521,0 513,0 511,0	2.000 1.500 1.450	0,0 1,0 2,5	2,1 1,1	2,1 3,2	0,26 0,53
	ARROYO MANCHANA COBUNCO			naciente punto Intermedio desembocadura río Varvarco (MI)	520,0 515,5 510,0	2.250 1.750 1.435	0,0 1,0 2,0	2,1 5,3	2,1 7,4	0,47 0,96
	ARROYO ATREUCO			naciente punto Intermedio desembocadura río Varvarco (MI)	520,0 506,0 500,0	1.750 1.500 1.290	0,0 2,0 4,7	2,1 8,3	2,1 10,4	0,15 1,38
	ARROYO TRES ESTEROS			naciente desembocadura río Varvarco (MD)	502,5 493,5	1.600 1.220	0,0 1,4	2,2	2,2	0,25
	ARROYO LA MATANCILLA			naciente desembocadura río Varvarco (MI)	501,5 490,0	1.400 1.185	0,0 1,8	1,6	1,6	0,14
				naciente (laguna Varvarco Tapia) confluencia A.Ar. arroyo Turbio confluencia A.Ab. arroyo Turbio punto Intermedio confluencia A.Ar. arroyo Ailínco confluencia A.Ab. arroyo Ailínco confluencia A.Ar. arroyo Manchana Cobunco	539,0 534,0 534,0 524,5 511,0 511,0 510,0	1.910 1.775 1.775 1.600 1.450 1.450 1.435	17,0 17,0 26,5 28,5 30,5 33,0 33,0	19,3 9,6 41,9 38,4 3,2 4,2	19,3 28,9 70,7 109,2 112,3 116,5	3,86 4,41 2,85 4,16

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m <sup>3</sup> /seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO VARVARCO				confluencia A.Ab. arroyo Manchana Cobunco	510,0	1.435	35,0	7,4	123,9	
				confluencia A.Ar. arroyo Atreuco	500,0	1.290	36,0	43,8	167,7	4,38
				confluencia A.Ab. arroyo Atreuco	500,0	1.290	40,7	10,4	178,1	
				confluencia A.Ar. arroyo Tres Esteros	493,5	1.220	41,7	24,5	202,6	3,77
				confluencia A.Ab. arroyo Tres Esteros	493,5	1.220	43,1	2,2	204,9	
				confluencia A.Ar. arroyo La Matancilla	490,0	1.185	43,1	12,7	217,5	3,62
				confluencia A.Ab. arroyo La Matancilla	490,0	1.185	44,9	1,6	219,2	
				desembocadura río Neuquén (MD)	487,0	1.142	44,9	16,2	235,4	5,41
RIO NAHUEVE	ARROYO NAHUEVE(1)			naciente	504,5	1.900	0,0			
				desembocadura laguna Epulauquen	497,5	1.500	1,8	3,0	3,0	0,43
	ARROYO PINCHEIRA			naciente	516,5	1.900	0,0			
				punto intermedio	506,0	1.600	2,0	2,5	2,5	0,24
				desembocadura laguna Epulauquen	497,5	1.400	4,5	7,6	10,1	0,89
	ARROYO LUMABIA			naciente	514,3	1.600	0,0			
				punto intermedio	505,9	1.500	2,0	0,8	0,8	0,10
	ARROYO VACA LAFQUEN			desembocadura río Nahueve (MI)	494,8	1.384	4,2	4,1	4,9	0,37
				naciente	506,3	1.550	0,0			
				punto intermedio	501,0	1.500	2,0	0,4	0,4	0,08
				desembocadura río Nahueve (MD)	491,5	1.363	4,2	4,8	5,3	0,51
	ARROYO LOS PAJARITOS			naciente	495,3	1.600	0,0			
				desembocadura río Nahueve (MD)	486,1	1.330	1,7	1,9	1,9	0,21
	RIO BURALEO	ARROYO CAJON AZUL		naciente	505,2	2.000	0,0			
				punto intermedio	498,1	1.730	2,0	2,3	2,3	0,32
				desembocadura río Buraleo (MD)	491,1	1.465	4,7	10,5	12,7	1,49
		ARROYO CAJON NUEVO		naciente	499,5	2.000	0,0			
				punto intermedio	491,5	1.690	1,5	2,0	2,0	0,24
				desembocadura río Buraleo (MD)	484,5	1.420	4,0	9,1	11,0	1,30

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m3/seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO NAHUEVE	RIO BURALEO			naciente	506,3	2.000	0,0			
				punto intermedio	499,3	1.754	2,0	2,1	2,1	0,30
				confluencia A.Ar. arroyo Cajón Azul	491,1	1.465	5,0	12,1	14,2	1,48
				confluencia A.Ab. arroyo Cajón Azul	491,1	1.465	9,7	12,7	26,9	
				confluencia A.Ar. arroyo Cajón Nuevo	484,5	1.420	13,2	5,0	31,9	0,76
				confluencia A.Ab. arroyo Cajón Nuevo	484,5	1.420	17,2	11,0	42,9	
RIO NAHUEVE	ARROYO GUARACO			desembocadura río Nahueve (MD)	474,3	1.261	17,9	23,9	66,9	2,34
				naciente	465,6	2.500	0,0			
				desembocadura río Nahueve (MD)	451,6	1.129	1,0	5,8	5,8	0,41
				naciente (laguna Epulaufquen)	497,5	1.400	8,1		13,1	
				confluencia A.Ar. arroyo Lumabía	494,8	1.384	9,1	1,2	14,3	0,45
				confluencia A.Ab. arroyo Lumabía	494,8	1.384	13,3	4,9	19,3	
				confluencia A.Ar. arroyo Vaca Latquen	491,5	1.363	14,2	2,5	21,8	0,76
				confluencia A.Ab. arroyo Vaca Latquen	491,5	1.363	18,4	5,3	27,0	
				confluencia A.Ar. arroyo Los Pajaritos	486,1	1.330	19,5	5,4	32,4	1,00
				confluencia A.Ab. arroyo Los Pajaritos	486,1	1.330	21,2	1,9	34,4	
				confluencia A.Ar. río Buraleo	474,3	1.261	23,4	13,6	47,9	1,15
				confluencia A.Ab. río Buraleo	474,3	1.261	41,3	66,9	114,8	
RIO LILEO	RIO BUTA MALLIN	ARROYO DONAIRE		Los Carrizos	454,8	1.150	45,0	42,0	156,7	2,15
				confluencia A.Ar. arroyo Guaraco	451,6	1.129	45,3	8,0	164,7	2,50
				confluencia A.Ab. arroyo Guaraco	451,6	1.129	46,3	5,8	170,5	
				confluencia A.Ab. arroyo Irahuenao	446,1	1.072	47,7	22,8	193,3	4,15
				desembocadura río Neuquén (MD)	435,0	972	48,8	41,0	234,3	3,69
				naciente	487,8	2.500	0,0			
RIO LILEO	RIO BUTA MALLIN	ARROYO ANGOSTO		desembocadura río Buta Mallin	473,9	1.600	3,0	11,3	11,3	0,82
				naciente	480,5	2.000	0,0			
				desembocadura río Buta Mallin	473,9	1.600	1,1	1,8	1,8	0,28

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca					denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m3/seg.]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]		
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden	parcial					acumulado				
RIO LILEO	RIO BUTA MALLIN	ARROYO LA TREGUA		naciente desembocadura río Buta Mallin (MI)	477,0 467,3	2.500 1.550	0,0 1,2	4,8	4,8	0,49			
				naciente (confluencia arroyos Donaire y Angosto) confluencia A.Ar. arroyo La Tregua confluencia A.Ab. arroyo La Tregua desembocadura río Lileo	473,9 467,3 467,3 464,2	1.600 1.550 1.550 1.500	4,1 5,1 6,3 6,9	2,1 4,8 2,9	13,2 15,3 20,1 23,0	0,32 0,32 0,93			
	ARROYO PALAO			naciente desembocadura río Lileo	471,5 464,2	2.000 1.500	0,0 1,7	3,6	3,6	0,49			
				naciente (confluencia río Buta Mallin y arroyo Palao) Los Miches desembocadura río Neuquén (MD)	464,2 447,0 435,0	1.500 1.150 972	8,6 10,1 11,1	29,7 16,6	26,6 56,3 72,9	1,73 1,38			
RIO GUAÑACOS				naciente punto intermedio confluencia arroyo Guañacos(1) punto intermedio desembocadura río Neuquén (MD)	466,3 452,3 447,9 440,0 430,0	2.000 1.700 1.340 1.166 947	0,0 0,9 2,6 2,9 3,3	1,1 7,9 4,2 6,1	1,1 9,0 13,2 19,3	0,08 1,79 0,54 0,61			
				RIO REÑILEUVU	ARROYO LOS TABANOS		naciente punto intermedio desembocadura arroyo Los Tábanos (MI)	483,1 476,0 465,5	1.700 1.600 1.447	0,0 2,5 5,0	1,1 1,1 6,4	1,1 1,1 7,5	0,15 0,61
							naciente confluencia A.Ar. arroyo Los Limones confluencia A.Ab. arroyo Los Limones desembocadura río Reñileuvú	476,9 465,5 465,5 461,7	1.700 1.447 1.447 1.433	0,0 2,2 7,2 7,5	2,3 7,5 0,9	2,3 9,8 10,7	0,21 0,23
							ARROYO JUAN ESTEBAN		naciente desembocadura río Reñileuvú	474,8 461,7	1.950 1.433	0,0 1,9	4,1

(continúa en la página siguiente)



Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca					denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m3/seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden	parcial					acumulado		
RIO REÑILEUVU	ARROYO PICHACHEO			naciente desembocadura río Reñileuvú	477,2 461,7	2.000 1.433	0,0 3,2	7,6	7,6	0,49	
				naciente confluencia arroyo Nireco(1) desembocadura río Reñileuvú (MD)	460,5 446,4 428,0	2.250 1.400 972	0,0 1,7 1,8	6,1 6,5	6,1 12,5	0,43 0,35	
	RIO TROCOMAN	ARROYO PILUNCHAYA	ARROYO LOS PINOS	naciente desembocadura arroyo Pilunchaya (MD)	503,8 492,1	2.000 1.353	0,0 2,2	6,0	6,0	0,51	
			ARROYO PILUNCHAYA(1)	naciente desembocadura arroyo Pilunchaya (MD)	502,1 491,1	1.900 1.342	0,0 1,5	3,5	3,5	0,32	
			ARROYO PILUNCHAYA(2)	naciente desembocadura arroyo Pilunchaya (MD)	496,4 486,4	1.800 1.296	0,0 1,3	2,8	2,8	0,28	
	ARROYO PILUNCHAYA			naciente confluencia A.Ar. arroyo Los Pinos confluencia A.Ab. arroyo Los Pinos confluencia A.Ar. arroyo Pilunchaya(1) confluencia A.Ab. arroyo Pilunchaya(1) confluencia A.Ar. arroyo Pilunchaya(2) confluencia A.Ab. arroyo Pilunchaya(2) desembocadura río Trocomán	503,9 492,1 492,1 491,1 491,1 486,4 486,4 481,9	1.800 1.353 1.353 1.342 1.342 1.296 1.296 1.271	0,0 2,5 4,7 4,7 6,2 7,0 8,3 9,3	4,7 6,0 0,4 3,5 2,7 2,8 2,0	4,7 10,7 11,1 14,6 17,3 20,1 22,0	0,40 0,43 0,58 0,43	
				naciente desembocadura río Trocomán	497,5 481,9	1.800 1.271	0,0 3,0	6,7	6,7	0,43	
				naciente desembocadura río Trocomán (MD)	487,5 474,7	1.800 1.232	0,0 1,5	3,6	3,6	0,28	
				naciente desembocadura arroyo Picunleo (MI)	489,8 480,0	2.000 1.415	0,0 1,3	3,2	3,2	0,33	

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca										potencial bruto		potencial bruto lineal
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden	denominación sitio	progresiva	altura	caudal	potencial bruto parcial	potencial bruto acumulado	[Mw/Km]		
					[Km]	[m.s.n.m.]	[m3/seg]		[Mw]			
RIO RENILEUVU	RIO TROCOMAN	RIO PICUNLEO	ARROYO PICUNLEO(2)	naciente	485,5	2.250	0,0					
				desembocadura arroyo Picunleo (Ml)	470,0	1.288	1,9	7,7	7,7	0,50		
	RIO PICUNLEO	naciente	492,9	2.000	0,0							
		confluencia A.Ar. arroyo Picunleo(1)	480,0	1.415	3,4	8,4	8,4	0,65				
		confluencia A.Ab. arroyo Picunleo(1)	480,0	1.415	4,7	3,2	11,5					
		confluencia A.Ar. arroyo Picunleo(2)	470,0	1.288	7,2	7,7	19,2	0,77				
		confluencia A.Ab. arroyo Picunleo(2)	470,0	1.288	9,1	7,7	26,9					
		confluencia arroyo Picunleo(3)	462,0	1.200	9,3	6,9	33,8	0,86				
		desembocadura río Trocomán (Ml)	458,0	1.109	9,7	7,4	41,2	1,85				
		ARROYO BUTALON	naciente	458,1	1.900	0,0						
desembocadura río Trocomán	443,1		1.063	1,0	3,5	3,5	0,23					
RIO TROCOMAN				naciente (confluencia arroyos Pilunchaya y Copilhue)	481,9	1.271	12,3		28,7			
				confluencia A.Ar. arroyo Trocomán(1)	474,7	1.232	12,9	4,2	32,9	0,59		
				confluencia A.Ab. arroyo Trocomán(1)	474,7	1.232	14,4	3,6	36,5			
				confluencia arroyos Trocomán(2) y Nereco	466,5	1.181	16,5	7,1	43,6	0,86		
				confluencia arroyo Quetruco	460,7	1.132	18,2	7,5	51,1	1,29		
				confluencia A.Ar. río Picunleo	458,0	1.109	18,3	3,5	54,6	1,31		
				confluencia A.Ab. río Picunleo	458,0	1.109	28,0	41,2	95,8			
				confluencia arroyo Ranquilán	454,0	1.092	28,3	4,0	99,8	1,01		
				confluencia arroyo Ranquileo	449,1	1.079	29,2	3,2	103,0	0,65		
				confluencia A.Ar. arroyo Butalón	443,1	1.063	29,3	3,9	107,0	0,66		
RIO RENILEUVU				confluencia A.Ab. arroyo Butalón	443,1	1.063	30,3	3,5	110,5			
				punto intermedio	431,7	950	30,3	28,8	139,2	2,52		
				desembocadura río Renileuvú (MD)	425,5	947	31,0	0,8	140,0	0,13		
				naciente (confl. Los Tábanos, Juan Esteban y Pichacheo)	461,7	1.433	12,6		22,4			
RIO RENILEUVU				confluencia arroyo Los Manzanos	450,7	1.280	15,2	19,5	42,0	1,78		

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m3/seg.]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO REÑILEUVU				confluencia arroyo Chacay	443,1	1.150	16,1	17,6	59,6	2,31
				confluencia arroyo Chacay Mallín	432,3	1.050	16,5	13,9	73,4	1,28
				confluencia A.Ar. arroyo Nireco	428,0	972	16,7	10,9	84,4	2,54
				confluencia A.Ab. arroyo Nireco	428,0	972	18,5	12,5	96,9	
				confluencia A.Ar. río Trocomán	425,5	947	19,0	4,0	100,9	1,60
				confluencia A.Ab. río Trocomán	425,5	947	50,0	140,0	240,9	
RIO CURI LEUVU				desembocadura río Neuquén (MD)	423,5	939	50,0	3,4	244,3	1,68
	ARROYO TURBIO	ARROYO CAJON MEDIO		naciente	459,5	2.250	0,0			
				desembocadura arroyo Turbio (MD)	453,0	2.020	1,0	1,0	1,0	0,15
	ARROYO TURBIO	ARROYO DE LA CRUZADA		naciente	457,5	2.250	0,0			
				desembocadura arroyo Turbio (MI)	446,0	1.750	1,2	2,5	2,5	0,22
				naciente	450,0	2.250	0,0			
				confluencia A.Ar. arroyo Cajón Medio	453,0	2.020	1,6	1,5	1,5	0,22
				confluencia A.Ab. arroyo Cajón Medio	453,0	2.020	2,6	1,0	2,5	
				confluencia A.Ar. arroyo De La Cruzada	446,0	1.750	2,6	5,9	8,4	0,84
	ARROYO MOLULCO			confluencia A.Ab. arroyo De La Cruzada	446,0	1.750	3,8	2,5	10,9	
				confluencia arroyo Cajón Grande	445,0	1.600	4,5	5,7	16,6	5,67
				desembocadura río Curi Leuvú	438,0	1.500	8,1	6,8	23,4	0,97
				naciente	448,0	1.500	0,0			
ARR. CHACAY MELEHUE	ARROYO LIUCO			desembocadura río Curi Leuvú (MD)	428,0	1.217	1,6	1,9	1,9	0,10
				naciente	446,5	1.750	0,0			
	ARR. CHACAY MELEHUE			desembocadura río Curi Leuvú (MI)	418,5	1.130	3,3	8,6	8,6	0,31
				naciente	419,5	1.100	0,0			
	ARROYO CHAPUA			desembocadura río Curi Leuvú (MD)	398,0	936	1,0	0,7	0,7	0,03
				naciente	423,5	1.500	0,0			
				desembocadura río Curi Leuvú (MI)	394,0	924	1,2	2,9	2,9	0,10

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m <sup>3</sup> /seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO CURI LEUVU				naciente (paraje Cajón del Curi Leuvú)	438,0	1.500	8,1		23,4	
				punto intermedio	433,0	1.250	8,6	18,1	41,5	3,61
				confluencia A.Ar. arroyo Molulco	428,0	1.217	9,1	2,5	44,0	0,50
				confluencia A.Ab. arroyo Molulco	428,0	1.217	10,7	1,9	45,9	
				confluencia A.Ar. arroyo Liuco	418,5	1.130	11,3	8,3	54,1	0,87
				confluencia A.Ab. arroyo Liuco	418,5	1.130	14,6	8,6	62,7	
				confluencia arroyo Menucos	411,0	1.090	15,1	5,1	67,8	0,68
				punto intermedio	404,5	1.000	15,3	11,6	79,4	1,78
				confluencia A.Ar. arroyo Chacey Melehue	398,0	936	15,5	8,3	87,7	1,28
				confluencia A.Ab. arroyo Chacey Melehue	398,0	936	16,5	0,7	88,4	
				confluencia A.Ar. arroyo Chapua	394,0	924	16,5	1,7	90,1	0,42
				confluencia A.Ab. arroyo Chapua	394,0	924	17,7	2,9	93,0	
				confluencia arroyo Blanco	393,0	921	17,9	0,5	93,4	0,45
				localidad de Chos Malal	379,0	850	18,1	10,8	104,2	0,77
RIO AGRIO				desembocadura río Neuquén (MI)	376,0	840	18,1	1,5	105,7	0,51
				naciente (lago Trollope)	421,5	1.550	5,9			
				desembocadura río Agrío (MI)	411,0	1.317	5,9	11,5	11,5	1,10
				naciente	391,0	1.500	0,0			
				punto intermedio	382,0	1.410	4,0	1,5	1,5	0,17
				punto intermedio	368,0	1.083	4,7	12,9	14,4	0,92
				punto intermedio	359,0	961	5,3	5,4	19,9	0,60
				desembocadura río Agrío (MD)	349,0	923	5,3	1,7	21,5	0,17
				naciente	375,0	2.000	0,0			
				punto intermedio	367,0	1.250	2,3	7,2	7,2	0,91
				desembocadura arroyo Loncopué	344,0	933	2,9	7,7	15,0	0,34
				naciente	366,0	1.950	0,0			
				desembocadura arroyo Loncopué	344,0	933	1,4	6,0	6,0	0,27

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m.]	caudal [m <sup>3</sup> /seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
RIO AGRIO	ARROYO LONCOPIUE			naciente (confluencia arroyos Buta Mallín y Fao)	344,0	933	4,3		20,9	
				desembocadura río Agrio (MD)	340,0	899	4,3	1,2	22,2	0,31
	ARROYO YUMU YUMU	ARROYO LOS BARROS		naciente	365,0	1.700	0,0			
				desembocadura arroyo Yumu Yumu	355,0	1.300	2,6	4,4	4,4	0,44
		ARROYO BUTAHUANAO		naciente	366,0	1.750	0,0			
				desembocadura arroyo Yumu Yumu	355,0	1.300	2,0	3,8	3,8	0,34
	ARROYO YUMU YUMU			naciente (confluencia arroyos Los Barros y Butahuanao)	355,0	1.300	4,6		8,1	
				confluencia arroyo Los Manzanos	334,0	983	5,5	14,6	22,8	0,70
				desembocadura río Agrio (MD)	323,0	854	6,6	7,2	29,9	0,65
	ARROYO HUA- RENCHENQUE			naciente	348,0	2.000	0,0			
				desembocadura río Agrio (MD)	317,0	837	1,7	8,3	8,3	0,27
	ARROYO CODIHUE	ARROYO CHAÑARQUEN		naciente	329,5	1.700	0,0			
				desembocadura arroyo Codihue	321,5	1.400	1,8	2,3	2,3	0,28
		ARROYO CALAFQUEN		naciente	332,0	2.000	0,0			
				desembocadura arroyo Codihue	321,5	1.400	2,2	5,5	5,5	0,53
		ARROYO ROMERO		naciente	339,0	1.725	0,0			
				desembocadura arroyo Codihue (MD)	303,0	916	2,9	9,9	9,9	0,28
		ARROYO HUAICHOL	ARROYO PINO SOLO	naciente	325,0	1.500	0,0			
				desembocadura arroyo Huaichol (MI)	310,0	990	2,0	4,3	4,3	0,29
		ARROYO HUAICHOL		naciente	325,0	1.500	0,0			
				confluencia A.Ar. arroyo Pino Solo	310,0	990	2,4	5,1	5,1	0,34
				confluencia A.Ab. arroyo Pino Solo	310,0	990	4,4	4,3	9,4	
				punto intermedio	302,0	900	4,6	3,5	12,9	0,43
				desembocadura arroyo Codihue (MD)	290,0	760	4,7	5,5	18,4	0,46
	ARROYO CODIHUE			naciente (confluencia arroyos Chañarquén y Calafquén)	321,5	1.400	4,0		7,8	
				punto intermedio	310,0	1.000	6,3	21,2	29,0	1,84

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m]	caudal [m3/seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden							
									parcial	
RIO AGRIO	ARROYO CODIHUE			confluencia A.Ar. arroyo Romero	303,0	916	7,7	5,4	34,4	0,78
				confluencia A.Ab. arroyo Romero	303,0	916	10,6	9,9	44,3	
				confluencia A.Ar. arroyo Huaichol	290,0	760	10,6	13,9	58,2	1,07
				confluencia A.Ab. arroyo Huaichol	290,0	760	15,3	18,4	76,6	
	ARROYO LIU CULLIN	ARROYO MANZANO ARROYO SANQUILCO		desembocadura río Agrio (MD)	289,0	755	15,3	0,6	77,2	0,64
				naciente	325,0	1.900	0,0			
				desembocadura arroyo Liu Cullin (MI)	300,0	860	1,3	5,7	5,7	0,23
				naciente	318,0	1.300	0,0			
	ARROYO LIU CULLIN			desembocadura arroyo Liu Cullin (MI)	291,0	770	1,4	3,1	3,1	0,12
				naciente	332,0	2.000	0,0			
confluencia A.Ar. arroyo Manzano				300,0	860	1,6	7,7	7,7	0,24	
confluencia A.Ab. arroyo Manzano				300,0	860	2,9	5,7	13,3		
RIO AGRIO	ARROYO LAS LAJITAS			confluencia A.Ar. arroyo Sanquileo	291,0	770	3,0	2,3	15,6	0,25
				confluencia A.Ab. arroyo Sanquileo	291,0	770	4,4	3,1	18,7	
				desembocadura río Agrio (MD)	284,0	730	4,4	1,5	20,2	0,21
				naciente	327,0	2.000	0,0			
				desembocadura río Agrio (MD)	279,0	718	1,7	9,2	9,2	0,19
				naciente (lago Cavihue)	421,0	1.600	4,4			
RIO AGRIO				confluencia A.Ar. arroyo Trolope	411,0	1.317	4,4	10,5	10,5	1,05
				confluencia A.Ab. arroyo Trolope	411,0	1.317	10,3	11,5	22,0	
				punto intermedio	404,0	1.262	10,9	5,0	27,0	0,72
				punto intermedio	392,5	1.179	12,5	8,7	35,8	0,76
				confluencia arroyo Norquín	379,0	1.062	15,2	14,9	50,7	1,11
				confluencia A.Ar. arroyo Huatcupén	349,0	923	17,6	20,5	71,2	0,68
				confluencia A.Ab. arroyo Huatcupén	349,0	923	22,9	21,5	92,8	
				confluencia A.Ar. arroyo Loncopué	340,0	899	24,6	5,0	97,8	0,55

(continúa en la página siguiente)

Cuadro II.4.1

(continuación)

subcuenca				denominación sitio	progresiva [Km]	altura [m.s.n.m]	caudal [m <sup>3</sup> /seg]	potencial bruto		potencial bruto lineal [Mw/Km]
primer orden	segundo orden	tercer orden	cuarto orden					parcial	acumulado	
								[Mw]		
RIO AGRIO				confluencia A.Ab. arroyo Loncopué	340,0	899	28,9	22,2	119,9	
				confluencia A.Ar. arroyo Yumu Yumu	323,0	854	30,1	11,4	131,3	0,67
				confluencia A.Ab. arroyo Yumu Yumu	323,0	854	36,7	29,9	161,2	
				confluencia A.Ar. arroyo Huarenchenque	317,0	837	36,7	5,2	166,5	0,87
				confluencia A.Ab. arroyo Huarenchenque	317,0	837	38,4	8,3	174,8	
				confluencia A.Ar. arroyo Codihue	289,0	755	38,4	26,4	201,2	0,94
				confluencia A.Ab. arroyo Codihue	289,0	755	53,7	77,2	278,5	
				confluencia A.Ar. arroyo Liu Cullín	284,0	730	53,7	11,3	289,7	2,26
				confluencia A.Ab. arroyo Liu Cullín	284,0	730	58,1	20,2	310,0	
				confluencia A.Ar. arroyo Las Lajitas	279,0	718	58,1	5,9	315,8	1,17
				confluencia A.Ab. arroyo Las Lajitas	279,0	718	59,8	9,2	325,0	
				nivel máximo normal embalse El Chihuido I	256,0	655	60,0	31,8	356,7	1,38
				desembocadura río Neuquén (MD)	210,0	500				

Cuadro II.4.2

# **POTENCIAL ENERGETICO BRUTO DEL CURSO PRINCIPAL DEL RIO NEUQUEN Y SUS AFLUENTES PRINCIPALES**

denominación sitio	progresiva	altura	caudal	potencial bruto		potencial bruto lineal
				parcial	acumulado	
	[Km]	[m.s.n.m]	[m3/seg]	[Mw]		[Mw/Km]
naciente (confluencia arroyos Los Chenques y Pehuenche)	536,5	1.473	7,1		15,5	
confluencia A.Ar. arroyo Chañas	536,0	1.464	7,6	0,6	16,1	1,15
confluencia A.Ab. arroyo Chañas	536,0	1.464	9,6	4,5	20,6	
confluencia A.Ar. arroyo Neuquén(1)	532,5	1.374	9,6	7,3	27,8	2,07
confluencia A.Ab. arroyo Neuquén(1)	532,5	1.374	10,6	1,4	29,2	
confluencia A.Ar. arroyo Catrín	529,5	1.365	10,6	0,8	30,0	0,27
confluencia A.Ab. arroyo Catrín	529,5	1.365	13,4	4,5	34,5	
confluencia A.Ar. arroyo La Leche	528,5	1.339	14,4	3,1	37,7	3,14
confluencia A.Ab. arroyo La Leche	528,5	1.339	15,8	2,1	39,8	
confluencia A.Ar. río Pichi Neuquén	521,5	1.304	16,6	4,9	44,7	0,70
confluencia A.Ab. río Pichi Neuquén	521,5	1.304	37,5	37,0	81,7	
confluencia A.Ar. arroyo Roblecillos	514,5	1.250	37,5	17,0	98,7	2,43
confluencia A.Ab. arroyo Roblecillos	514,5	1.250	38,5	1,5	100,2	
punto intermedio	508,0	1.200	39,2	16,5	116,6	2,53
confluencia A.Ar. arroyo Curamileo	495,0	1.164	39,9	12,1	128,7	0,93
confluencia A.Ab. arroyo Curamileo	495,0	1.164	50,4	18,6	147,3	
confluencia A.Ar. arroyo Ranquileo	491,0	1.153	50,7	4,7	152,0	1,17
confluencia A.Ab. arroyo Ranquileo	491,0	1.153	58,1	18,1	170,1	
confluencia A.Ar. río Varvarco	487,0	1.142	58,1	5,4	175,5	1,34
confluencia A.Ab. río Varvarco	487,0	1.142	103,0	235,4	410,9	
punto intermedio	464,0	1.050	107,0	82,7	493,5	3,60
confluencia A.Ar. ríos Nahueve y Lileo	435,0	972	112,0	73,4	566,9	2,53
confluencia A.Ab. ríos Nahueve y Lileo	435,0	972	171,9	307,2	874,1	
confluencia A.Ar. río Guañacos	430,0	947	171,9	36,1	910,2	7,22
confluencia A.Ab. río Guañacos	430,0	947	175,2	19,3	929,5	
confluencia A.Ar. río Reñileuvú	423,5	939	175,2	11,8	941,3	1,81
confluencia A.Ab. río Reñileuvú	423,5	939	225,2	244,3	1.185,6	
punto intermedio	384,0	850	229,2	171,3	1.356,9	4,34
confluencia A.Ar. río Curi Leuvú	376,0	840	229,2	19,3	1.376,2	2,41
confluencia A.Ab. río Curi Leuvú	376,0	840	247,3	105,7	1.481,9	
punto intermedio	360,0	800	247,3	83,1	1.565,0	5,19
punto intermedio	350,0	782	247,0	37,3	1.602,3	3,73
punto intermedio	340,0	765	246,0	35,1	1.637,5	3,51
punto intermedio	330,0	747	245,0	37,0	1.674,5	3,70
punto intermedio	320,0	727	244,0	41,0	1.715,5	4,10
punto intermedio	310,0	706	243,0	42,9	1.758,4	4,29
punto intermedio	300,0	671	242,0	71,1	1.829,5	7,11
embalse El Chihuido I	293,0	655	241,0	32,4	1.861,9	4,63
río Agrio		655	60,0	356,7	2.218,6	1,22



## **II.5. EVALUACION DE LOS RESULTADOS**

El Cuadro II.5.1 muestra el resumen de los resultados. Pueden apreciarse las magnitudes y la distribución del potencial energético en los principales tramos en que se ha dividido la cuenca. En el Cuadro II.5.2. se han ordenado los tramos del río según su importancia relativa con relación al potencial total. Se aprecia la importancia de la parte baja de la cuenca (tramo comprendido entre la desembocadura del río Curi Leuvú y el embalse de Chihuido I) y de los afluentes más caudalosos (Agrio, Reñileuvú, Nahueve y Varvarco). Estos tramos del río poseen alrededor del 65 % del potencial total de la cuenca.

La magnitud del potencial bruto total, 2.220 MW. de potencia media y 19.400 GWh. de energía media anual, ponen de manifiesto la importancia de la cuenca y señalan la conveniencia de determinar las mejores condiciones para su aprovechamiento. Es importante recordar que estos valores no consideran el potencial de la parte baja de la cuenca representados por los aprovechamientos Chihuido I, Chihuido II, central Planicie Banderita y central El Chañar<sup>(8)</sup>.

---

(8) En conjunto representan 1.750 MW. y 5.720 Gwh/año.

## Cuadro II.5.1

**RESUMEN DE LOS RESULTADOS**

<i>río</i>	<i>tramo comprendido</i>	<i>progresiv</i>	<i>potencial bruto</i>	<i>[%]</i>
		<i>[Km]</i>	<i>[Mw]</i>	
Neuquén	naciente - confluencia río Pichi Neuquén		44,7	2,0
Pichi Neuquén	naciente - desembocadura río Neuquén	521,5	37,0	1,7
Neuquén	confluencia río Pichi Neuquén - confluencia río Varvarco		93,8	4,2
Varvarco	naciente - desembocadura río Neuquén	487,0	235,4	10,6
Neuquén	confl. río Varvarco - confl. ríos Nahueve y Lileo		156,0	7,0
Nahueve	naciente - desembocadura río Neuquén	435,0	234,3	10,6
Lileo	naciente - desembocadura río Neuquén	435,0	72,9	3,3
Neuquén	confl. ríos Nahueve y Lileo - confl. río Guañacos		36,1	1,6
Guañacos	naciente - desembocadura río Neuquén	430,0	19,3	0,9
Neuquén	confluencia río Guañacos - confluencia río Reñileuvú		11,8	0,5
Reñileuvú	naciente - desembocadura río Neuquén	423,5	244,3	11,0
Neuquén	confluencia río Reñileuvú - confluencia río Curi Leuvú		190,6	8,6
Curi Leuvú	naciente - desembocadura río Neuquén	376,0	105,7	4,8
Neuquén	confluencia río Curi Leuvú - embalse El Chihuido I		380,0	17,1
Agrio	naciente - embalse El Chihuido I		356,7	16,1
<b>TOTAL</b>			<b>2.218,6</b>	<b>100,0</b>

Cuadro II.5.2

**ORDENAMIENTO DE LOS CURSOS SEGUN SU POTENCIAL ENERGETICO**

<i>orden de importancia</i>	<i>río</i>	<i>tramo comprendido</i>	<i>potencial bruto</i>	<i>[%]</i>
			<i>[Mw]</i>	
01	Neuquén	confluencia río Curi Leuvú - embalse El Chihuido I	380,0	17,1
02	Agrio	naciente - embalse El Chihuido I	356,7	16,1
03	Reñileuvú	naciente - desembocadura río Neuquén	244,3	11,0
04	Varvarco	naciente - desembocadura río Neuquén	235,4	10,6
05	Nahueve	naciente - desembocadura río Neuquén	234,3	10,6
06	Neuquén	confluencia río Reñileuvú - confluencia río Curi Leuvú	190,6	8,6
07	Neuquén	confl. río Varvarco - confl. ríos Nahueve y Lileo	156,0	7,0
08	Curi Leuvú	naciente - desembocadura río Neuquén	105,7	4,8
09	Neuquén	confluencia río Pichi Neuquén - confluencia río Varvar	93,8	4,2
10	Lileo	naciente - desembocadura río Neuquén	72,9	3,3
11	Neuquén	naciente - confluencia río Pichi Neuquén	44,7	2,0
12	Pichi Neuquén	naciente - desembocadura río Neuquén	37,0	1,7
13	Neuquén	confl. ríos Nahueve y Lileo - confl. río Guañacos	36,1	1,6
14	Guañacos	naciente - desembocadura río Neuquén	19,3	0,9
15	Neuquén	confluencia río Guañacos - confluencia río Reñileuvú	11,8	0,5
<b>TOTAL</b>			<b>2.218,6</b>	<b>100,0</b>

**CAPITULO III**

**NIVEL DE CUENCA  
ETAPA DE INDIVIDUALIZACION**

**DETECCION Y EVALUACION DE  
SITIOS DE APROVECHAMIENTO**

### III.1. INTRODUCCION

En la capítulo precedente se determinó, en términos teóricos, el potencial energético bruto de la cuenca. El análisis se realizó sobre la base de una serie de hipótesis no explicitadas, entre las que pueden citarse como más significativas:

1. *La energía potencial (o de altura) es aprovechable en cualquier punto de un curso.* Esto resulta equivalente a considerar la existencia de un sitio de generación en todo lugar que se considere de interés.
2. *El valor energético en un curso cualquiera es constante en cualquier época del año.* La energía es calculada con caudales módulos, por lo que se asume que existe en los aprovechamientos, capacidad instalada acorde con los caudales instantáneos o regulación suficiente (en los embalses) para modular las descargas, de modo de que no se produzcan erogaciones por los órganos de control.
3. *No existen restricciones de ninguna naturaleza que limiten o impidan la generación de energía.* Se refiere a considerar el ámbito de la cuenca sin condicionantes físicas que se traduzcan en limitaciones en lo referente a la ubicación, tamaño y funcionamiento de los aprovechamientos.

El potencial energético de la cuenca representa la maximización de sus posibilidades de producir energía. Esto sólo está limitado por las leyes físicas que gobiernan el fenómeno de transformación de energía potencial (o de altura) en energía eléctrica mediante el mecanismo apropiado, en este caso una máquina turbogeneradora.

En términos de realidad, la cuenca posee una serie de impedimentos que imposibilitan alcanzar los valores calculados de este modo. En primer término deben indicarse las restricciones materializadas por las poblaciones emplazadas en las cercanías de los cursos de agua, cuya planta urbana y zona periférica no resulta apropiado inundar con embalses.

En lo referente a los aprovechamientos, no siempre es posible emplazarlos en sitios preestablecidos de modo de aprovechar todo el salto disponible, ni dotarlos de una capacidad de regulación que posibilite la utilización de todo el caudal afluente al embalses sin que se produzcan erogaciones.

En esta etapa del estudio se analiza la problemática correspondiente a la DETECCION Y EVALUACION DE SITIOS, incluida en el nivel de CUENCA.

En primer término se realizan una serie de consideraciones tendientes a facilitar la tarea de identificación. Para ello se define en primer lugar, una porción de la cuenca en donde se verifique la posibilidad de un tratamiento homogéneo de los parámetros de los aprovechamientos, de modo que, en oportunidad de plantear los sistemas de aprovechamiento, puedan garantizarse los resultados que se obtengan de su evaluación y no se invaliden las conclusiones y recomendaciones que eventualmente puedan formularse.

### III.2. HIPOTESIS DE TRABAJO

La cuenca del río Neuquén posee una red hidrográfica con cursos de diversa magnitud. La variedad incluye desde los cursos impermanentes, colectores de las descargas pluviales estacionales, hasta su curso principal con un caudal medio del orden de  $300 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Esta marcada amplitud dificulta el inventario de sitios destinados a la generación de energía en razón de que, en oportunidad en que deba realizarse la evaluación y jerarquización de los sitios más aptos, se habrá incorporado, a partir de la información básica y de los procedimientos utilizados, suficiente cantidad de errores como para dudar de la necesaria garantía de los resultados y de las correspondientes conclusiones y recomendaciones.

En virtud de ello, resulta oportuno establecer hipótesis de trabajo que permitan acotar, en cada oportunidad que se evalúen resultados, la magnitud de los errores que la información y los procedimientos le incorporan.

La primera hipótesis en este sentido se adoptó en el desarrollo de la etapa precedente. En esa oportunidad se consideró oportuno ignorar, para la determinación del potencial energético bruto, todos los cursos de régimen impermanente. En razón de no contar con la información adecuada para establecer el régimen hidrológico de los cursos, se consideró razonable no considerar los tributarios con caudal medio menor de  $1 \text{ m}^3/\text{seg}$ . Si bien el caudal medio de un curso no es representativo de su régimen hidrológico, la utilización de esta hipótesis ha permitido realizar una mayor aproximación del modelo teórico con la realidad y ha posibilitado una mejor evaluación de los resultados de la etapa.

En esta etapa cabe una reflexión en el mismo sentido. La consideración de toda la cuenca como ámbito para la detección de sitios aptos para la generación hidroeléctrica, incluye lugares en donde es posible el emplazamiento de emprendimientos de magnitud muy diferente.

Este aspecto carecería de interés si se contara con elementos idóneos que posibilitaran el tratamiento de los aprovechamientos de diferente tamaño con igual sensibilidad. En este caso, la herramienta con que se determinará el costo de las obras constitutivas de cada aprovechamiento está indicada en la referencia 14.

El análisis previo de este manual para estimación de costos, indica ciertas restricciones en su utilización, manifestadas por el condicionante de un rango de validez para la utilización de las expresiones recomendadas para el cálculo. En general, el rango de validez establecido, lo hacen apto para el costeo de obras de magnitud media y mayores y lo descalifican para obras de tamaño pequeño.

Conforme a lo indicado precedentemente, es importante reiterar la importancia que se asigna al concepto de relatividad de los resultados. Aunque los resultados que se obtengan al término de la etapa, no puedan considerarse absolutos por el grado de error que arrastran, es fundamental garantizar su total relatividad para la realización de todas las comparaciones que se consideren necesarias.

Esto resulta factible en la medida que el error cometido en todas las fases de elaboración se halle acotado y aunque su verdadera magnitud resulte desconocida, permita las comparaciones y no invalide la formulación de conclusiones y recomendaciones en el entorno preestablecido.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la etapa anterior, es razonable concentrar la atención en la parte baja de la cuenca y en los afluentes más caudalosos para la detección de sitios aptos para la utilización energética del recurso. De este modo se analizarán emprendimientos, cuyo tamaño permitirá tratarlos conforme a la metodología preestablecida, con lo que el error que se cometerá al realizar la

respectiva evaluación, no será impedimento para garantizar la validez de los resultados.

Sólo resta establecer que porción de cada uno de los cursos de la cuenca será considerado. Esto equivale a determinar la línea de corte o potencia de corte.

No cabe aquí ningún análisis teórico para su determinación. Su imposición será subjetiva y conforme a la experiencia adquirida para su trazado. En este caso se considera razonable adoptar la línea de 50 MW. de potencia media como línea (o potencia) de corte. Es decir se considerará toda la cuenca que posea un potencial bruto medio igual o superior a 50 MW.

En el Cuadro III.2.1 puede observarse, conforme a la hipótesis consignada precedentemente, la porción de la cuenca considerada y la parte que se mantiene al margen de los estudios correspondientes a esta etapa. En este cuadro pueden observarse los puntos a partir de los cuales los afluentes, clasificados en tributarios de primer y segundo orden según su orden de acceso al curso principal, son considerados en este análisis. El punto del cauce por el que pasa la isolínea de 50 MW. se caracteriza por la mención de la progresiva, cota y caudal medio anual del río en cuestión.

El Gráfico III.2.1 muestra la cuenca en su totalidad. La parte sombreada corresponde a la zona que verifica:  $P \geq 50 \text{ MW}$ .

La porción de la cuenca que se halla por debajo del valor de la potencia de corte no significa que carezca de valor desde el punto de vista energético. Esta zona posee tanto valor como la parte considerada, sólo que por razones operativas no es tomada en cuenta en esta instancia. Su análisis debería ser motivo de un tratamiento particular con las herramientas adecuadas para su evaluación.

El Cuadro III.2.2 muestra el significado de considerar sólo la porción de la cuenca por encima del valor de 50 MW. de potencia bruta media en comparación con la totalidad del recurso. Se observa que la aplicación de esta hipótesis simplificatoria implica la evaluación del 73,5 % del potencial total de la cuenca. El 26,5 % restante corresponde a una zona en donde resulta posible el aprovechamiento mediante obras de menor magnitud, no consideradas en esta instancia.

Cuadro III.2.1

**PORCION DE LA CUENCA INCLUIDA EN LA ZONA DE 50 MW.**

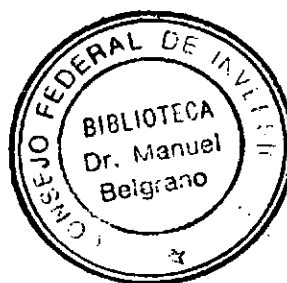
cuenca	tributario		desde progresiva	altura	caudal módulo
	primer orden	segundo orden	[Km]	[m.s.n.m]	[m3/seg]
río NEUQUEN	río Varvarco		529,2	1.687	27,5
	río Nahueve	río Buraleo	481,6	1.374	17,4
	río Nahueve		474,3	1.261	41,3
	río Lileo		450,6	1.223	9,8
	río Reñileuvú	río Trocomán	461,6	1.140	17,9
	río Reñileuvú		447,2	1.220	15,6
	río Curi Leuvú		423,3	1.174	11,0
	río Agrio	arroyo Codihue	297,7	852	10,6
	río Agrio		379,5	1.067	15,1
			521,5	1.304	37,5

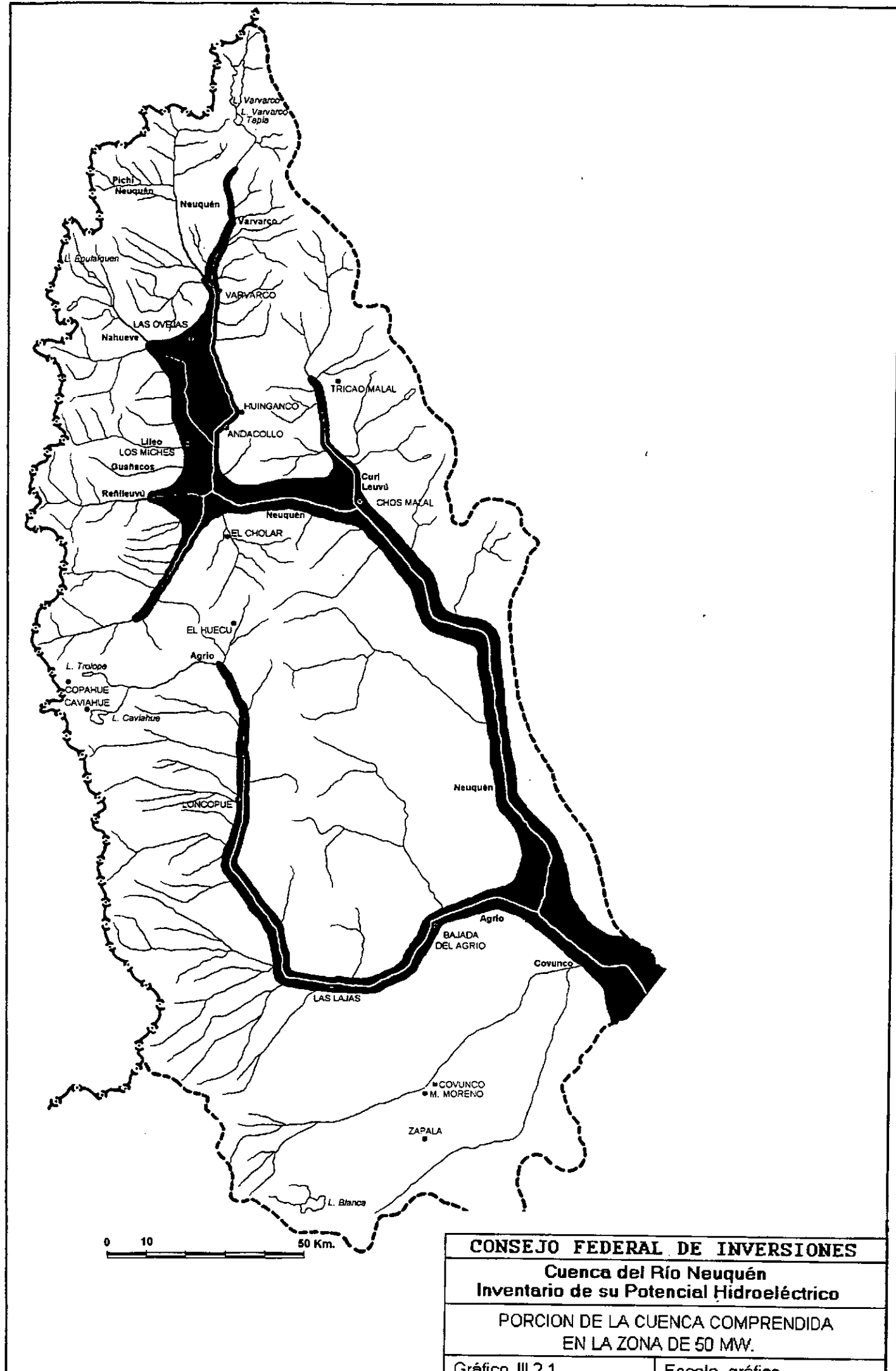


Cuadro III.2.2

**COMPARACION ENERGETICA DE LA PARTE INCLUIDA EN LA ZONA DE 50 MW  
CON LA TOTALIDAD DE LA CUENCA**

cuenca	tributario de primer orden	potencial incluido		potencial excluido		potencial total	
		[Mw]	[%]	[Mw]	[%]	[Mw]	[%]
	arroyo Los Chenques	0,0	0,0	12,4	100,0	12,4	0,6
	arroyo Pehuenche	0,0	0,0	3,1	100,0	3,1	0,1
	arroyo Chañas	0,0	0,0	4,5	100,0	4,5	0,2
	arroyo Neuquén(1)	0,0	0,0	1,4	100,0	1,4	0,1
	arroyo Catrinal	0,0	0,0	4,5	100,0	4,5	0,2
	arroyo La Leche	0,0	0,0	2,1	100,0	2,1	0,1
	río Pichi Neuquén	0,0	0,0	37,0	100,0	37,0	1,7
	arroyo Roblecillos	0,0	0,0	1,5	100,0	1,5	0,1
	arroyo Curamileo	0,0	0,0	18,6	100,0	18,6	0,8
	arroyo Ranquileo	0,0	0,0	18,1	100,0	18,1	0,8
	río Varvarco	185,4	78,8	50,0	21,2	235,4	10,6
	río Nahueve	136,4	58,2	97,9	41,8	234,3	10,6
	río Lileo	22,9	31,4	50,0	68,6	72,9	3,3
	río Guañacos	0,0	0,0	19,3	100,0	19,3	0,9
	río Reñileuvú	144,3	59,1	100,0	40,9	244,3	11,0
	río Curi Leuvú	55,7	52,7	50,0	47,3	105,7	4,8
	río Agrio	256,7	72,0	100,0	28,0	356,7	16,1
río NEUQUEN		830,1	98,0	16,7	2,0	846,8	38,2
TOTAL		1.631,5	73,5	587,1	26,5	2.218,6	100,0





### **III.3. IDENTIFICACION DE SITIOS**

#### **III.3.1. INTRODUCCION**

En general, la ubicación de un sitio para emplazar un aprovechamiento energético no es arbitraria. Su detección responde esencialmente al cumplimiento de tres condiciones fundamentales:

1. El emplazamiento debe corresponderse con un lugar en el valle en donde se produzca un estrechamiento. Este concepto responde a la necesidad de obtener una obra de cierre con un volumen resultante acorde con la altura.
2. Las condiciones de fundación deben ser razonablemente favorables para el emplazamiento de las obras.
3. Comprobación de la existencia de yacimientos de materiales para posibilitar la construcción de las obras en un entorno razonablemente cercano. Esto involucra además, la evaluación preliminar de la calidad de los materiales, cantidad disponible y facilidad de su explotación.

Estos tres puntos deben cumplirse en forma simultánea con la finalidad de obtener condiciones de emplazamiento razonablemente favorables. De otro modo nos hallaríamos frente a obras que, por su costo de inversión, no resistirían comparaciones con otros aprovechamientos alternativos. Esta hipótesis de trabajo se aplica con la finalidad de reducir el espectro de sitios a una cantidad acorde con la magnitud de la cuenca.

En esta etapa de los estudios, esta evaluación realiza sin verificación numérica. La experiencia de quienes realizan esta detección, es el elemento que se considera válido para que un sitio resulte de interés o sea descartado.

En los puntos que se desarrollan seguidamente se expone la metodología de trabajo seguida para la detección de sitios y su evaluación preliminar.

#### **III.3.2. METODOLOGIA DE TRABAJO**

La metodología utilizada para la identificación de sitios contempla la realización de una secuencia de tareas cuya descripción se realiza seguidamente:

- A. **DELIMITACION DEL AREA DE LA CUENCA.** Conforme a lo indicado anteriormente se procede a delimitar el área de la cuenca que satisface el requerimiento energético medio de 50 MW.
- B. **IDENTIFICACION PRELIMINAR.** Con el auxilio de la cartografía se procede a realizar un barrido minucioso de todos los cursos comprendidos en el área seleccionada en búsqueda de sitios topográficamente aptos. Posteriormente, con las fotografías aéreas se verifica que los sitios seleccionados posean las condiciones detectadas inicialmente. Con el estereoscopio se visualizan estos lugares y se procede a su confirmación o exclusión, según corresponda, para satisfacer la condición 1. La práctica estereoscópica permite además aproximar el cumplimiento de las condiciones restantes. Con los antecedentes geológicos del área y la evaluación visual de las variables morfológicas locales, es posible establecer una primera aproximación de la aptitud conforme a lo indicado en las condiciones 2 y 3.

- C. **SELECCION PRELIMINAR.** Todos los sitios seleccionados conforme a la metodología expuesta precedentemente, se ubican en la cartografía y se los identifica con un nombre.
- D. **PLANIFICACION DEL VIAJE DE RECONOCIMIENTO.** Con todos estos antecedentes se analizan varios aspectos relacionados con la verificación de campo. En primer lugar se evalúan los accesos a los sitios seleccionados. Se obtiene información de la existencia y estado de los caminos y huellas consultando a entidades (Automóvil Club Argentino, Dirección de Vialidad, etc) y a personas conocedoras de la región. Posteriormente se indaga acerca de las condiciones climáticas existentes en la cuenca y las previsiones meteorológicas para los días en que se haya proyectado su realización. Finalmente, se procede a proyectar el itinerario más adecuado con la finalidad de minimizar los recorridos en la cuenca, y acortar consecuentemente el tiempo que demandarán los desplazamientos para concurrir de un sitio a otro. Esta fase de la planificación involucra una apreciación del rendimiento esperado en el reconocimiento y el establecimiento de lugares en donde pernoctar, conforme al objetivo de minimizar desplazamientos.
- E. **VIAJE DE RECONOCIMIENTO.** Se concurre a cada sitio seleccionado y se procede a relevar todos aspectos previamente establecidos, entre los que pueden citarse preferentemente:
- ♦ verificación visual de las condiciones topográficas
  - ♦ trazado esquemático de un perfil por la zona de cierre
  - ♦ fotografías panorámicas de la zona de cierre y de todo otro aspecto que se considere de interés
  - ♦ relevamiento geológico visual de la zona de cierre
  - ♦ relevamiento geológico visual de la zona destinada al embalse
  - ♦ reconocimiento de zonas de eventuales yacimientos de materiales para la construcción de las obras
- F. **EVALUACION DE LA INFORMACION RECOLECTADA.** Toda la información obtenida en campaña es sometida a un proceso de evaluación con la finalidad de clasificarla y exponerla en el informe correspondiente.

### III.3.3. SITIOS IDENTIFICADOS

En el Cuadro III.3.1 puede observarse la nómina de lugares identificados como sitios apropiados para el emplazamiento de obras. Cabe aclarar que el listado es el resultado de la identificación realizada en gabinete por lo que incluye la totalidad de sitios visitados. En el Anexo A, denominado DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS SITIOS IDENTIFICADOS, complementario de este capítulo, se describen todos los sitios detectados y la correspondiente evaluación de sus aptitudes, con la finalidad de realizar una selección en base a los elementos cualitativos más sobresalientes.

En el Gráfico III.3.1 puede apreciarse la ubicación geográfica de los sitios consignados en el cuadro mencionado precedentemente.

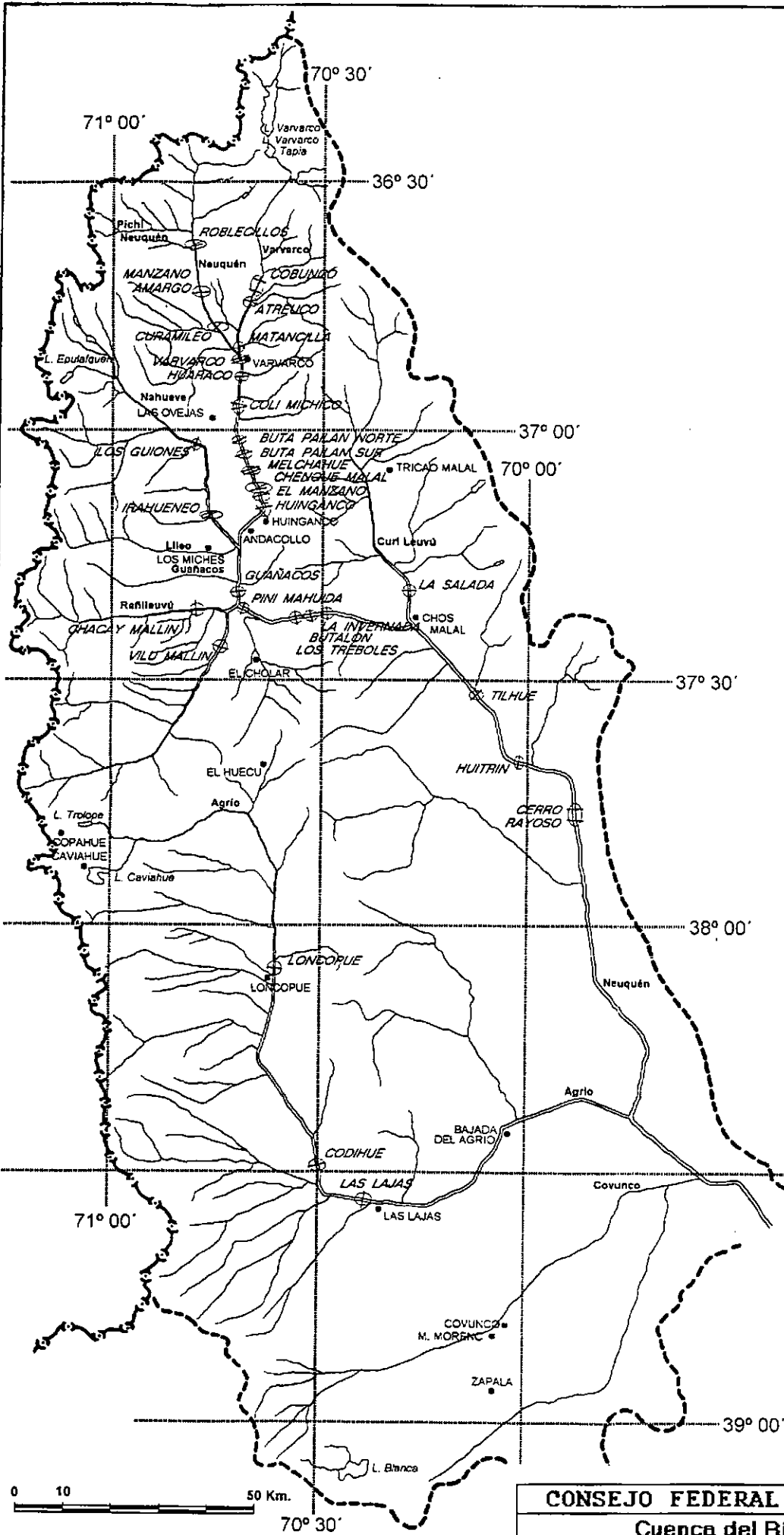
En este informe, el término sitio se aplica a un área con características topográficas y geológicas similares que puede incluir uno o varios lugares (o ejes) de emplazamiento.

En general en aquellos sitios en que el valle del río se encañona, se han seleccionado visualmente dos ejes de emplazamiento, mientras que en otros lugares en que el estrechamiento del valle no es tan extenso, la cantidad de ejes de emplazamiento es uno.

Con la aplicación de este criterio puede ocurrir que dos ejes pertenecientes a un mismo sitio se hallen separados entre sí una distancia mayor que dos ejes consecutivos correspondientes a sitios conceptualmente diferentes.

En este trabajo los sitios detectados son 31, mientras que los lugares de emplazamiento son 40, conforme al siguiente detalle:

<i>rio</i>	<i>sitios</i>	<i>ejes de emplazamiento</i>
Varvarco	3	4
Nahueve	2	3
Trocomán	1	1
Reñileuvú	1	1
Curi Leuvú	1	1
Agrio	3	3
Neuquén	20	27
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>40</b>



# CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

## Cuenca del Río Neuquén Inventario de su Potencial Hidroeléctrico

### SITIOS IDENTIFICADOS EN LA CUENCA

Gráfico III.3.1

Escala: gráfica

Cuadro III.3.1

SITIOS IDENTIFICADOS EN LA CUENCA

río	código	sitio	eje	ubicación	progresiva [Km]	caudal medio [m3/seg]	cota río [m.s.n.m]	coordenadas geográficas	
								latitud	longitud
VARVARCO	01	COBUNCO	I	1,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Manchana Cobunco en el río Varvarco	508,5	35,1	1.425	S 36° 41'	O 70° 38'
			II	3,7 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Manchana Cobunco en el río Varvarco	506,3	35,4	1.411	S 36° 42'	O 70° 39'
	02	ATREUCO		1,2 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Atreuco en el río Varvarco	501,2	35,9	1.336	S 36° 44'	O 70° 40'
NAHUEVE	03	MATANCILLA		0,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo La Matancilla en el río Varvarco	489,5	44,9	1.145	S 36° 50'	O 70° 41'
	04	LOS GUIONES		inmediatamente A.Ab. desembocadura arroyo Los Guiones en el río Nahueve	466,3	42,8	1.184	S 37° 02'	O 70° 48'
	05	IRAHUENEO	I	1,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Irahueneco en el río Nahueve	448,0	47,2	1.025	S 37° 09'	O 70° 46'
TROCUMAN			II	0,7 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Irahueneco en el río Nahueve	447,7	47,2	1.025	S 37° 09'	O 70° 46'
	06	VILU MALLIN		4,6 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Butalón en el río Trocomán	438,5	30,3	1.015	S 37° 27'	O 70° 45'
	07	CHACAY MALLIN		0,8 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Chacay Mallin en el río Reñileuvú	431,5	16,5	961	S 37° 21'	O 70° 46'
CURILEUVU	08	LA SALADA		5,0 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Blanco en el río Curileuvú	388,0	18,0	884	S 37° 17'	O 70° 17'
	09	LONCOPIUE		1,5 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Manzano Quemado en el río Agrío	345,0	23,7	920	S 38° 03'	O 70° 36'
	10	CODIHUE		4,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Codihue en el río Agrío	293,0	38,4	717	S 38° 27'	O 70° 34'
AGRIO	11	LAS LAJAS		1,5 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Las Lajas en el río Agrío	280,5	58,1	691	S 38° 31'	O 70° 25'
	12	ROBLECILLOS	I	0,9 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Roblecillos en el río Neuquén	515,4	37,5	1.254	S 36° 38'	O 70° 48'
			II	0,4 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Roblecillos en el río Neuquén	514,9	37,5	1.251	S 36° 38'	O 70° 48'
NEUQUEN	13	MANZANO AMARGO		inmediatamente A.Ar. del paraje Manzano Amargo	505,0	39,2	1.208	S 36° 43'	O 70° 47'
	14	CURAMILEO		1,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Curamileo en el río Neuquén	496,0	39,8	1.158	S 36° 48'	O 70° 45'
	15	VARVARCO	I	0,3 Km. A.Ar. desembocadura río Varvarco en el río Neuquén	486,7	103,0	1.124	S 36° 51'	O 70° 41'
			II	0,8 Km. A.Ar. desembocadura río Varvarco en el río Neuquén	486,2	103,0	1.124	S 36° 51'	O 70° 41'
	16	HUARACO		0,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Huaraco en el río Neuquén	484,0	103,5	1.117	S 36° 52'	O 70° 41'
	17	COLI MICHICO	I	inmediatamente A.Ab. desembocadura arroyo Coli Michicó en el río Neuquén	478,0	104,5	1.088	S 36° 56'	O 70° 42'
			II	0,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Coli Michicó en el río Neuquén	477,0	105,0	1.087	S 36° 56'	O 70° 42'

(continúa en la página siguiente)

Cuadro III.3.1

(continuación)

río	código	sitio	eje	ubicación	progresiva [Km]	caudal medio [m3/seg]	cota río [m.s.n.m.]	coordenadas geográficas	
								latitud	longitud
NEUQUÉN	18	BUTA PAILAN NORTE		5,0 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Butalón en el río Neuquén	467,5	106,4	1.035	S 37° 01'	O 70° 41'
	19	BUTA PAILAN SUR		8,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Butalón en el río Neuquén	464,0	107,0	1.031	S 37° 02'	O 70° 40'
	20	MELCHAHUE	I	Inmediatamente A.Ar. desembocadura arroyo Melchahué en el río Neuquén	460,0	107,6	1.026	S 37° 04'	O 70° 39'
			II	0,5 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Melchahué en el río Neuquén	459,3	107,6	1.025	S 37° 04'	O 70° 39'
	21	CHENQUE MALAL	I	Inmediatamente A.Ar. desembocadura arroyo Chenque Malal en el río Neuquén	455,3	108,6	1.021	S 37° 06'	O 70° 38'
			II	0,3 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Chenque Malal en el río Neuquén	455,0	108,6	1.020	S 37° 06'	O 70° 38'
	22	EL MANZANO		0,5 Km. A.Ar. desembocadura arroyo El Manzano en el río Neuquén	453,5	108,8	1.010	S 37° 07'	O 70° 38'
	23	HUINGANCO	I	4,0 Km. A.Ar. de la localidad de Huinganco	451,5	109,1	994	S 37° 08'	O 70° 38'
			II	2,0 Km. A.Ar. de la localidad de Huinganco	449,5	109,5	968	S 37° 09'	O 70° 38'
	24	GUANACOS		2,0 Km. A.Ab. desembocadura río Guanacos en el río Neuquén	428,0	175,2	951	S 37° 18'	O 70° 41'
	25	PINI MAHUIDA		0,8 Km. A.Ab. desembocadura río Reñilevú en el río Neuquén	422,7	225,3	950	S 37° 21'	O 70° 41'
	26	LOS TREBOLES		2,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Los Tréboles en el río Neuquén	407,7	226,2	893	S 37° 22'	O 70° 33'
	27	BUTALON		1,0 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Butalón en el río Neuquén	403,5	226,5	877	S 37° 22'	O 70° 31'
	28	LA INVERNADA		1,0 Km. A.Ab. desembocadura arroyo La Invernada en el río Neuquén	399,0	226,8	866	S 37° 22'	O 70° 28'
	29	TILHUE		1,0 Km. A.Ab. desembocadura arroyo Tilhué en el río Neuquén	355,0	247,2	790	S 37° 31'	O 70° 06'
	30	HUITRIN		3,0 Km. A.Ar. lugar de emplazamiento de la balsa Huitrín en el río Neuquén	334,0	245,5	769	S 37° 39'	O 70° 01'
	31	CERRO RAYOSO	I	19,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Pichi Neuquén en el río Neuquén	309,0	242,9	705	S 37° 47'	O 69° 51'
			II	16,0 Km. A.Ar. desembocadura arroyo Pichi Neuquén en el río Neuquén	306,0	242,6	690	S 37° 49'	O 69° 52'



### III.4. GEOLOGIA DEL AREA

En el Capítulo I se realiza un relato de los aspectos geológicos más destacables de la cuenca a escala regional. En esta instancia se describe el área con mayor detalle con la finalidad de caracterizar apropiadamente el escenario geológico en donde se han detectado los sitios de aprovechamiento.

#### III.4.1. ESTRATIGRAFIA

A continuación se hace una reseña de las unidades estratigráficas presentes en el área de la cuenca en donde se han identificado los probables sitios de aprovechamiento.

Se mencionan las formaciones a las que pertenecen las rocas de fundación que son las que más interesan en esta etapa y se describen en especial las características litológicas y las relaciones con las formaciones infra y suprayacentes.

##### III.4.1.1. ROCAS PALEOZOICAS

###### ✧ SERIE ANDACOLLO

Está integrado por rocas de origen sedimentario - piroclástico aflorantes en la ladera occidental de la cordillera del Viento. La Serie Andacollo, sobre la base de fósiles hallados, se considera de edad carbónica. En orden ascendente se reconocen:

- ♦ las Tobas Inferiores
- ♦ la Formación Huaraco
- ♦ las Tobas Superiores

*TOBAS INFERIORES.* corresponden a tobas de riolita blanquecinas sin estratificación, intercaladas con mantos de riolita y areniscas cuarcíticas de color gris claro.

En el campo se destacan por su color de alteración bayo a rojizo y su aspecto masivo. El espesor de esta formación ha sido estimado entre 1.500 y 1.800 metros.

*FORMACION HUARACO.* Está integrada por lutitas y limolitas de color verde oscuro a negro. Hacia el techo de la formación se evidencia un incremento de la fracción arenosa pasando las lutitas a areniscas oscuras bituminosas.

La estratificación está bien definida por el bandeado de las pelitas que tuvieron una sedimentación rítmica, si bien localmente, esta puede quedar enmascarada por el diaclasamiento. Posee 700 metros de potencia.

*TOBAS SUPERIORES.* Son de composición andesítica, estructura interna porfírica, y coloración gris verdosa oscura. No se observa estratificación, se trata de rocas muy compactas.

Están afectadas por diques y stocks pequeños de andesita. También se encuentran algunas camadas de brechas insertas entre las tobas.

#### ✧ GRUPO CHOIYOI

Es una asociación volcanoclástica continental, de gran extensión areal y desarrollo vertical. En la composición litológica de esta unidad participan varias asociaciones de rocas volcánicas, piroclásticas y sedimentarias clásticas, en general interrelacionadas, pero sin un esquema definido para toda el área. Los tipos rocosos más frecuentes son:

- ♦ Aglomerados y brechas volcánicas, color gris morado y verde oscuro. Los rodados y bloques mayores son generalmente de andesitas y en menor cantidad de granitos y granodioritas. El material ligante es volcánico o piroclástico. Los mantos son macizos y los contactos irregulares.
- ♦ Mantos de dacita de color gris verde y morado, groseramente estratificados, que presentan intercalaciones de las brechas volcánicas anteriores.
- ♦ Porfiritas y pórfiros cuarcíferos intercalados en mantos de espesor variable (0,20 a 50 metros). Las rocas son de coloración viva rojiza, violeta, y verde, a veces con estructura fluidal. Los pórfidos cuarcíferos típicos son internamente de color blanquecino, contienen fenocristales grandes de cuarzo y externamente muestran un color bayo de alteración, que los diferencia de las porfiritas oscuras.
- ♦ Mantos de basalto color gris oscuro a negro y verde oscuro, afaníticos, con plagioclasas tabulares y sin estructuras, con algunas brechas intercaladas irregularmente. Tienen distribución areal restringida.
- ♦ Tobas y tobas de lapilli color morado y verde, con fenoclastos de toba, por lo general poco cloríticas y con algo de biotita, en ocasiones piríticas. También se presentan ignimbritas con colores rosados a violáceos, con fractura irregular columnar.
- ♦ Secciones sedimentarias epiclásticas, integradas por areniscas de grano fino a grueso hasta conglomerádicas; con clastos de cuarzo y líticos, subangulosos a angulosos; matriz tobácea o limosa; estratificación gruesa a mediana con entrecruzamientos de bajo ángulo. Es frecuente encontrar fragmentos vegetales silicificados.
- ♦ Tobas riolíticas y riolitas, color rosado parduzco, ocre en superficies de alteración. Poseen cristales de cuarzo de hasta 2 milímetros y de feldespato pero de menor tamaño. Pueden presentar cierta lajosidad.

Como carácter litológico general existe una marcada predominancia de brechas y aglomerados volcánicos y una participación modesta de rocas volcánicas básicas y sedimentitas epiclásticas.

Las rocas del Grupo Choiyoi son muy duras, tenaces y se desagregan en fragmentos angulosos. Son resistentes a la erosión formando barrancas escarpadas.

Con frecuencia se observa una estratificación grosera, determinada por la superposición de potentes bancos de tobas varicolores. El espesor de las coladas varía entre 1 y 30 metros. El espesor total estimado es de 2.000 metros en la cordillera del Viento disminuyendo sensiblemente hacia el Sur.

Afloran en todo el braquianticlinal de la cordillera del Viento, formando la pampa alta en su cumbre y el borde occidental de la misma. En el lado oriental y Sur se hunde debajo de los sedimentos mesozoicos. Estos últimos están erosionados en el borde occidental, y la serie andesítica yace directamente sobre las porfiritas y los depósitos del Carbónico. El río Neuquén en su curso meridional forma el límite de los afloramientos porfiríticos.

La edad asignada al grupo es Pérmico superior - Triásico medio.

### III.4.1.2. ROCAS MESOZOICAS

Los términos de la serie sedimentaria que caracteriza a la Cuenca Neuquina están constituidos por sedimentitas marinas, continentales y de transición acumuladas durante el Jurásico inferior al Paleoceno.

El análisis de estos depósitos revela la existencia de episodios mayores de acumulación o *ciclos sedimentarios* a los que, siguiendo a Groeber (1946), se denominan ciclo Jurásico (Lias - Dogger), ciclo Andico (Kimmeridgiano superior - Albiano) y ciclo Riograndico (Cenomaniano - Paleoceno).

Las acumulaciones correspondientes a cada uno de estos eventos están separadas por discontinuidades en el registro sedimentario, en forma de discordancias o cambios netos en el régimen de sedimentación. Dentro de los mencionados ciclos es posible reconocer unidades de rango menor, correspondientes a cambios menos significativos que son el resultado de ciclos de transgresión - regresión.

En el cuadro que se expone a continuación puede observarse el patrón cronostratigráfico del Jurásico - Cretácico y Terciario inferior de la Cuenca Neuquina.

CUENCA    NEUQUINA		PATRON EUROPEO		
		Plioceno Mioceno	NEOGENO	TERCIARIO
RIOGRANDICO	MALALHUEYANO	Oligoceno Eoceno Paleoceno	PALEOGENO	
	NEUQUENIANO	Senoniano Turoniano Cenomaniano	SUPERIOR	
	ANDICO	RAYOSIANO	Albiano Aptiano	INFERIOR
MENDOCIANO		Barremiano Hauteriviano Valanginiano Berriasiano		
JURASICO	CHACAYANO LOTENIANO	Titoniano Kimmeridgiano Oxfordiano	MALM	JURASICO
	CUYANO	Calloviano Bathoniano Bajociano	DOGGER	
		Toarciano Pliensbaquiano Sinemuriano Hettangiano	LIAS	

#### ✧ CICLO JURASICO

Depósitos pertenecientes a la fase inicial de acumulación de la cuenca. Comprende dos sucesiones de transgresión - regresión designadas Cuyano y Loteniano - Chacayano. Los afloramientos del Jurásico se ubican en una faja comprendida en su mayor parte entre los meridianos 70° y 71° Oeste.

**CUYANO.** Corresponde a una prolongada etapa de subsidencia en la que se depositan hasta 2.500 metros de terrenos detríticos entre el Lias y el Calloviano inferior. Posee tres litofacies:

- ♦ Lutitas negras
- ♦ Areniscas grises
- ♦ Areniscas conglomerádicas y fangolitas rojas

Sin embargo en el área de estudio está representado exclusivamente por la facies de Lutitas negras, con una potencia máxima de 1.500 metros y que corresponde a la Formación Los Molles. Esta facies comprende las mencionadas lutitas y fangolitas negras con intercalaciones de areniscas densas en bancos finos, y calizas arcillosas grises organógenas, acompañadas en esta zona por tobas que evidencian actividad volcánica próxima. Posee un espesor de unos 300 metros en el sector central de la cuenca ubicado en el Chacay Melehue superior. Las lutitas poseen una rica fauna marina fósil.

**LOTENIANO - CHACAYANO.** Las unidades de este segundo subciclo responden a una nueva etapa de transgresión - regresión. Las rocas correspondientes se caracterizan por una marcada variedad litológica, en base a la cual se reconocen cuatro formaciones aflorantes, de las cuales sólo las últimas tres afloran en el área de trabajo:

- ♦ Formación Lotena
- ♦ Formación La Manga
- ♦ Formación Auquilco
- ♦ Formación Tordillo

y dos formaciones del subsuelo:

- ♦ Formación Barda Negra
- ♦ Formación Sierras Blancas

La Formación La Manga está compuesta fundamentalmente por calcáreos marinos que suprayacen al Calloviano. Comienza con 5 a 20 metros de calizas grises oscuras, estratificadas en bancos finos entre los que se intercalan pelitas margosas.

La sección superior, no siempre presente, contiene brechas calcáreas intraclásticas con algo de yeso o bien calizas densas con concreciones de pedernal formando cuerpos abultados (biohermos). El espesor máximo de la sección superior es 115 metros.

La Formación Auquilco (Yeso Principal, Schiller 1912) aflora en la laguna Auquinco, yesera del Tromen y sierra de la Vaca Muerta, ladera oriental de la cordillera del Viento y margen izquierda del río Agrio desde Loncopué hasta Las Lajas.

El yeso componente característico de esta formación, es de textura laminar y en nódulos, lo acompañan calizas y otras evaporitas. El espesor máximo de la formación es de 400 metros, estando los afloramientos generalmente asociados a los de la Formación La Manga. En la cordillera del Viento el yeso se presenta en lentes discontinuos y es reemplazado vertical y lateralmente por arcillas y margas bituminosas y calcáreos.

Las formaciones La Manga y Auquilco son por sus relaciones estratigráficas y su fauna fósil del Oxfordiano.

La Formación Tordillo se divide en una sección inferior, típicamente expuesta en la cordillera del Viento está compuesta por areniscas y fangolitas tobáceas a las que se asocian tobas porfíricas y mantos de porfiritas fálscas.

Los afloramientos en esta área se agrupan en una franja recta con dirección N-S que se ensancha desde Chacay Melehue hacia el río Neuquén.

El conjunto, de 500 metros de espesor, resalta por su coloración rojiza intensa y morfológicamente por su dureza con respecto a las rocas infra y suprayacentes.

La porción basal de esta sección posee intercalaciones calcáreas y arcillosas (Chacay Melehue). En el sector medio predominan las tobas y areniscas, bien expuestas en el flanco Sur del cerro. Paila Leche, sobre el río Neuquén.

La sección superior se diferencia por su coloración verdosa y consta de areniscas y conglomerados con entrecruzamiento y estructuras de corte y relleno.

En los términos más altos predominan las arcillas verdes y se pasa en transición a la Formación Vaca Muerta.

Las rocas de la Formación Tordillo se asignan al Kimmeridgiano superior.

#### ✧ CICLO ANDICO

Esta unidad comprende el conjunto de sedimentitas depositadas en el segundo de los megaciclos que caracterizan a la Cuenca Neuquina. En el transcurso del Andico vuelven a acumularse depósitos continentales y marinos.

Con relación al Jurásico se destaca la mayor abundancia de carbonatos y depósitos deltaicos y la ausencia casi total de manifestaciones volcánicas. Abarca desde el Kimmeridgiano más alto al Cretácico superior.

El Ciclo Andico se divide también en dos subciclos denominados Mendociano (Groeber, 1946) y Rayosiano (Uliana, 1975).

*MENDOCIANO.* Se reconocen cinco litofacies principales:

- ♦ Pelitas oscuras, integradas por lutitas y calizas litográficas negras intercaladas, depositadas en ambiente marino de baja energía.
- ♦ Arcillas verdes que comprenden fangolitas gris verdes, areniscas con matriz arcillosa y calizas grises bioclásticas y oolíticas. Son sedimentitas marinas depositadas en ambiente poco profundo, sublitoral y de costa afuera.
- ♦ Arenitas: que se componen de areniscas, areniscas conglomerádicas limpias y arcilitas verdes depositadas en zonas litorales.
- ♦ Capas rojas, integradas por areniscas, conglomerados amarillentos y fangolitas rojas acumuladas en un ambiente subaéreo de planicie aluvial.
- ♦ Carbonatos con alternancia de calizas oolíticas bioclásticas y dolomitas de colores claros, arcilitas y areniscas calcáreas, y escasos bancos y nódulos de anhidrita. Corresponde a un ambiente marino litoral y sublitoral.

En la región andina el Mendociano se conoce como Grupo Mendoza, que alcanza 2.400 metros de espesor y la secuencia está integrada desde abajo hacia arriba por las denominadas por Weaver (1931):

- ♦ Formación Vaca Muerta (Pelitas oscuras y Carbonatos)
- ♦ Formación Quintuco (Carbonatos)
- ♦ Formación Mulichinco (Arenitas)
- ♦ Formación Agrio (Carbonatos, Arcillas verdes y Arenitas)

Las formaciones Vaca Muerta y Quintuco pueden describirse en conjunto por sus características litológicas y condiciones de sedimentación. Se componen de pelitas calcáreas, pelitas, calizas y areniscas con niveles bituminosos. La coloración es negra, gris y verde. Poseen escasas estructuras sedimentarias entre las que se cuentan grietas de desecación, estructuras de corte y relleno y ondulitas.

El espesor máximo es de 1.500 metros y la edad se ubica desde el Tithoniano al Valanginiano.

La Formación Mulichinco está formada por areniscas, conglomerados y pelitas de colores verdes a grises de hasta 300 metros de potencia. Los depósitos corresponden a un ambiente fluvial de alta energía. La Formación Mulichinco se ubica desde el Berriasiano - Valanginiano al Hauteriviense.

Finalmente la Formación Agrio se compone de sedimentos marinos cuyo perfil tipo se halla en el limbo oriental del anticlinal del río Agrio, pocos kilómetros al Este de la localidad de Bajada del Agrio.

El espesor máximo es de 1.500 metros, y en el perfil del Cerro Rayoso, descrito a continuación, posee unos 1.000 metros. Se reconocen tres miembros:

El Miembro inferior, en la base, posee arcillitas verdes que pasan en transición a calizas gris amarillentas; luego siguen calizas lumachélicas pardo rojizas intercaladas con areniscas grises y arcillitas verdes. La sección superior comprende areniscas gris blanquecinas de grano mediano a grueso que por su dureza forman resaltos de relieve. Alcanza unos 170 metros de potencia.

El Miembro medio corresponde a la Arenisca Avilé (Weaver, 1931) que es una arenisca gris blanquecina a verdosa, homogénea, de grano mediano, con buena selección. Se presenta en bancos potentes con laminación entrecruzada. En la base existe un conglomerado lumachélico de 20 centímetros de espesor. La potencia en el perfil del Cerro Rayoso es de 29 metros, pero puede alcanzar los 75 metros (entre el Chacay Melehue y el cerro Mayal).

El Miembro superior lo componen unos 60 metros de lutitas y arcillitas negras homogéneas, sin fósiles. Estas pasan a arcillitas verdes y calizas micriticas gris amarillentas en paquetes de 5 a 10 metros de espesor, con un espesor total de 187 metros.

El Miembro Troncoso no siempre presente, y considerado por algunos autores como una formación aparte, se encuentra al Sur del cerro Rayoso y en la margen Sur del río Neuquén en el mismo amarre de la balsa Huitrín. Lo conforman calizas oolíticas gris oscuras en bancos gruesos interpuestos con calizas lumachélicas. Hacia el techo le siguen areniscas gruesas gris verdosas.

**RAYOSIANO.** Representa la culminación del ciclo Andico y se incluyen las formaciones Huitrín y Rayoso.

La Formación Huitrín (Yeso de Transición) es el registro póstumo de un extenso ciclo de depositación marina de sedimentos arcillosos - bituminosos. El yeso

como mineral forma horizontes lenticulares discontinuos y es reemplazado vertical y lateralmente por dolomitas y brechas.

El horizonte más constante de la formación está en la base y posee areniscas grises amarillentas entrecruzadas. La similitud de este horizonte con las Areniscas Avilé es tal, que sólo la posición dentro de la sucesión estratigráfica permite distinguirlos. La edad sería barremiana - aptiana.

En cuanto a la Formación Rayoso comprende a arcillas multicolores y areniscas blandas y arcillosas con intercalaciones de yeso y sal que abarcan unos 600 metros de espesor. La edad se ubica entre el Aptiano y el Cenomaniano.

#### ❖ CICLO RIOGRANDICO

Se incluyen bajo esta denominación los depósitos correspondientes al tercero y último ciclo de la Cuenca Neuquina.

Siguiendo a Groeber (1946) el Riograndico puede ser dividido en una entidad inferior de carácter continental o Neuqueniano (Grupo Neuquén) y una superior con importante participación marina o Malalhueyano.

**NEUQUENIANO.** Espeso paquete de clásticos rojos que aflora extensamente en el centro y Este de Neuquén.

Su espesor máximo es de 1.400 metros en el cerro Villegas. La composición litológica es monótona y consiste en una alternancia de areniscas y fangolitas de origen fluvial.

El análisis estratigráfico permite discernir una litofacies arenosa formada por depósitos lenticulares propios de canales, y una litofacies arcillosa con cuerpos de geometría tabular, típicos de una llanura aluvial con cursos divagantes.

A continuación se presenta el esquema estratigráfico más aceptado, según Cazau y Uliana (1972) y Uliana (1973), para discernir las unidades en que se divide el Neuqueniano (Roll, 1939 y Herrero Ducloux, 1946). Dada la monotonía litológica el deslinde entre formaciones no siempre es sencillo.

NEUQUENIANO	Formación Río Colorado	Miembro Anacleto Miembro Bajo de la Carpa	arcilloso arenoso
	Formación Río Neuquén	Miembro Plottier Miembro Portezuelo	arcilloso arenoso
	Formación Río Limay	Miembro Lisandro Miembro Huincul Miembro Candeleros	arcilloso arenoso arenoso

Del cuadro precedente se desprende que durante el Neuqueniano hubo tres períodos de acumulación que se inician con términos arenoso - conglomerádicos y rematan con depósitos pelíticos, evidenciando la subsidencia intermitente de la cuenca. El subciclo se asigna al Senoniano.

**MALALHUEYANO.** Con sus depósitos culmina el proceso sedimentario de la Cuenca Neuquina. Se compone fundamentalmente de arcillitas de color gris verde y areniscas verdosas muy tobáceas.

La edad de las formaciones que lo integran oscila entre el Mastrichtiano y el Paleoceno. Con un espesor máximo de 600 metros comprende las formaciones Loncoche (pelitas verdes), Roca (calizas bioclásticas y areniscas amarillentas) y Cerro Villegas (areniscas, conglomerados y fangolitas rojas).

### III.4.1.3. ROCAS CENOZOICAS

#### ✧ Terciario

Las sedimentitas jurásico - cretácicas se encuentran esporádicamente cubiertas por una serie heterogénea que incluye vulcanitas, piroclastitas, depósitos continentales y marinos designado *Complejo Vulcano - sedimentario del Terciario Medio*.

Estos terrenos se disponen en marcada discordancia sobre el sustrato, de manera que de Este a Oeste los términos de este complejo apoyan progresivamente sobre unidades más antiguas.

La distribución de espesores es irregular, alcanzando valores máximos del orden de 2.000 metros hacia la zona cordillerana, donde la entidad se encuentra circunscripta a depresiones estructurales de rumbo andino (curso superior del río Agrio).

**SERIE ANDESITICA.** Corresponde a un ciclo eruptivo con efusiones lávicas y mantos de tobas andesíticas, con intercalaciones de andesitas basálticas y basaltos olivínicos, que corresponde al Mollelitense de Groeber (1946).

La constitución petrográfica de las andesitas varía entre andesitas augíticas hasta traquíticas y dacíticas. Las lavas fueron muy viscosas por lo que los mantos tienen formas irregulares caprichosas lo que confiere un aspecto muy agreste y escarpado al paisaje.

Los afloramientos están restringidos casi exclusivamente a las zonas cordilleranas. Los ríos Neuquén y Nahueve limitan los afloramientos más importantes del área en estudio con espesores de 2.300 metros. Es muy probable que las efusiones no hayan pasado más al Este del braquianticlinal de la cordillera del Viento, donde la erosión alcanza las formaciones cretácicas, sin que se vean restos de la Serie Andesítica.

Mención aparte merecen las *andesitas intrusivas* de los cerros Mayal, Caycayán; y Negro de la zona oriental extrandina. Los tres cerros están formados por un centro intrusivo compuesto por andesita augítica u hornblendífera, circundado por una muy densa acumulación de diques, filones y filones capa.

Las rocas de la Serie Andesítica se suponen de edad oligocena.

**GRANODIORITAS.** Se trata de pequeños plutones de composición ácida, de color blanquecino a gris claro. Se observan fenocristales de hornblenda y cuarzo en una masa de feldespatos.

Los cuerpos tienen formas abultadas y contactos irregulares. Su posición estratigráfica no está del todo clara, pero en forma tentativa y por intruir términos de la Serie Andesítica se los asigna al Terciario superior.

**FORMACION COLLON CURA - PALAOCOLITENSE.** Se compone de asociaciones de tobas y tufitas de colores claros a blancas de grano fino asignadas al Mioceno superior por su fauna fósil, que se desarrolla especialmente en la zona extrandina (Formación Collón Curá) y que en el área andina pasan a vulcanitas basáltico - andesíticas (Palaocolitense superior).

Si bien no es siempre clara la relación entre una y otra formación el Palaocolitense está por encima de las tobas colloncurenses.

En ciertos perfiles alternan tobas, psamitas, brechas volcánicas y lavas por lo que es difícil deslindar en el campo a estas formaciones. Incluso en el extremo Noroeste de la provincia, ambas unidades incluyen grandes espesores de



piroclastitas gruesas por lo que se complica su separación de la Serie Andesítica.

#### ✧ Terciario Alto y Cuartario

**BASALTOS DE MESETA.** Los flujos mantiformes de basalto cubren áreas extensas del ámbito cordillerano y extracordillerano. Se trata de lavas del Terciario alto y Cuartario. Es decir se incluyen aquí todos los basaltos posteriores al *Basalto I*, pues la estratigrafía de estos eventos eruptivos está en revisión por discrepancias entre los autores y entre los datos de dataciones radimétricas y estudios de paleomagnetismo.

**DEPOSITOS GLACIARIOS Y SUBGLACIARIOS.** En esta región es abundante el registro sedimentario de la acción glaciar, en especial en el valle del río Neuquén hasta la zona de balsa Huitrín.

Los depósitos son acumulaciones morrénicas y terrazas fluvio-glaciares. Si bien estas últimas son abundantes en diversos niveles sobre el cauce actual del curso superior del río Neuquén, por su discontinuidad longitudinal y transversal no es factible asignarlas a las distintas glaciaciones ni relacionarlas con eventos tectónicos.

Las mayores acumulaciones morrénicas se encuentran sobre la planicie que se extiende a ambos lados del camino a Chos Malal a Tricao Malal. El glaciar descendió del macizo del Tromen y se desplazó por la planicie. Los depósitos son caóticos sin selección alguna ni estratificación apreciable, si bien se observan niveles de rodados envueltos en una película de carbonato o cementados con él (como en el área de Loma Tilhué).

**RODADOS PATAGONICOS.** Constituyen acumulaciones de grava, poco o nada cementadas, que forman el tope de las mesetas o se encuentran en los valles de la red principal de avenamiento.

### III.4.2. ESTRUCTURA

La estructura de la Cuenca Neuquina ha sido objeto de numerosos estudios de diversa escala y objeto siendo los trabajos más destacados los de Keidel (1925), Groeber (1929), Baldwin (1941), Herrero Ducloux (1946) y Bracaccini (1964 y 1970). En el área andina, el hábito estructural de conjunto está definido por el adosamiento de la sección mesozoica - terciaria a un dorso sobreelevado de rocas prejurásicas, que se extiende desde Piedra del Aguila (al Sur, fuera del área de estudio) hasta la Cordillera del Viento.

Esta disposición que a grandes rasgos denota un enorme flanco inclinado al Este, contrasta con la arquitectura del engolfamiento, consistente en un extenso sinclinal.

#### III.4.2.1. SECCION JURASICO - CRETACICA Y SU CUBIERTA

El área ubicada al Norte de Zapala y al Oeste del tramo N-S del río Neuquén posee un hábito estructural complejo. Se tiene un estilo tectónico de cobertura con pliegues de arrumbamiento andino independizados del sustrato porfirítico.

Como consecuencia de un efecto combinado de los episodios plegantes del Terciario y las variaciones en la competencia relativa de las rocas, se han desarrollado niveles estructurales superpuestos.

El nivel más superficial se ubica en el Terciario medio (Formaciones El Molle, Collón Curá y Palaocolitense) y presenta pliegues amplios monoclinales con inclinaciones de 5 ° a 15 °, limitados por fracturas.

El segundo nivel estructural está conformado por los Grupos Rayoso, Neuquén y Malargüe y se lo observa con claridad en el cerro Rayoso, cerro Villegas y salina Huitrín. Se observan anticlinales y sinclinales estrechos, los cuales suelen evolucionar a fallas que no trascienden por debajo de la Formación Huitrín. Las evaporitas ubicadas en la base de este complejo presentan notorias variaciones de espesor y evidencias de deformación por fluencia.

Los términos del Mendociano integran el tercer nivel estructural, bien expuesto en los cerros Salado, Visera, Naunauco y Chorriaca. Este nivel está caracterizado por pliegues alargados, de tipo concéntrico, con ejes sinuosos, simétricos o asimétricos, con planos axiales inclinados al Este o al Oeste.

La mayor parte de las fracturas son longitudinales, de rechazo mediano a pequeño y muestran estrecha relación con el plegamiento. Las estructuras anticlinales poseen un radio de curvatura corto, una región crestal amplia y plana que pasa abruptamente a flanco sempinados, dando lugar a sinclinales planos y extensos (Sinclinales Salado, Pichi Neuquén, Villegas). Este tipo de pliegues se denomina *Churriaca* y se interpretan como el resultado de fluencia plástica y diapirismo de las evaporitas de la Formación Auquilco, y se encuentran bien desarrollados en la llamada *Fosa Plegada del Agrio* (Braccacini, 1970).

Algunos sectores donde el yeso Auquilco es un estrato muy fino, presentan una disposición estructural sencilla de pliegues amplios y regulares. Este estilo de plegamiento es típico de la sección cuyano - loteniana, pudiendo considerarse el cuarto nivel estructural y el más profundo de la porción andina.

A la altura de la parte central de la provincia de Neuquén, la presencia del eje positivo de Los Chihuidos corresponde al límite oriental del área plegada. Este eje posee unos 100 kilómetros de longitud, de orientación N-NE y su cresta está afectada por deformaciones secundarias de orientación NE-SO.

#### III.4.2.2. ESTRUCTURA DEL BASAMENTO

Esta es menos conocida que la de su cubierta, por el escaso número de afloramientos y por carecer de estudios de detalle. Se reconocen tres áreas, la andina con bloques de basamento de orientación N-S; la del engolfamiento para el flanco N los escalones se disponen con rumbo NO-SE y finalmente en el flanco Sur del engolfamiento el arribamiento de los bloques es E-O.

#### III.4.3. HISTORIA GEOLOGICA

El relleno de la Cuenca Neuquina se caracteriza por una notable ciclicidad, definida por la presencia de rocas sedimentarias continentales y marinas, acumuladas por numerosos ciclos de transgresión - regresión. Haciendo abstracción de los ciclos de orden menor, resulta evidente que los ciclos *Jurásico*, *Andico* y *Riograndico*, responden a un mismo patrón evolutivo.

Cada ciclo se inicia con una etapa transgresiva que progresa en forma continua, o a través de pulsos de hundimiento, hasta que ocurre una fase de repleción de la

cuenca. Se detiene la sedimentación clástica para dar lugar a las evaporitas (Aquilco, Huitrín).

La regresión remata con el depósito de unidades detríticas cuya granulometría va en aumento hacia el techo de la sucesión (Formación Tordillo).

En todos los casos los episodios iniciales o *hemiciclos transgresivos* coinciden con una ampliación considerable del área de sedimentación, permitiendo la acumulación de una pila sedimentaria espesa.

En los *hemiciclos regresivos* la acumulación se restringe al depocentro y en las posiciones marginales las secciones son muy delgadas o están ausentes.

#### III.4.4. GEOMORFOLOGIA

A grandes rasgos se reconocen en esta área cuatro ambientes geomorfológicos que se describen en forma resumida a continuación.

##### III.4.4.1. AMBIENTE DE LOS ANDES LIMITROFES

Está integrado por unidades del Mesozoico y varias formaciones intrusivas y efusivas cenozoicas. Forman un encadenamiento continuo de alturas moderadas. Este cordón andino limita al oeste con los llanos del Valle Central de Chile y al este con las cuencas de los ríos Agrio y Neuquén.

##### III.4.4.2. AMBIENTE DE LA CORDILLERA DEL VIENTO Y DEL MACIZO DEL TROMEN

Estructuralmente queda definido por dos importantes líneas estructurales: el lineamiento Barrancas al Norte y el lineamiento Chillán al Sur.

La componente compresiva se habría originado por la resistencia del Macizo del Tromen. El lineamiento Nahueve y otros más al Norte serían los responsables de la segmentación de la Cordillera del Viento en distintos bloques.

En el sector Norte del macizo se observa una zona de alivio tensional, evidenciada por la densidad de centros volcánicos del Pleistoceno superior - Holoceno.

En el sector Sur el macizo está limitado por el lineamiento del río Neuquén.

##### III.4.4.3. AMBIENTE DE LA FOSA PLEGADA DEL AGRIO Y DE CHOS MALAL

Presenta estructuras de plegamiento asociadas a fallas. El sector occidental, desarrollado sobre sedimentitas jurásicas, presenta un plegamiento de tipo armónico.

Este contrasta con el plegamiento del sector oriental, en que se deforman numerosos pliegues debido a la acción plástica de los potentes niveles de yeso incluidos en los paquetes sedimentarios plegados (Ramos, 1978).

##### III.4.4.4. AMBIENTE DEL ENGOLFAMIENTO NEUQUINO

Se caracteriza por la presencia de terrenos del Cretácico superior y del Cenozoico que están dispuestos en forma horizontal y subhorizontal con escasa perturbación tectónica.

Sobre estas rocas sedimentarias poco resistentes se han desarrollado extensos pedimentos que a partir de los 750 metros sobre el nivel del mar y en varios niveles inclinan suavemente hacia el río Neuquén que actuó como nivel local de base.

### III.5. EVALUACION Y SELECCION DE SITIOS

Una vez realizado el reconocimiento de los sitios seleccionados en gabinete, y evaluada la información colectada, sobre todo la de naturaleza geológica, se evalúan cualitativamente cada uno de los lugares identificados.

Como resultado de este análisis, se advierte que algunos de los lugares presentan impedimentos que los descalifican para el emplazamiento de obras de cierre. Ello se verificó en los siguientes sitios:

<i>rio</i>	<i>código</i>	<i>denominación</i>	<i>eje</i>
Agrio	10	CODIHUE	I
Neuquén	21	CHENQUE MALAL	
Neuquén	22	EL MANZANO	
Neuquén	23	HUINGANCO	I
Neuquén	23	HUINGANCO	II
Neuquén	29	TILHUE	

En otros sitios, aunque se detectan problemas de diversa magnitud, no existen elementos de juicios suficientes para llegar a un diagnóstico tan categórico, por lo que se recomienda completar la investigación en etapas de estudio posteriores. Estas recomendaciones se incluyen en el ANEXO A, en el punto 2.5. *TAREAS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO RECOMENDADAS*.

Con igual finalidad se indican las limitaciones que eventualmente poseen los lugares en lo referente a disponibilidad de materiales para la construcción de macizos en las inmediaciones. Estas indicaciones se exponen en el punto 2.3. *ZONA DE YACIMIENTO DE MATERIALES DE PRESTAMO*.

Los sitios seleccionados, como resultado de la evaluación correspondiente, se muestran en el Cuadro III.5.1.

Cuadro III.5.1  
SITIOS SELECCIONADOS

río	código	sitio	eje	progresiva	caudal medio	cota río	coordenadas geográficas	
				[Km]	[m3/seg]	[m.s.n.m]	latitud	longitud
VARVARCO	01	COBUNCO	I	508,5	35,1	1.425	S 36° 41'	O 70° 38'
			II	506,3	35,4	1.411	S 36° 42'	O 70° 39'
	02	ATREUCO		501,2	35,9	1.336	S 36° 44'	O 70° 40'
	03	MATANCILLA		489,5	44,9	1.145	S 36° 50'	O 70° 41'
NAHUEVE	04	LOS GUIONES		466,3	42,8	1.184	S 37° 02'	O 70° 48'
	05	IRAHUENEO	I	448,0	47,2	1.025	S 37° 09'	O 70° 46'
			II	447,7	47,2	1.025	S 37° 09'	O 70° 46'
TROCOMAN	06	VILU MALLIN		438,5	30,3	1.015	S 37° 27'	O 70° 45'
REÑILEUVU	07	CHACAY MALLIN		431,5	16,5	961	S 37° 21'	O 70° 46'
CURI LEUVU	08	LA SALADA		388,0	18,0	884	S 37° 17'	O 70° 17'
AGRIO	09	LONCOPIUE		345,0	23,7	920	S 38° 03'	O 70° 36'
	11	LAS LAJAS		280,5	58,1	691	S 38° 31'	O 70° 25'
NEUQUEN	12	ROBLECILLOS	I	515,4	37,5	1.254	S 36° 38'	O 70° 48'
			II	514,9	37,5	1.251	S 36° 38'	O 70° 48'
	13	MANZANO AMARGO		505,0	39,2	1.208	S 36° 43'	O 70° 47'
	14	CURAMILEO		496,0	39,8	1.158	S 36° 48'	O 70° 45'
	15	VARVARCO	I	486,7	103,0	1.124	S 36° 51'	O 70° 41'
			II	486,2	103,0	1.124	S 36° 51'	O 70° 41'
	16	HUARACO		484,0	103,5	1.117	S 36° 52'	O 70° 41'
	17	COLI MICHICO	I	478,0	104,5	1.088	S 36° 56'	O 70° 42'
			II	477,0	105,0	1.087	S 36° 56'	O 70° 42'
	18	BUTA PAILAN NORTE		467,5	106,4	1.035	S 37° 01'	O 70° 41'
	19	BUTA PAILAN SUR		464,0	107,0	1.031	S 37° 02'	O 70° 40'
	20	MELCHAHUE	I	460,0	107,6	1.026	S 37° 04'	O 70° 39'
			II	459,3	107,6	1.025	S 37° 04'	O 70° 39'
	21	CHENQUE MALAL	II	455,0	108,6	1.020	S 37° 06'	O 70° 38'
	22	EL MANZANO		453,5	108,8	1.010	S 37° 07'	O 70° 38'
	24	GUAÑACOS		428,0	175,2	951	S 37° 18'	O 70° 41'
	25	PINI MAHUIDA		422,7	225,3	950	S 37° 21'	O 70° 41'
	26	LOS TREBOLES		407,7	226,2	893	S 37° 22'	O 70° 33'
	27	BUTALON		403,5	226,5	877	S 37° 22'	O 70° 31'
	28	LA INVERNADA		399,0	226,8	866	S 37° 22'	O 70° 28'
	30	HUITRIN		334,0	245,5	769	S 37° 39'	O 70° 01'
	31	CERRO RAYOSO	I	309,0	242,9	705	S 37° 47'	O 69° 51'
			II	306,0	242,6	690	S 37° 49'	O 69° 52'

## **CAPITULO IV**

### **NIVEL DE SISTEMA ETAPA DE FORMULACION DE SISTEMAS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO**

#### **IV.1. INTRODUCCION**

Todo lo analizado precedentemente involucró a la totalidad de la cuenca. Al comienzo de los estudios era muy superficial el conocimiento que se poseía del recurso hídrico y de su potencial energético.

La determinación del potencial energético bruto permitió delinear un panorama hasta el momento ignorado de las posibilidades de la cuenca. A continuación comenzó una tarea más específica tendiente a la determinación de lugares aptos para la ubicación de aprovechamientos.

Se complementó la tarea de gabinete con la de campo y, previa delimitación de un área apropiada de la cuenca, se detectaron 31 sitios posibles, algunos de ellos con dos posibilidades de emplazamiento, lo que elevó el número a 40 ejes. La evaluación de las condiciones geológicas redujo el espectro a sólo 27, ubicados esencialmente en el curso principal y en los afluentes más caudalosos.

Estos sitios de emplazamiento son los que se analizan, en esta instancia, con la finalidad de formular sistemas de aprovechamiento, calcular sus costos de construcción y su producción energética. En función de estos indicadores se analizarán los resultados y se expondrán las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

De este modo se lleva a cabo la etapa de formulación de sistemas, a cuyo término es esperable encontrar elementos sobresalientes para planificar las acciones de etapas futuras de estudio de la cuenca.



## **IV.2. METODOLOGIA DE TRABAJO**

La información disponible al comienzo de esta etapa es la resultante de la de individualización y selección de sitios de aprovechamiento. Concretamente se cuenta con la evaluación preliminar de las condiciones físicas de los lugares de emplazamiento detectados en la etapa anterior.

Estos lugares deben ahora integrarse para funcionar conjuntamente, constituyendo sistemas de aprovechamiento. Por ello resulta necesario la obtención de información topográfica vinculante de todos los sitios, tendiente a conocer el desnivel disponible para ser utilizado como salto.

En el planteo de estos sistemas se advierte que no todos los sitios pueden coexistir. En algunos casos la escasa distancia que los separa no posibilita emplazar aprovechamientos de dimensiones razonables, por lo que es necesario la formulación de criterios para encarar este problema y realizar un análisis específico en cada tramo en que se verifican estas condiciones.

Fundamentalmente, estos análisis adicionales están orientados a encontrar ventajas relativas de algunos sitios de aprovechamiento con relación a sus vecinos, de modo de posibilitar una más sencilla evaluación de los resultados, sin que ello signifique desmedro de las conclusiones de la etapa.

En cada lugar se emplazará un aprovechamiento teniendo en cuenta las características geológicas y topográficas relevantes. El diseño correspondiente responderá a estas características individualizadas para cada sitio.

Se procurará establecer una función de costo de construcción para cada sitio de emplazamiento, con la finalidad de contar con un dato de costo en cada oportunidad que se decida modificar las dimensiones del aprovechamiento, conforme a las necesidades de integrarse a un determinado sistema. La determinación de la producción energética en cada sistema planteado actuará como contraste para la evaluación final.

Finalmente, la evaluación de estos parámetros y el costo medio de generación, considerados fundamentales en este tipo de análisis, son los que conducirán a formular las conclusiones de esta etapa de los estudios y las recomendaciones a implementar en el futuro.

### **IV.3. ESTUDIOS BASICOS**

#### **IV.3.1. TOPOGRAFIA**

Los relevamientos topográficos correspondientes a cada sitio y su vinculación a la red altimétrica del I.G.M. fue realizado, conforme a lo estipulado contractualmente, por el Ente Provincial de Energía del Neuquén.

Para el levantamiento de los perfiles transversales en cada uno de los sitios, se utilizó medición electrónica de distancias y trigonométrica de desniveles. En los lugares de imposible acceso, debió recurrirse al método de las intersecciones.

La vinculación altimétrica de los perfiles se realizó barométricamente, con compensación por cierre, a la red de nivelación del I.G.M. que se halla en área de la cuenca.

#### **IV.3.2. GEOLOGIA**

La información geológica que se utiliza en esta instancia es la misma que se ha generado para realizar la etapa de INDIVIDUALIZACION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO, cuyo propósito fundamental ha sido el conocimiento de las características sobresalientes de los sitios y la evaluación de su aptitud para ser considerado como eventual lugar de emplazamiento.

En esta oportunidad se la utiliza para seleccionar en los sitios en que se han detectado dos ejes de emplazamiento y en el caso en que se manifieste un marcado contraste, qué eje puede considerarse, en términos relativos, más ventajoso.

#### **IV.3.3. HIDROLOGIA**

##### **IV.3.3.1. INTRODUCCION**

El diseño de las estructuras componentes de los aprovechamientos y el cálculo de la producción energética en cada uno de los sitios seleccionados requieren determinaciones hidrológicas específicas en cada lugar de aprovechamiento, conforme al siguiente detalle:

- ♦ caudales típicos (y sus recurrencias asociadas) para el diseño de las obras de desvío del río y de los órganos de control
- ♦ caudal medio anual para el cálculo de la producción energética

La determinación de estos parámetros genera un trabajo hidrológico específico, cuyo desarrollo se explicará seguidamente.

El grado de precisión de esta determinación guarda relación con el nivel de conocimiento que se posee de la cuenca y la información hidrológica disponible. Para etapas de estudio más avanzadas será necesario rever y completar este análisis.

##### **IV.3.3.2. INFORMACION UTILIZADA**

La recopilación de información estuvo orientada fundamentalmente a la obtención de registros de estaciones de aforo existentes en el área de la cuenca y a estudios hidrológicos realizados.

Con relación a la cartografía, se ha utilizado la información detallada en el parágrafo 1.5.1 del presente informe.

En el cuadro que se expone seguidamente se indican las estaciones de aforo cuya información se ha utilizado en este análisis y el correspondiente período de registros disponibles:

<i>estación</i>	<i>río</i>	<i>período de registro</i>	<i>área cuenca tributaria [Km<sup>2</sup>]</i>
LAS CORREDERAS	Neuquén	1986 - 1990	1.511
VARVARCO	Neuquén	1983 - 1990	3.081
RAHUECO	Neuquén	1980 - 1990	8.912
CHOS MALAL	Neuquén	1941 - 1978	9.337
PASO DE LOS INDIOS	Neuquén	1956 - 1993	30.200
LOS CARRIZOS	Nahueve	1956 - 1992	1.119
LA BUITRERA	Reñileuvú	1984 - 1989	733
PUESTO VALLEJO	Trocomán	1983 - 1992	1.313
ARROYO BLANCO	Curí Leuvú	1981 - 1989	2.091
HUARENCHENQUE	Agrio	1983 - 1993	3.602
BAJADA DEL AGRIO	Agrio	1953 - 1993	7.247

#### IV.3.3.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

Seguidamente se expone en una breve síntesis la metodología utilizada para obtener el caudal módulo y los caudales de diseño en cada uno de los sitios de interés.

##### ✧ CAUDAL MODULO

Se entiende por caudal módulo al promedio de los caudales medios anuales del curso de agua al cabo un determinado período de registros.

Su determinación en cada sitio de emplazamiento se efectuó utilizando como base lo indicado en la referencia 11. Esta tarea, en gran parte, fue realizada en oportunidad de calcular el potencial bruto de la cuenca (Etapa de Análisis Global del Nivel de Cuenca).

Básicamente, y para cada sitio de interés, consiste en:

- ♦ determinar el área de la cuenca tributaria del sitio en cuestión a partir de la cartografía existente
- ♦ calcular la precipitación total en cada una de las subcuencas utilizando los mapas de isohietas
- ♦ calcular las pérdidas por evapotranspiración utilizando los valores de pérdidas totales recomendados en función de la ubicación geográfica de cada subcuenca
- ♦ composición de los valores obtenidos en los pasos anteriores para la determinación del módulo anual

#### ✧ CAUDALES DE DISEÑO

Estos caudales se han calculado para distintas recurrencias conforme a su utilización en el diseño de las obras de desvío del río y del vertedero. El método adoptado para su determinación es el denominado de frecuencia de crecidas regional.

Del análisis de las series hidrológicas de las distintas estaciones de aforo cuya información se halla disponible, se deduce que la mayoría de ellas no tiene un período de registro suficiente para producir un ajuste a una función de distribución de frecuencia, que pueda ser utilizado, en forma más o menos confiable, en la obtención de caudales para el diseño de las obras de desvío del río y los órganos de control de cada uno de los aprovechamientos.

Ante la necesidad de disponer de caudales asociados a distintas recurrencias, y por las razones indicadas en el párrafo anterior, se ha recurrido a la obtención de una curva adimensional de frecuencia de crecidas regional. En ella se relacionan los picos máximos anuales de distintas estaciones de registro con una creciente de referencia.

Para ello, el método adopta la creciente con una recurrencia de 2,33 años, denominada *creciente media anual*.

Asimismo se ha relacionado esta creciente con el área de la cuenca asociada, con lo cual, conocida el área de la cuenca en un sitio determinado, es posible obtener la creciente media anual y, a través de la curva de frecuencia, determinar el caudal pico para una recurrencia deseada.

Para obtener los valores que permiten relacionar los picos máximos para las distintas recurrencias y la creciente media anual, se han ajustado las series de caudales en cada estación a una función de distribución tipo Gumbel, utilizando sólo aquellas con 30 o más años de registros.

Es fundamental que se verifique que las estaciones pertenezcan a una región hidrológicamente homogénea, es decir que las diferencias existentes entre los registros sean debidas exclusivamente al azar. La comprobación de esta circunstancia se realiza con un test de homogeneidad de los registros de las estaciones involucradas.

Esta prueba se ha realizado tomando como base la crecida decenal, calculada con la curva de frecuencia regional y determinando la recurrencia correspondiente en la curva de frecuencia puntual.

Estos valores, representados en un gráfico con recurrencias en ordenadas y años de registro en abscisas, deben estar dentro de los límites correspondientes a más o menos dos veces la desviación estándar de la variable reducida de Gumbel.

#### IV.3.3.4. PROCEDIMIENTO DE CALCULO Y RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo con los objetivos y metodologías mencionados en los puntos precedentes se desarrollaron los cálculos correspondientes obteniéndose los resultados que se consignan seguidamente.

#### ✧ CAUDAL MODULO

Se expone a continuación un cuadro en que se extractan los resultados obtenidos en cada sitio de emplazamiento.

código	emplazamiento	río	caudal módulo [m <sup>3</sup> /seg]
01	COBUNCO	Varvarco	35,4
02	ATREUCO	Varvarco	35,9
03	LA MATANCILLA	Varvarco	44,9
04	LOS GUIONES	Nahueve	42,8
05	IRAHUENEO	Nahueve	47,2
06	VILU MALLIN	Trocomán	30,3
07	CHACAY MALLIN	Reñileuvú	16,5
08	LA SALADA	Curí Leuvú	18,0
09	LONCOPUE	Agrio	23,7
11	LAS LAJAS	Agrio	58,1
12	ROBLECILLOS	Neuquén	37,5
13	MANZANO AMARGO	Neuquén	39,2
14	CURAMILEO	Neuquén	39,8
15	VARVARCO	Neuquén	103,0
16	HUARACO	Neuquén	103,5
17	COLI MICHICO	Neuquén	105,0
18	BUTA PAILAN NORTE	Neuquén	106,4
19	BUTA PAILAN SUR	Neuquén	107,0
20	MELCHAHUE	Neuquén	107,6
21	CHENQUE MALAL	Neuquén	108,6
24	GUAÑACOS	Neuquén	175,2
25	PINI MAHUIDA	Neuquén	225,3
26	LOS TREBOLES	Neuquén	226,2
27	BUTALON	Neuquén	226,5
28	LA INVERNADA	Neuquén	226,8
30	HUITRIN	Neuquén	245,5
31	CERRO RAYOSO	Neuquén	242,9

#### ✧ CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño en cada sitio fueron determinados aplicando el método de las crecidas regionales. Las estaciones con más de 30 años de registro utilizadas en este estudio son:

- ♦ Chos Malal (río Neuquén)
- ♦ Paso de los Indios (río Neuquén)
- ♦ Los Carrizos (río Nahueve)
- ♦ Bajada del Agrio (río Agrio)

La descripción de los pasos y procedimientos seguidos y los resultados obtenidos es la siguiente:

#### 1. DETERMINACION DE LAS RELACIONES DE FRECUENCIA PUNTUALES

Se procedió a realizar un análisis estadístico de cada una de las estaciones seleccionadas para lo cual se adoptó la distribución Gumbel de valores extremos. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro siguiente donde se indican los caudales en m<sup>3</sup>/seg y las recurrencias asociadas:

Recurrencia [años]	Chos Malal	Paso de los Indios	Los Carrizos	Bajada del Agrio
2	1.062	1.764	188	354
2,33	1.166	1.975	210	404
5	1.617	2.881	302	620
10	1.984	3.620	378	796
20	2.336	4.329	451	965
30	2.539	4.737	493	1.062
50	2.792	5.247	545	1.184
100	3.134	5.935	616	1.347
500	3.924	7.524	778	1.726
1.000	4.264	8.207	849	1.888
5.000	5.052	9.793	1.011	2.266
10.000	5.391	10.476	1.081	2.429

Para obtener la curva de frecuencia regional se determinó el valor medio de la relación  $Q_i / Q_{2,33}$  para el conjunto de las estaciones consideradas,

donde:

$Q_i$  es el caudal en m<sup>3</sup>/seg. para una recurrencia de  $i$  años

$Q_{2,33}$  es el caudal en m<sup>3</sup>/seg. para una recurrencia de 2,33 años (creciente media anual)

## 2. DETERMINACION DE LA FUNCION DE FRECUENCIA DE CRECIDAS REGIONAL.

Consiste en obtener la expresión que vincule la relación de caudales  $Q_i / Q_{2,33}$  con los períodos de recurrencia a partir de los datos de las estaciones seleccionadas para este análisis.

Esta función se obtiene determinando la ecuación de la recta, por el método de mínimos cuadrados, en un sistema de ejes  $u_i - Q_i / Q_{2,33}$ , siendo  $u$  la variable reducida de Gumbel cuya expresión es:

$$u = -\ln [-\ln (1 - 1/T)]$$

donde:

$T$  es la recurrencia del evento medida en años

Adoptando la convención:

$$x_i = u$$

$$y_i = Q_i / Q_{2,33}$$

la ecuación de la recta de regresión es:

$$(y - y_m) = (x - x_m) (\sigma_{xy} / \sigma_x^2)$$

donde:

$x_m$  es la media aritmética de las  $x_i$

$y_m$  es la media aritmética de las  $y_i$

$\sigma_{xy}$  es la covarianza de la distribución

$\sigma_x^2$  es la varianza de la distribución

A continuación se indica el valor obtenido para cada uno de los parámetros estadísticos mencionados:

$$\begin{aligned}
 x_m &= 2,5982 \\
 y_m &= 1,9999 \\
 \sigma_x^2 &= 2,0256 \\
 \sigma_{xy} &= 1,0029
 \end{aligned}$$

Con estos valores la ecuación de la recta de frecuencia de crecidas regional es la siguiente:

$$Q_i / Q_{2,33} = 0,7126 + 0,4951 \{-\ln [-\ln (1 - 1 / T)]\}$$

### 3. ANALISIS DE HOMOGENEIDAD

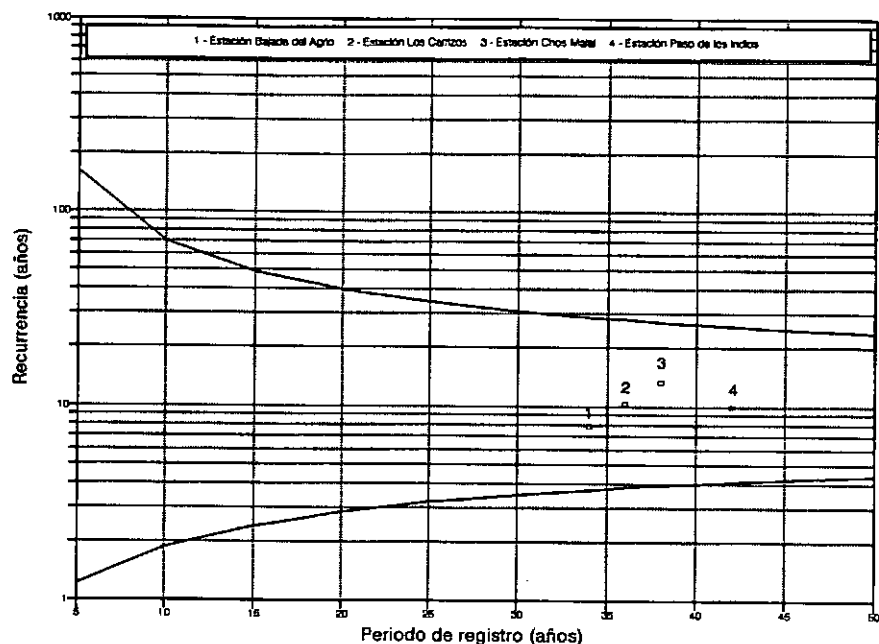
La aplicación del método requiere que las estaciones consideradas pertenezcan a una región hidrológicamente homogénea.

Para esta prueba de homogeneidad se toma como base la crecida decenal calculada para cada una de las estaciones con la expresión de la recta de frecuencias de crecida regional (determinada en punto 2) y se determina su recurrencia con las relaciones de frecuencia puntual (determinadas en 1).

Los valores así obtenidos se grafican en un sistema de ejes ortogonales, representando en ordenadas la recurrencia y en abscisas el período de registro de cada estación. Los límites adoptados corresponden a  $\pm 2\sigma_u$ , siendo  $\sigma_u$  la desviación estándar de la variable reducida de Gumbel.

$$\sigma_u = e^u (1 - 1/T)^{1/2} / (n)^{1/2}$$

En el gráfico que sigue a este párrafo puede observarse el resultado de la prueba de homogeneidad. Se verifica que todas las estaciones se ubican dentro del rango permisible.



#### 4. DETERMINACION DE LA CRECIENTE MEDIA ANUAL

Para determinar los caudales en cada sitio a través de la expresión de la frecuencia de crecidas regional obtenida en el punto 2, es necesario conocer la creciente media anual (definida como la crecida con una recurrencia de 2,33 años), de la cuenca tributaria al sitio correspondiente.

Para ello se ha determinado la relación entre las crecientes medias anuales de las cuencas base de este estudio y las áreas correspondientes.

La función que mejor representa la relación entre la creciente media anual y el área de las cuencas correspondientes es la siguiente:

$$Q_{2,33} = 2,227 A^{0,668}$$

#### 5. DETERMINACION DE LOS CAUDALES DE DISEÑO EN CADA SITIO

Partiendo de la base que todos los sitios están en una región hidrológicamente homogénea, es posible determinar el valor de la creciente anual utilizando la expresión obtenida en el punto 4 a partir del conocimiento de las áreas de las cuencas tributarias a cada sitio.

Posteriormente, con la expresión de frecuencia de crecidas regional determinada en el punto 2, calcular los caudales para las recurrencias de interés.

De este modo y tomando los criterios de diseño que establecen para el vertedero un caudal de diseño con una recurrencia  $T = 10.000$  años y para el desvío del río un caudal de diseño con  $T = 30$  años se obtienen los caudales necesarios para el diseño de las obras, los cuales se presentan a continuación:

código	emplazamiento	río	área cuenca tributaria [Km <sup>2</sup> ]	caudal T=10.000 años [m <sup>3</sup> /seg]	caudal T=30 años [m <sup>3</sup> /seg]
01	COBUNCO	Varvarco	1.570	1.490	670
02	ATREUCO	Varvarco	1.570	1.490	670
03	MATANCILLA	Varvarco	1.570	1.490	670
04	LOS GUIONES	Nahueve	1.119	1.190	540
05	IRAHUENEO	Nahueve	1.119	1.190	540
06	VILU MALLIN	Trocomán	1.313	1.320	600
06	CHACAY MALLIN	Reñileuvú	733	900	410
08	LA SALADA	Curí Leuvú	2.091	1.800	810
09	LONCOPUE	Agrio	3.602	2.570	1.160
11	LAS LAJAS	Agrio	5.823	3.530	1.600
12	ROBLECILLOS	Neuquén	1.511	1.450	660
13	MANZANO AMARGO	Neuquén	1.511	1.450	660
14	CURAMILEO	Neuquén	1.511	1.450	660
15	VARVARCO	Neuquén	3.081	2.320	1.050
16	HUARACO	Neuquén	3.831	2.680	1.210
17	COLI MICHICO	Neuquén	3.831	2.680	1.210
18	BUTA PAILAN NORTE	Neuquén	3.831	2.680	1.210
19	BUTA PAILAN SUR	Neuquén	3.831	2.680	1.210
20	MELCHAHUE	Neuquén	3.831	2.680	1.210
21	CHENQUE MALAL	Neuquén	3.831	2.680	1.210
24	GUAÑACOS	Neuquén	5.713	3.480	1.580
25	PINI MAHUIDA	Neuquén	7.759	4.260	1.930
26	LOS TREBOLES	Neuquén	8.912	4.670	2.110
27	BUTALON	Neuquén	8.912	4.670	2.110
28	LA INVERNADA	Neuquén	8.912	4.670	2.110
30	HUITRIN	Neuquén	11.381	5.480	2.480
31	CERRO RAYOSO	Neuquén	11.381	5.480	2.480



#### **IV.4. CRITERIOS UTILIZADOS**

##### **IV.4.1. CRITERIOS PARA LA SELECCION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO**

En la selección de sitios de emplazamiento se privilegiaron las condiciones geológicas con el objeto de establecer su aptitud y consecuentemente, para ser considerados en la formulación de sistemas de aprovechamientos. En aquellos lugares en que se detectaron condiciones geológicas desfavorables para el emplazamiento de obras de cierre fueron descartados.

El análisis previo a la formulación de los sistemas, permitió advertir que algunos tramos de río se caracterizaban por poseer varios sitios de emplazamiento muy próximos entre sí. Con la finalidad de contar con aprovechamientos de un tamaño razonable, resultó necesario proceder a una nueva revisión de las características de los sitios, para encontrar, en los cierres que por su cercanía resultan excluyentes, condiciones relativas favorables de unos con respecto a otros.

La detección de un sitio relativamente más conveniente en un tramo de río no significa descartar de modo categórico a los restantes. Debe considerarse que éstos constituyen una reserva para ser evaluados, con mejores elementos de juicio, en etapas de estudio más avanzadas.

Los criterios de selección utilizados y su orden de aplicación son los siguientes:

**1. SELECCION DEL SITIO CON MEJORES CONDICIONES GEOLOGICAS**

Este criterio es aplicable cuando se presentan suficientes indicios para diferenciar la aptitud, basada en las condiciones geológicas, de un sitio con respecto a otro de las inmediaciones.

**2. SELECCION DEL SITIO CON MENOR COSTO DE CONSTRUCCION**

Cuando no se advierte un marcado contraste que permita la aplicación del criterio anterior, se analiza el costo de construcción en función de la cota de coronamiento de la presa y se selecciona el sitio que posibilite mayor economía en la inversión.

**3. SELECCION DEL SITIO QUE POSIBILITE ALCANZAR MAYOR SALTO**

Si la utilización del criterio anterior no permite discernir acerca de la conveniencia de alguno, se selecciona el sitio que permita alcanzar el mayor salto. La aplicación de este criterio se basa en el eventual logro de una economía de escala supuestamente asociada a los aprovechamientos de mayor envergadura.

La utilización de estos criterios de selección exige una aplicación reflexiva ya que no se trata de definiciones absolutas sino simplemente del planteo de hipótesis tendientes a simplificar la formulación de soluciones y su posterior evaluación procurando no alterar el orden de los resultados.

##### **IV.4.2. CRITERIOS DE DISEÑO**

Aunque no se ha realizado un diseño completo de los aprovechamientos, se han establecido algunos criterios acordes con el escenario físico del emplazamiento de las obras, conducentes a determinar las dimensiones de los elementos constitutivos más importantes conforme con las necesidades de datos que requiere la herramienta seleccionada para el cálculo de los costos de construcción respectivos. Los criterios adoptados son los que se enuncian seguidamente:

✧ **OBRAS DE DESVIO DEL RIO**

1. La construcción de las estructuras ubicadas en el cauce del río se ha asumido realizarlas en seco. Para ello es necesario cercar el área de los trabajos con ataguías construidas con materiales sueltos y provocar el desvío del río a través de un túnel.
2. El caudal utilizado para el diseño de estas obras corresponde a un tiempo de retorno de 30 años.
3. La separación entre la ataguía ubicada aguas arriba y la de aguas abajo se ha considerado igual al ancho de presa a nivel de la cota de restitución más 200 metros.
4. La carga hidráulica para provocar el flujo de agua a través del túnel se ha establecido en 10 metros.
5. Para determinar el volumen de materiales de las ataguías se ha supuesto un ancho de coronamiento de 5 metros y taludes 2H : 1V (en ambos paramentos).

✧ **PRESA**

1. El tipo de presa seleccionado en cada sitio es acorde con la existencia de materiales de préstamo en las inmediaciones, conforme a la evaluación geológica realizada cuyos resultados se hallan en el Anexo A. En los casos de existencia de materiales en cantidad estimada suficiente, se ha optado por una presa de materiales sueltos con núcleo impermeable, mientras que en los casos en que se advierte insuficiencia de volumen se recurrió a la estructura de hormigón de gravedad.
2. Para las presas de materiales sueltos, salvo indicación específica, se ha supuesto una distancia media mínima de transporte de los materiales de construcción de 3 Km.
3. El perfil de fundación se ha considerado paralelo al perfil topográfico del terreno natural, 3 metros por debajo de éste.
4. La cota de coronamiento de la presa se ha considerado 5 metros por encima del nivel máximo normal del embalse para presas de materiales sueltos. En presas de hormigón este valor es 3 metros.
5. La sección de la presa de materiales sueltos es de 10 metros de ancho en el coronamiento y taludes 2,5H : 1V (aguas arriba) y 2H : 1V (aguas abajo). La sección de la presa de hormigón es de 10 metros de ancho en el coronamiento, paramento de aguas arriba vertical y talud de 0,75H : 1V en el paramento de aguas abajo.

✧ **OBRA DE TOMA**

1. Para su dimensionado se ha establecido un caudal instalado equivalente al doble del módulo.

✧ **ALIVIADERO**

1. El caudal de diseño corresponde a un evento con un tiempo de retorno de 10.000 años.

✧ **CENTRAL**

1. En todos los casos se ha considerado a la central exterior y ubicada al pie de la presa.
2. La potencia instalada se ha calculado con un factor de planta de 0,50, lo que equivale a considerar un caudal instalado igual al doble del módulo en el sitio

en cuestión. El valor resultante se ha redondeado de modo que cada máquina tenga un número entero como potencia nominal.

3. La cantidad mínima de equipos turbogeneradores es 2.
4. La potencia de las turbinas se ha limitado a 100 MW. hasta una potencia instalada en la central de 400 MW. Para valores mayores la limitación es de 4 máquinas.
5. El tipo de equipamiento es Francis.

#### ✧ CONDUCCION FORZADA

1. En todos los casos se ha supuesto a la conducción ubicada exteriormente y con blindaje.
2. El diámetro de la conducción forzada se ha determinado mediante con la expresión siguiente:

$$\phi = 0,7096 * (PI/n)^{0,43} * H^{0,65(9)}$$

donde:

$\phi$  es el diámetro de la tubería en metros

PI es la potencia instalada en la central en MW.

n es la cantidad de máquinas con que se ha equipado la central

H es el salto máximo en metros

3. En presas de tierra la longitud se ha calculado igual al ancho de la base de la presa en la zona más baja del perfil. En las de hormigón se ha considerado igual al ancho de coronamiento más la hipotenusa del triángulo rectángulo formado por el cateto vertical comprendido entre el nivel máximo normal y la cota de restitución y el cateto horizontal igual a la base de la presa menos el ancho de coronamiento, conforme a la siguiente expresión:

$$l = 10 + [H_0^2 + (0,75 H_0)^2]^{1/2}$$

donde:

l es la longitud de la tubería forzada en metros

$H_0$  es el salto máximo en metros

#### ✧ OBRA DE RESTITUCION

1. Como estructura de restitución se ha considerado un canal excavado en roca a cielo abierto y revestido con hormigón.
2. La sección transversal se la ha calculado en base al ancho de la central y el desnivel entre el terreno en condiciones naturales y la cota de fondo necesaria para asegurar la sumergencia.
3. La longitud es consecuencia de adoptar para el fondo del canal una pendiente 5H : 1V e intersectar, con una recta de esa inclinación los niveles del tubo de aspiración a la salida de la central y el cauce del río.

#### ✧ ACCESOS

1. Los accesos permanentes a los emplazamientos, desde la red caminera existente, se han considerado de tierra afirmados trazados en terreno montañoso.
2. En todos los casos, por carencia de información más precisa, se ha estimado una traza de 3 Km. de longitud.

---

(9) Esta expresión se ha extraído del artículo *Economical Diameter for Penstocks* by G.S. Sarkaria. Water Power. September 1958.

❖ **TRANSFORMADORES**

1. Se los ha considerado en cantidad igual al número de máquinas.
2. La tensión de alta se ha fijado en 500 KV.

❖ **TIEMPO DE CONSTRUCCION DEL APROVECHAMIENTO**

1. El tiempo estimado mínimo para la construcción del aprovechamiento se ha estimado en:

$$t_1 = 1 + V / r$$

donde:

$t_1$  es el tiempo que transcurre entre el comienzo de la obra y la puesta en funcionamiento de la primer máquina en años

V es el volumen de la presa en  $m^3$

r es el rendimiento promedio para la construcción de la presa (vale  $4 \cdot 10^6$  para presas de materiales sueltos y  $10^6$  para presas de hormigón)

siempre  $t_1 \Rightarrow 3,5$  años

2. El ritmo de incorporación al funcionamiento comercial del equipamiento se ha estimado en una máquina cada 4 meses. El tiempo que transcurre hasta que se completa la instalación del equipamiento se determina con la siguiente expresión:

$$t_2 = 1/3 (n - 1)$$

donde:

$t_2$  es el tiempo medido en años que transcurre entre la puesta en funcionamiento comercial de la primera unidad generadora y la totalidad de las máquinas incluidas en la central

n es la cantidad de máquinas

#### IV.4.3. CRITERIOS PARA EL CALCULO DEL COSTO DE LOS APROVECHAMIENTOS

Los criterios aplicados para el cálculo del costo de las obras son acordes con el contenido del Manual consignado en la referencia 14. Este punto y la aplicación de los procedimientos de cálculo, se ha preferido desarrollarlos por separado en el Anexo B, complementario de este capítulo y específicamente de este punto.

#### IV.4.4. CRITERIOS PARA LA DETERMINACION DE LA PRODUCCION ENERGETICA

Los criterios seguidos para calcular la producción de energía en cada aprovechamiento son los siguientes:

1. La expresión para el cálculo de la energía en cada sitio es:

$$E = 0,074 Q H$$

donde:

E es la energía media anual generada en el aprovechamiento en GWh

Q es el módulo del río en  $m^3/seg.$

H es el salto en metros

2. Se considera un único salto resultante de la diferencia entre el nivel máximo normal del embalse y la cota de restitución. Este último nivel es el

correspondiente a la cota de la parte más baja del perfil topográfico transversal del sitio de emplazamiento.

3. El caudal utilizado para esta determinación es el módulo del río en el lugar. Esto equivale a considerar que el embalse posee suficiente capacidad para regular a módulo. Esta simplificación es la respuesta a la carencia de series hidrológicas que permitan realizar simulaciones de la operación de la central y del embalse, conforme a los caudales entrantes y a la capacidad operativa del aprovechamiento.

#### IV.4.5. CRITERIO PARA LA DETERMINACION DEL COSTO MEDIO DE GENERACION

El costo medio de generación se determina con la siguiente expresión:

$$CMG = C i (1 + i)^n / \{[(1 + i)^n - 1] EMA\}$$

donde:

CMG es el costo medio de generación en U\$S/KWh (abril de 1994)

C es el costo de construcción del aprovechamiento en millones de U\$S (abril de 1994)

i es la tasa de actualización en tanto por uno (0,1)

n es el período de amortización de la inversión (50 años)

EMA es la energía media anual en GWh

## **IV.5. SELECCION DE SITIOS DE APROVECHAMIENTO**

### **IV.5.1. PRIMERA SELECCION**

Como resultado de la evaluación de sitios realizada en el Anexo A, el total identificado de 31 sitios y 40 ejes de emplazamiento posibles se redujo a 27 y 34 respectivamente. En 7 de estos lugares aun coexisten dos ejes de emplazamiento relativamente próximos entre sí, por lo que resulta razonable la elección de uno de ellos como representativo del sitio. Esta tarea se ha denominado PRIMERA SELECCION.

Conforme a los criterios definidos para la selección de los sitios definitivos para el emplazamiento de las obras de cierre, se procedió a la aplicación del criterio señalado en primer lugar. Su utilización permitió establecer que en el sitio 12 (ROBLECILLOS), el eje II se encuentra más meteorizado que el eje I, y en el sitio 15 (VARVARCO), el eje I posee una roca de mejor calidad que la del eje II. En consecuencia fue seleccionado el eje I en ambos casos.

La aplicación del criterio indicado en segundo término permitió seleccionar los ejes I en los siguientes sitios:

- 01. COBUNCO
- 05. IRAHUENEO
- 17. COLI MICHICO
- 20. MELCHAHUE
- 31. CERRO RAYOSO

El Cuadro IV.5.1 incluye el listado definitivo de la primera selección de sitios. En este cuadro, en que los sitios se agrupan conforme al río al que pertenecen, se consigna el código con que se identifica a cada sitio y su denominación, el eje seleccionado si es el caso, progresiva, cota y coordenadas geográficas del lugar y el caudal medio que escurre por la sección.

En el Cuadro IV.5.2 puede observarse el mismo contenido que el cuadro anterior, pero con un ordenamiento arbóreo del curso y sus afluentes, respetando el orden de acceso de éstos al río principal desde aguas arriba hacia aguas abajo.

Es importante destacar que los ejes no seleccionados no deben considerarse definitivamente descalificados. Constituyen sitios de reserva que deberán ser estudiados y evaluados con nuevos elementos de juicio que se obtengan en etapas de estudio futuras.

Por razones de simplicidad, a partir de este capítulo, en cada oportunidad que se mencione un sitio de aprovechamiento que posea dos ejes se omitirá su especificación. Para individualizarlo deberá recurrirse al Cuadro IV.5.1.

### **IV.5.2. SEGUNDA SELECCION**

En algunos casos, la ubicación de los sitios seleccionados, complica el planteo de los sistemas de aprovechamiento, fundamentalmente por la escasa distancia que separa a los lugares involucrados. Esta situación se traduce en un escaso desnivel entre sitios consecutivos, con lo cual los aprovechamientos que puedan plantearse resultan de pequeña magnitud, atomizando el salto disponible y encareciendo seguramente, por una cuestión de tamaño, el costo de la generación resultante.

Otra alternativa de tratamiento consiste en considerar la participación excluyente de los sitios que se hallen relativamente próximos, con lo cual las alternativas de

aprovechamiento aumentan considerablemente dificultando la evaluación respectiva.

La tercera opción es conseguir un razonable equilibrio seleccionando, mediante la aplicación de las hipótesis consignadas en el capítulo anterior, el sitio representativo del tramo en cuestión. Es lícito pensar que la selección de un sitio representativo de todo el espectro de posibilidades del tramo, simplifica el análisis posterior sin invalidar las conclusiones al término de la evaluación correspondiente.

Para simplificar la aplicación de los criterios de selección se ha dividido la cuenca en curso principal y afluentes:

✧ RIO NEUQUEN

En el curso principal del río Neuquén se advierte la presencia de cuatro tramos en donde se agrupan sitios de emplazamiento ubicados muy próximos entre sí. Estos tramos poseen las siguientes características:

<i>sitios extremos</i>	<i>sitios intermedios</i>	<i>distancia entre extremos [Km]</i>	<i>desnivel entre extremos [metros]</i>
VARVARCO HUARACO		2,2	7
BUTA PAILAN NORTE CHENQUE MALAL	BUTA PAILAN SUR MELCHAHUE	12,5	15
GUAÑACOS PINI MAHUIDA		5,3	1
LOS TREBOLES LA INVERNADA	BUTALON	8,7	27

El tramo de río indicado en primer lugar posee 2,2 Km. de longitud y un desnivel de 7 metros entre extremos. La aplicación de los criterios de selección posibilita establecer el sitio más representativo del tramo conforme a lo siguiente:

1. Ambos lugares poseen similares características geológicas, por lo que no resulta posible realizar la selección a partir de esta evaluación.
2. El análisis del costo de construcción de los aprovechamientos a emplazar en uno y otro sitio, proporciona ventajas apreciables para Huaraco.

Aunque por las características de la sección, Varvarco posibilita alcanzar mayores alturas, la elección de Huaraco no impide aprovechar la totalidad del desnivel disponible.

El tramo indicado en segundo lugar en la tabla, posee cuatro sitios de emplazamiento en una extensión de 12,5 Km. y sólo 15 metros de desnivel entre extremos.

La aplicación de los criterios explicitados precedentemente arroja los siguientes resultados:

1. De la aplicación del criterio 1 se concluye que los cuatro sitios presentan similares condiciones geológicas para el emplazamiento, conforme al conocimiento que se posee en esta etapa de los estudios.

2. La comparación de costos de los aprovechamientos en estos cuatro sitios, no ofrece contraste suficiente para seleccionar uno de ellos.
3. En el análisis de las posibilidades de lograr las mayores alturas de presa, se observa que Buta Pailán Norte puede alcanzar la cota de restitución de Coli Michicó, ubicado inmediatamente aguas arriba. Esto no resulta posible para los aprovechamientos que eventualmente se ubiquen en Buta Pailán Sur, Melchahué y Chenque Malal, con lo cual se desaprovecha parte del salto disponible. Además, por su ubicación en la parte superior del tramo, posibilita un mejor desarrollo del aprovechamiento Pini Mahuida, ubicado aguas abajo, que se vislumbra conveniente. En base a toda esta argumentación se ha seleccionado Buta Pailán Norte, en calidad de sitio representativo del tramo.

El tramo comprendido entre Guañacos y Pini Mahuida posee una longitud de 5,3 Km. y un desnivel de un metro<sup>(10)</sup>. Los comentarios que surgen por la aplicación de los criterios de selección en este tramo son los siguientes:

1. Ambos sitios presentan similar aptitud desde el punto de vista geológico.
2. Al analizar los costos de los aprovechamientos, se observa que los correspondientes a Guañacos son levemente inferiores a los de Pini Mahuida, pero por este último sitio escurre un mayor caudal como consecuencia del aporte del río Reñileuvú.
3. El sitio Pini Mahuida permite alcanzar una mayor altura de presa y consecuentemente un mejor aprovechamiento del desnivel disponible. Este último aspecto y la presencia de caudales mayores indica la conveniencia de su elección.

Por último, resta el análisis del tramo comprendido entre los sitios Los Tréboles y La Invernada, de una longitud de 8,7 Km. y un desnivel de 27 metros entre extremos. Cabe en este punto una reflexión similar a la consignada en la nota al pie número 2, que no invalida la aplicación de los criterios de selección.

1. El análisis de las condiciones geológicas no arrojó ventajas significativas de alguno en particular.
2. De la evaluación de los costos de los tres aprovechamientos tampoco puede inferirse ventaja alguna.
3. El análisis de las alturas de las presas, destaca a La Invernada por la posibilidad de superar los 150 metros con la ventaja adicional de su ubicación en la parte más baja del tramo, con lo que se posibilita un mejor aprovechamiento del desnivel natural disponible. Por estas consideraciones es La Invernada el sitio seleccionado en este tramo.

#### ✧ EN LOS AFLUENTES

En los afluentes la situación conflictiva se presenta cuando los embalses considerados en el río principal inundan sitios ubicados en los afluentes.

En estos casos se plantea la alternativa de inundar el sitio del afluente y perder, consecuentemente, una parte su salto o, la de disminuir el nivel del embalse en el río principal hasta hacerlo coincidir con el de restitución del aprovechamiento en el afluente. Esta situación ocurre en los siguientes casos:

(10) El desnivel que se consigna entre uno y otro extremo del tramo no parece compatible con la pendiente media del río. Las cotas indicadas para los sitios ubicados en coincidencia con los extremos del tramo se han obtenido mediante nivelación barométrica, en la que es esperable un error del orden de 5 metros.



- ♦ Huaraco con cota 1.158 m.s.n.m. (compatible con Curamileo aguas arriba) inunda Matancilla (1.145 m.s.n.m) en el río Varvarco.
- ♦ Pini Mahuida y La Invernada con cota 1.035 m.s.n.m. (compatibles con Buta Pailán Norte aguas arriba) inundan Irahueño (1.025 m.s.n.m) en el río Nahueve.
- ♦ Pini Mahuida y La Invernada, con cota 1.035 m.s.n.m. (compatibles con Buta Pailán Norte aguas arriba) inundan Vilú Mallín (1.015 m.s.n.m) en el río Trocomán y Chacay Mallín (961 m.s.n.m) en el río Reñileuvú.

La situación de los dos últimos casos se analiza en función de los caudales que escurren en uno y otro lado. Es considerablemente más favorable la utilización de un salto en el curso principal, en alguno de sitios mencionados (Pini Mahuida o La Invernada), ya que poseen un caudal muy superior (del orden de 225 m<sup>3</sup>/seg) que en cualquiera de los dos afluentes señalados (47 m<sup>3</sup>/seg. en la sección Irahueño, en el río Nahueve; 30 m<sup>3</sup>/seg. en la sección Vilú Mallín, en el río Trocomán y 17 m<sup>3</sup>/seg. en la sección Chacay Mallín, en el río Reñileuvú). Por este motivo se han descartado para la formulación de sistemas de aprovechamiento los sitios ubicados en estos afluentes.

El evento consignado en primer lugar no resulta de resolución tan categórica como el caso anterior, por la razón de que el salto que se pierde en Huaraco para permitir la incorporación de Matancilla es de 13 metros y el caudal que escurre por la sección Huaraco es un poco más del doble que el de Matancilla (103 y 45 m<sup>3</sup>/seg. respectivamente).

La combinación del salto y el caudal en ambos casos no permite establecer una conveniencia absoluta de un sitio con respecto al otro, por lo que se ha decidido incluir los dos casos en la formulación de sistemas. Adicionalmente, la alternativa de Huaraco más bajo posibilita, por la inclusión de Matancilla, un mejor aprovechamiento del salto natural del río Varvarco.

Finalmente los lugares seleccionados que se utilizarán para la formulación de los sistemas de aprovechamiento pueden consultarse en el Cuadro IV.5.3, al que se ha denominado Segunda Selección de Sitios. El total de lugares al término de esta selección es el siguiente:

<i>río</i>	<i>cantidad de sitios de emplazamiento</i>
NEUQUEN	10
VARVARCO	3
NAHUEVE	1
CURI LEUVU	1
AGRIO	2
TOTAL	17

Cuadro IV.5.1  
**FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO**  
**PRIMERA SELECCION DE SITIOS**

río	código	sitio	eje	progresiva	caudal medio	cota río	coordenadas geográficas	
				[Km]	[m3/seg]	[m.s.n.m]	latitud	longitud
VARVARCO	01	COBUNCO	I	508,5	35,1	1.425	S 36° 41'	O 70° 38'
	02	ATREUCO		501,2	35,9	1.336	S 36° 44'	O 70° 40'
	03	MATANCILLA		489,5	44,9	1.145	S 36° 50'	O 70° 41'
NAHUEVE	04	LOS GUIONES	I	466,3	42,8	1.184	S 37° 02'	O 70° 48'
	05	IRAHUENEO		448,0	47,2	1.025	S 37° 09'	O 70° 46'
TROCOMAN	06	VILU MALLIN		438,5	30,3	1.015	S 37° 27'	O 70° 45'
REÑILEUVU	07	CHACAY MALLIN		431,5	16,5	961	S 37° 21'	O 70° 46'
CURI LEUVU	08	LA SALADA		388,0	18,0	884	S 37° 17'	O 70° 17'
AGRIO	09	LONCOPUE		345,0	23,7	920	S 38° 03'	O 70° 36'
	11	LAS LAJAS		280,5	58,1	691	S 38° 31'	O 70° 25'
NEUQUEN	12	ROBLECILLOS	I	515,4	37,5	1.254	S 36° 38'	O 70° 48'
	13	MANZANO AMARGO		505,0	39,2	1.208	S 36° 43'	O 70° 47'
	14	CURAMILEO		496,0	39,8	1.158	S 36° 48'	O 70° 45'
	15	VARVARCO	I	486,7	103,0	1.124	S 36° 51'	O 70° 41'
	16	HUARACO		484,0	103,5	1.117	S 36° 52'	O 70° 41'
	17	COLI MICHICO	I	478,0	104,5	1.088	S 36° 56'	O 70° 42'
	18	BUTA PAILAN NORTE		467,5	106,4	1.035	S 37° 01'	O 70° 41'
	19	BUTA PAILAN SUR	I	464,0	107,0	1.031	S 37° 02'	O 70° 40'
	20	MELCHAHUE		460,0	107,6	1.026	S 37° 04'	O 70° 39'
	21	CHENQUE MALAL	II	455,0	108,6	1.020	S 37° 06'	O 70° 38'
	24	GUAÑACOS		428,0	175,2	951	S 37° 18'	O 70° 41'
	25	PINI MAHUIDA		422,7	225,3	950	S 37° 21'	O 70° 41'
	26	LOS TREBOLES		407,7	226,2	893	S 37° 22'	O 70° 33'
	27	BUTALON		403,5	226,5	877	S 37° 22'	O 70° 31'
	28	LA INVERNADA		399,0	226,8	866	S 37° 22'	O 70° 28'
	30	HUITRIN		334,0	245,5	769	S 37° 39'	O 70° 01'
	31	CERRO RAYOSO		309,0	242,9	705	S 37° 47'	O 69° 51'

Cuadro IV.5.2

**FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO  
ESQUEMA ARBOREO DE LOS SITIOS**

río	tributario		código	sitio	eje	progresiva	caudal	cota		
	primer orden	segundo orden				[Km]	[m3/seg]	[m.s.n.m]		
NEUQUEN	VARVARCO		12	ROBLECILLOS	I	515,4	37,5	1.254		
			13	MANZANO AMARGO		505,0	39,2	1.208		
			14	CURAMILEO		496,0	39,8	1.158		
			01	COBUNCO	I	508,5	35,1	1.425		
			02	ATREUCO		501,2	35,9	1.336		
			03	MATANCILLA		489,5	44,9	1.145		
			desembocadura en el río Neuquén			487,0				
			15	VARVARCO	I	486,7	103,0	1.124		
			16	HUARACO		484,0	103,5	1.117		
			17	COLI MICHICO	I	478,0	104,5	1.088		
			18	BUTA PAILAN NORTE		467,5	106,4	1.035		
			19	BUTA PAILAN SUR		464,0	107,0	1.031		
			20	MELCHAHUE	I	460,0	107,6	1.026		
			21	CHENQUE MALAL	II	455,0	108,6	1.020		
			NAHUEVE		04	LOS GUIONES		466,3	42,8	1.184
					05	IRAHUENEO	I	448,0	47,2	1.025
	desembocadura en el río Neuquén					435,0				
	REÑILEUVU TROCOMAN		24	GUAÑACOS		428,0	175,2	951		
			07	CHACAY MALLIN		431,5	16,5	961		
			06	VILU MALLIN		438,5	30,3	1.015		
			desembocadura en el río Reñileuvú			425,5				
			desembocadura en el río Neuquén			423,5				
			25	PINI MAHUIDA		422,7	225,3	950		
			26	LOS TREBOLES		407,7	226,2	893		
			27	BUTALON		403,5	226,5	877		
			28	LA INVERNADA		399,0	226,8	866		
			CURI LEUVU		08	LA SALADA		388,0	18,0	884
	desembocadura en el río Neuquén					376,0				
			30	HUITRIN		334,0	245,5	769		
			31	CERRO RAYOSO	I	309,0	242,9	705		
	AGRIO		09	LONCOPUE		345,0	23,7	920		
			11	LAS LAJAS		280,5	58,1	691		
			desembocadura en el río Neuquén			210,0				

Cuadro IV.5.3  
**FORMULACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO**  
**SEGUNDA SELECCION DE SITIOS**

río	código	sitio	progresiva	caudal medio	cota río	coordenadas geográficas	
			[Km]	[m3/seg]	[m.s.n.m]	latitud	longitud
VARVARCO	01	COBUNCO	508,5	35,1	1.425	S 36° 41'	O 70° 38'
	02	ATREUCO	501,2	35,9	1.336	S 36° 44'	O 70° 40'
	03	MATANCILLA	489,5	44,9	1.145	S 36° 50'	O 70° 41'
NAHUEVE	04	LOS GUIONES	466,3	42,8	1.184	S 37° 02'	O 70° 48'
CURI LEUVU	08	LA SALADA	388,0	18,0	884	S 37° 17'	O 70° 17'
AGRIO	09	LONCOPIUE	345,0	23,7	920	S 38° 03'	O 70° 36'
	11	LAS LAJAS	280,5	58,1	691	S 38° 31'	O 70° 25'
NEUQUEN	12	ROBLECILLOS	515,4	37,5	1.254	S 36° 38'	O 70° 48'
	13	MANZANO AMARGO	505,0	39,2	1.208	S 36° 43'	O 70° 47'
	14	CURAMILEO	496,0	39,8	1.158	S 36° 48'	O 70° 45'
	16	HUARACO	484,0	103,5	1.117	S 36° 52'	O 70° 41'
	17	COLI MICHICO	478,0	104,5	1.088	S 36° 56'	O 70° 42'
	18	BUTA PAILAN NORTE	467,5	106,4	1.035	S 37° 01'	O 70° 41'
	25	PINI MAHUIDA	422,7	225,3	950	S 37° 21'	O 70° 41'
	28	LA INVERNADA	399,0	226,8	866	S 37° 22'	O 70° 28'
	30	HUITRIN	334,0	245,5	769	S 37° 39'	O 70° 01'
	31	CERRO RAYOSO	309,0	242,9	705	S 37° 47'	O 69° 51'

#### IV.6. COSTO DE LOS APROVECHAMIENTOS

La determinación de costos de construcción de los aprovechamientos, por su extensión, se ha preferido incorporar en el Anexo B con la finalidad de concentrar su tratamiento en un solo documento.

El procedimiento utilizado para el cálculo de estos costos es acorde al contenido del Manual consignado en la referencia 14. Para cada sitio, y para cinco cotas de coronamiento de presa se ha determinado el costo de construcción correspondiente. Los cinco valores de altura han sido seleccionados con la finalidad de cubrir el espectro de variaciones posibles del aprovechamiento conforme a la altura que permite alcanzar la sección y al rango de validez establecido para las expresiones de costo del citado Manual.

Con estos cinco pares de valores se determina, para cada aprovechamiento, una ecuación polinómica, cuyos coeficientes se exponen en el Cuadro IV.6.1.

El polinomio, de quinto grado, es de la siguiente forma:

$$C = \alpha h^5 + \beta h^4 + \gamma h^3 + \delta h^2 + \varepsilon h$$

donde:

C es el costo de construcción del aprovechamiento en millones de U\$S (abril de 1994)

h es la altura de la presa expresada en metros

$\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\delta$   $\varepsilon$  son coeficientes adimensionales de la expresión

Cuadro IV.6.1

**COEFICIENTES DE LAS EXPRESIONES DE COSTO DE LOS APROVECHAMIENTO**

cód.	denominación sitio	coeficientes				
		alfa [*E-09]	beta [*E-06]	gamma [*E-03]	delta	epsilon
01	COBUNCO	-1,751	0,810	-0,075	0,013	1,096
02	ATREUCO	0,182	-0,323	0,168	-0,013	1,431
03	MATANCILLA	-533,036	153,222	-16,397	0,784	-12,996
04	LOS GUIONES	907,136	-123,273	6,535	-0,147	3,001
05	IRAHUENEO	695,873	-118,317	7,416	-0,207	3,897
06	VILU MALLIN	-3,388	1,082	-0,077	0,015	0,712
07	CHACAY MALLIN	-7,293	2,751	-0,365	0,038	0,304
08	LA SALADA	-15,624	4,482	-0,430	0,053	1,417
09	LONCOPUE	72,593	-17,370	1,580	-0,063	2,839
11	LAS LAJAS	597,732	-94,781	5,815	-0,156	5,199
12	ROBLECILLOS	-274,062	65,196	-5,668	0,239	-1,536
13	MANZANO AMARGO	1.028,275	-252,018	22,707	-0,887	13,946
14	CURAMILEO	-11,708	4,037	-0,463	0,033	0,689
15	VARVARCO	-4.553,525	827,977	-55,779	1,657	-15,783
16	HUARACO	-7.059,585	1.041,321	-56,125	1,300	-8,747
17	COLI MICHICO	10.223,745	-1.530,060	85,368	-2,113	21,740
18	BUTA PAILAN NORTE	-7.877,884	1.269,577	-75,761	1,974	-15,968
19	BUTA PAILAN SUR	10.829,902	-1.701,831	99,416	-2,568	27,737
20	MELCHAHUE	3.584,449	-554,690	32,034	-0,823	10,329
21	CHENQUE MALAL	-15.443,810	1.525,143	-53,420	0,745	-0,675
24	GUAÑACOS	12,080	-5,424	1,033	-0,066	4,921
25	PINI MAHUIDA	54,503	-22,295	3,236	-0,182	7,211
26	LOS TREBOLES	86,816	-27,174	3,189	-0,169	7,447
27	BUTALON	73,254	-22,853	2,667	-0,142	7,048
28	LA INVERNADA	42,067	-15,442	2,109	-0,126	6,979
30	HUITRIN	129,726	-37,673	4,070	-0,189	8,310
31	CERRO RAYOSO	32,777	-12,662	1,887	-0,122	7,279

#### IV.7. FORMULACION Y ANALISIS DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO

Se exponen en este capítulo los distintos sistemas alternativos planteados para el aprovechamiento energético del río Neuquén. Para su formulación se ha utilizado el enfoque metodológico que a continuación se resume:

1. El planteo de los sistemas de aprovechamiento se realizó considerando el río Neuquén desde sus nacientes hasta la cola del embalse del aprovechamiento Chihuido I, incluyéndose sus afluentes de primer orden y todos los ríos y arroyos de régimen permanente con un caudal medio anual igual o mayor a  $1\text{m}^3/\text{seg}$ .
2. Los sitios de aprovechamiento se individualizaron y seleccionaron en una zona de la cuenca capaz de aportar una energía media anual, medida en términos de potencia media, igual a 50 MW. o mayor, quedando el remanente de posibilidades de aprovechamiento para ser considerado en un análisis más específico.
3. Los sistemas de aprovechamientos se conformaron utilizando todas las combinaciones posibles de alturas de los sitios seleccionados, con el objetivo de maximizar la producción energética.
4. En esta etapa de los estudios no se concretó tarea alguna de optimización de algunos parámetros de los aprovechamientos, en el entendimiento de que la información que se posee no es adecuada para este cometido y su realización puede inducir a errores en la interpretación de los resultados.
5. Se tuvieron en cuenta las restricciones que imponen los asentamientos poblacionales. En este sentido, las únicas localidades que han condicionado a los sistemas fueron las localidades de Andacollo (1.070 m.s.n.m), limitando la altura de Pini Mahuida y La Invernada y Chos Malal (830 m.s.n.m), limitando el nivel del embalse de Huitrín y Cerro Rayoso.
6. En primer lugar se han planteado todos los sistemas de aprovechamiento en el curso principal. La adición de los subsistemas correspondientes a los afluentes conforman el espectro de alternativas de aprovechamiento.

En los Cuadros denominados IV.7.1 al IV.7.4 pueden observarse las características principales de los sistemas de aprovechamiento en el curso principal del río.

El Cuadro IV.7.1 muestra como se conforman los 24 sistemas, numerados correlativamente del 1 al 24. Para cada aprovechamiento se muestra el valor del nivel máximo normal del embalse (NMN), la cota de restitución (CR) y el salto bruto (H). La última columna del cuadro representa, para cada sistema, el grado de utilización del salto disponible ( $H_u/H_d$ ) representado por la sumatoria del salto bruto de todos los aprovechamientos que constituyen el sistema y la totalidad del desnivel disponible entre los extremos del tramo.

El Cuadro IV.7.2, también referido al curso principal, muestra la cota de coronamiento de la presa (CC) y el costo de construcción de cada aprovechamiento integrante de los 24 sistemas. En la columna ubicada a la derecha del cuadro, se expone el costo total de construcción del sistema.

El Cuadro IV.7.3 está referido a la producción energética de los sistema y de sus aprovechamientos integrantes. Para cada uno de ellos se expone el salto, el caudal módulo y la energía media anual generada (EMA) individual y del sistema, en la última columna.

Completa la serie de cuadros del curso principal el IV.7.4, referido al costo medio de generación (CMG) de cada uno de los aprovechamientos componentes y del conjunto, en la última columna.

Los cuadros siguientes, numerados IV.7.5 a IV.7.8, muestran todas estas características en subsistemas que forman los afluentes Varvarco, Nahueve, Curi Leuvú y Agrio, respectivamente.

Solamente el río Varvarco se caracteriza por detentar alternativas de aprovechamiento. En el cuadro respectivo pueden computarse 4, pero dos de ellas se hallan incluidas en las 24 que corresponden al curso principal<sup>(11)</sup>. Los tributarios restantes aportan al conjunto sólo una alternativa de aprovechamiento.

Los gráficos que siguen a esta página representan de modo esquemático los 48 sistemas de aprovechamiento que se han formulado. Para su identificación se ha utilizado numeración romana correlativa.

Con la finalidad de evaluar el espectro de posibilidades de aprovechamiento de la cuenca es importante consultar el Cuadro IV.7.9. En él se expone, para cada uno de los sistemas de aprovechamiento el costo de construcción, la producción energética y el costo medio de generación de todos los sistemas. Para individualizar los aprovechamientos integrantes de cada uno y sus características más sobresalientes deben consultarse los gráficos señalados precedentemente.

---

(11) Corresponden a la inclusión de Matancilla congruente con Huaraco con cota 1.145 m.s.n.m.



Cuadro IV.7.1

SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL

aprovech.	12		13		14		16		17		18		25		28		30		31		Hd/H [%]
	ROBLECILLOS		MANZANO AMARGO		CURAMILEO		HUARACO		COLI MICHICO		BUTA PAILAN NORTE		PINI MAHUIDA		LA INVERNADA		HUITRIN		CERRO RAYOSO		
CR [msnm]	1.254		1.208		1.158		1.117		1.088		1.035		950		866		769		705		
SISTEMA	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	NMN [msnm]	H [m]	
	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	51	769	64	
1	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	51	769	64	91
2	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	51	769	64	91
3	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	51	769	64	93
4	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	51	769	64	93
5	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	51	769	64	88
6	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	51	769	64	88
7	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	51	769	64	90
8	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	51	769	64	90
9	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	1.035	169	820	51	769	64	91
10	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	1.035	169	820	51	769	64	91
11	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	1.035	169	820	51	769	64	93
12	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	1.035	169	820	51	769	64	93
13	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	115	820	115	91
14	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	115	820	115	91
15	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	115	820	115	93
16	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	85	950	84	820	115	820	115	93
17	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	115	820	115	88
18	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	115	820	115	88
19	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	115	820	115	90
20	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	115	820	115	90
21	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.070	120	950	84	820	115	820	115	91
22	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.145	28	1.117	29	1.088	53	1.035	169	1.035	169	820	115	820	115	91
23	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	169	1.035	169	820	115	820	115	93
24	1.327	73	1.254	46	1.208	50	1.158	41	1.117	29	1.088	53	1.035	169	1.035	169	820	115	820	115	93

COSTO DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL

aprov.	12		13		14		16		17		18		25		28		30		31		COSTO TOTAL	
	ROBLECILLOS		MANZANO AMARGO		CURAMILEO		HUARACO		COLI MICHICO		BUTA PAILAN NORTE		PINI MAHUIDA		LA INVERNADA		HUITRIN		CERRO RAYOSO			
SIST.	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]	CC [msnm]	costo [mill. US\$]
1	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.017,25
2	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.082,36
3	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30	1.035	377,64	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.041,32
4	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.106,43
5	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.090,09
6	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.155,20
7	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.114,15
8	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	287,74	774	304,01		2.179,26
9	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	287,74	774	304,01		2.338,21
10	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	287,74	774	304,01		2.403,32
11	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	287,74	774	304,01		2.362,27
12	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	287,74	774	304,01		2.427,38
13	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	562,82	825	562,82		1.988,33
14	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.053,44
15	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.012,40
16	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30	1.038	377,64	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.077,51
17	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.061,16
18	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.126,27
19	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30	1.073	579,77	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.085,23
20	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39			1.073	579,77	955	379,24	825	562,82	825	562,82		2.150,34
21	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	562,82	825	562,82		2.309,28
22	1.330	255,80			1.257	214,52	1.148	65,73	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	562,82	825	562,82		2.374,39
23	1.330	255,80	1.257	63,37	1.211	86,04	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	562,82	825	562,82		2.374,39
24	1.330	255,80			1.257	214,52	1.161	89,80	1.120	68,39	1.093	129,30			1.040	1.077,84	825	562,82	825	562,82		2.333,35
																						2.398,46

Cuadro IV.7.3

PRODUCCION DE ENERGIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL

aprovech.	12		13		14		16		17		18		25		28		30		31		ENERGIA TOTAL
	ROBLECILLOS		MANZANO AMARGO		CURAMILEO		HUARACO		COLI MICHICO		BUTA PAILAN NORTE		PINI MAHUIDA		LA INVERNADA		HUITRIN		CERRO RAYOSO		
Q [m3/seg]	37,5		39,2		39,8		103,5		104,5		106,4		225,3		226,8		245,5		242,9		
SISTEMA	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	H [m]	EMA [GWh]	
1	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.208,00
2	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.210,03
3	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.307,01
4	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.309,04
5	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.373,29
6	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.375,33
7	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.472,30
8	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86	51	921,31	64	1.143,91	6.474,33
9	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42	51	921,31	64	1.143,91	6.217,38
10	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42	51	921,31	64	1.143,91	6.219,42
11	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42	51	921,31	64	1.143,91	6.316,39
12	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42	51	921,31	64	1.143,91	6.318,42
13	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86			115	2.055,46	6.198,25
14	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86			115	2.055,46	6.200,28
15	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86			115	2.055,46	6.297,25
16	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00	53	414,95	85	1.409,17	84	1.401,86			115	2.055,46	6.299,28
17	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86			115	2.055,46	6.363,54
18	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86			115	2.055,46	6.365,57
19	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86			115	2.055,46	6.462,54
20	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00			120	1.989,42	84	1.401,86			115	2.055,46	6.464,58
21	73	201,44	46	132,69	50	146,43	28	213,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42			115	2.055,46	6.207,63
22	73	201,44			96	281,15	28	213,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42			115	2.055,46	6.209,66
23	73	201,44	46	132,69	50	146,43	41	312,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42			115	2.055,46	6.306,63
24	73	201,44			96	281,15	41	312,25	29	223,00	53	414,95			169	2.820,42			115	2.055,46	6.308,67

Cuadro IV.7.4

COSTO MEDIO DE GENERACION DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL CURSO PRINCIPAL

aprov.	12		13		14		16		17		18		25		28		30		31		CMG DEL SISTEMA [U\$S/KWh]	
	ROBLECILLOS		MANZANO AMARGO		CURAMILEO		HUARACO		COLI MICHICO		BUTA PAILAN NORTE		PINI MAHUIDA		LA INVERNADA		HUITRIN		CERRO RAYOSO			
SIST.	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	CMG [U\$S/KWh]
1	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,027	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,033	
2	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,027	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,034	
3	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,027	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,033	
4	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,027	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,034	
5	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031			1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,033	
6	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031			1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,034	
7	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031			1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,033	
8	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031			1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,034	
9	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,033	
10	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,029	950	0,027	820	0,032	769	0,027	0,034	
11	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	1.035	0,039	820	0,032	769	0,027	0,038	
12	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	1.035	0,039	820	0,032	769	0,027	0,039	
13	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	1.035	0,039	820	0,032	769	0,027	0,039	
14	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,032	
15	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,033	
16	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.035	0,039	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,032	
17	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031			1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,033	
18	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031			1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,033	
19	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031			1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,034	
20	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,033	
21	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,034	
22	1.327	0,128			1.254	0,077	1.145	0,031	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,038	
23	1.327	0,128	1.254	0,048	1.208	0,059	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,039	
24	1.327	0,128			1.254	0,077	1.158	0,029	1.117	0,031	1.088	0,031	1.070	0,031	950	0,027	820	0,032	820	0,028	0,037	
																					0,038	

**Cuadro IV.7.5**  
**SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO VARVARCO**

aprovech.	01										02					03					ENERGIA TOTAL [GWh]	COSTO TOTAL [mill.U\$S]	Hu/Hd [%]	CMG DEL SISTEMA [U\$S/KWh]
	COBUNCO			Q [m3/seg]			Q [m3/seg]			Q [m3/seg]			MATANCILLA			Q [m3/seg]								
	NMN [msnm]	H [m]	CR [msnm]	costo [mill.U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	H [m]	CR [msnm]	costo [mill.U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	H [m]	CR [msnm]	costo [mill.U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]						
1	1.607	182	730,27	502,21	0,147	1.425	89	129,29	256,72	0,051	1.230	85	128,83	248,93	0,052	77	988,38	1.007,87	0,099					
2						1.547	211	757,37	608,63	0,126	1.230	85	128,83	248,93	0,052	64	886,20	857,56	0,104					
3	1.607	182	730,27	502,21	0,147	1.425	89	129,29	256,72	0,051						60	859,56	758,93	0,114					
4						1.547	211	757,37	608,63	0,126						47	757,37	608,63	0,126					

**Cuadro IV.7.8**  
**SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO AGRIO**

	09		11											ENERGIA TOTAL [GWh]	COSTO TOTAL [mill. U\$S]	CMG DEL SISTEMA [U\$S/KWh]
	LONCOPUE		LAS LAJAS		Q [m3/seg] CR [msnm]		Q [m3/seg] CR [msnm]		H		CMG		Hu/Hd			
aprovech.	NMN [msnm]	H [m]	costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	NMN [msnm]	H [m]	costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]						
SISTEMA																
1	962	42	90,09	73,25	0,124	740	49	209,77	209,49	0,101	34	299,86	282,73	0,107		

Cuadro IV.7.6

**SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO NAHUEVE**

aprovech.	<b>04</b>					Hu/Hd	COSTO TOTAL	ENERGIA TOTAL	CMG DEL SISTEMA
	<b>LOS GUIONES</b>		Q [m3/seg]		42,8				
			CR [msnm]		1.184				
<b>SISTEMA</b>	NMN [msnm]	H [m]	costo [mill.U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	[%]	[mill.U\$S]	[GWh]	[U\$S/KWh]
<b>1</b>	1.226	42	95,08	132,27	0,072		<b>95,08</b>	<b>132,27</b>	<b>0,072</b>

Cuadro IV.7.7

**SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO EN EL RIO CURI LEUVU**

aprovech.	<b>08</b>					Hu/Hd	COSTO TOTAL	ENERGIA TOTAL	CMG DEL SISTEMA
	<b>LA SALADA</b>		Q [m3/seg]		18,0				
			CR [msnm]		884				
<b>SISTEMA</b>	NMN [msnm]	H [m]	costo [mill.U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	[%]	[mill.U\$S]	[GWh]	[U\$S/KWh]
<b>1</b>	997	113	690,01	149,67	0,465	68	<b>690,01</b>	<b>149,67</b>	<b>0,465</b>

Cuadro IV.7.9

## SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO. SINTESIS DE LOS INDICADORES ECONOMICOS

SIST.	SISTEMA CURSO PRINCIPAL				SUBSISTEMA RIO VARVARCO				SUBSISTEMA RIO NAHUEVE				SUBSISTEMA RIO CURI LEUV				SUBSISTEMA RIO AGRIO				TOTALES			
	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]		Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]		Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]		Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]		Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]		Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	
I	2.017,25	6.208,00	0,033		988,38	1.007,87	0,099		95,08	132,27	0,072		690,01	149,67	0,465		299,86	282,73	0,107		4.090,59	7.780,54	0,053	
II	2.082,36	6.210,03	0,034		988,38	1.007,87	0,099										4.155,70	7.782,57			4.155,70	7.782,57	0,054	
III	2.041,32	6.307,01	0,033		859,56	758,93	0,114										3.985,83	7.630,62			3.985,83	7.630,62	0,053	
IV	2.106,43	6.309,04	0,034		859,56	758,93	0,114										4.050,94	7.632,65			4.050,94	7.632,65	0,054	
V	2.090,09	6.373,29	0,033		988,38	1.007,87	0,099										4.163,42	7.945,84			4.163,42	7.945,84	0,053	
VI	2.155,20	6.375,33	0,034		988,38	1.007,87	0,099										4.228,53	7.947,87			4.228,53	7.947,87	0,054	
VII	2.114,15	6.472,30	0,033		859,56	758,93	0,114										4.058,66	7.795,91			4.058,66	7.795,91	0,053	
VIII	2.179,26	6.474,33	0,034		859,56	758,93	0,114										4.123,77	7.797,94			4.123,77	7.797,94	0,053	
IX	2.338,21	6.217,38	0,038		988,38	1.007,87	0,099										4.411,54	7.789,93			4.411,54	7.789,93	0,057	
X	2.403,32	6.219,42	0,039		988,38	1.007,87	0,099										4.476,65	7.791,96			4.476,65	7.791,96	0,058	
XI	2.362,27	6.316,39	0,038		859,56	758,93	0,114										4.306,78	7.640,00			4.306,78	7.640,00	0,057	
XII	2.427,38	6.318,42	0,039		859,56	758,93	0,114										4.371,89	7.642,03			4.371,89	7.642,03	0,058	
XIII	1.988,33	6.198,25	0,032		988,38	1.007,87	0,099										4.061,67	7.770,79			4.061,67	7.770,79	0,053	
XIV	2.053,44	6.200,28	0,033		988,38	1.007,87	0,099										4.126,78	7.772,82			4.126,78	7.772,82	0,054	
XV	2.012,40	6.297,25	0,032		859,56	758,93	0,114										3.956,91	7.620,86			3.956,91	7.620,86	0,052	
XVI	2.077,51	6.299,28	0,033		859,56	758,93	0,114										4.022,02	7.622,89			4.022,02	7.622,89	0,053	
XVII	2.061,16	6.363,54	0,033		988,38	1.007,87	0,099										4.134,50	7.936,08			4.134,50	7.936,08	0,053	
XVIII	2.126,27	6.365,57	0,034		988,38	1.007,87	0,099										4.199,61	7.938,11			4.199,61	7.938,11	0,053	
XIX	2.085,23	6.462,54	0,033		859,56	758,93	0,114										4.029,74	7.786,15			4.029,74	7.786,15	0,052	
XX	2.150,34	6.464,58	0,034		859,56	758,93	0,114										4.094,85	7.788,18			4.094,85	7.788,18	0,053	
XXI	2.309,28	6.207,63	0,038		988,38	1.007,87	0,099										4.382,62	7.780,17			4.382,62	7.780,17	0,057	
XXII	2.374,39	6.209,66	0,039		859,56	758,93	0,114										4.318,90	7.533,27			4.318,90	7.533,27	0,058	
XXIII	2.333,35	6.306,63	0,037		859,56	758,93	0,114										4.277,86	7.630,24			4.277,86	7.630,24	0,057	
XXIV	2.398,46	6.308,67	0,038		859,56	758,93	0,114										4.342,97	7.632,27			4.342,97	7.632,27	0,057	

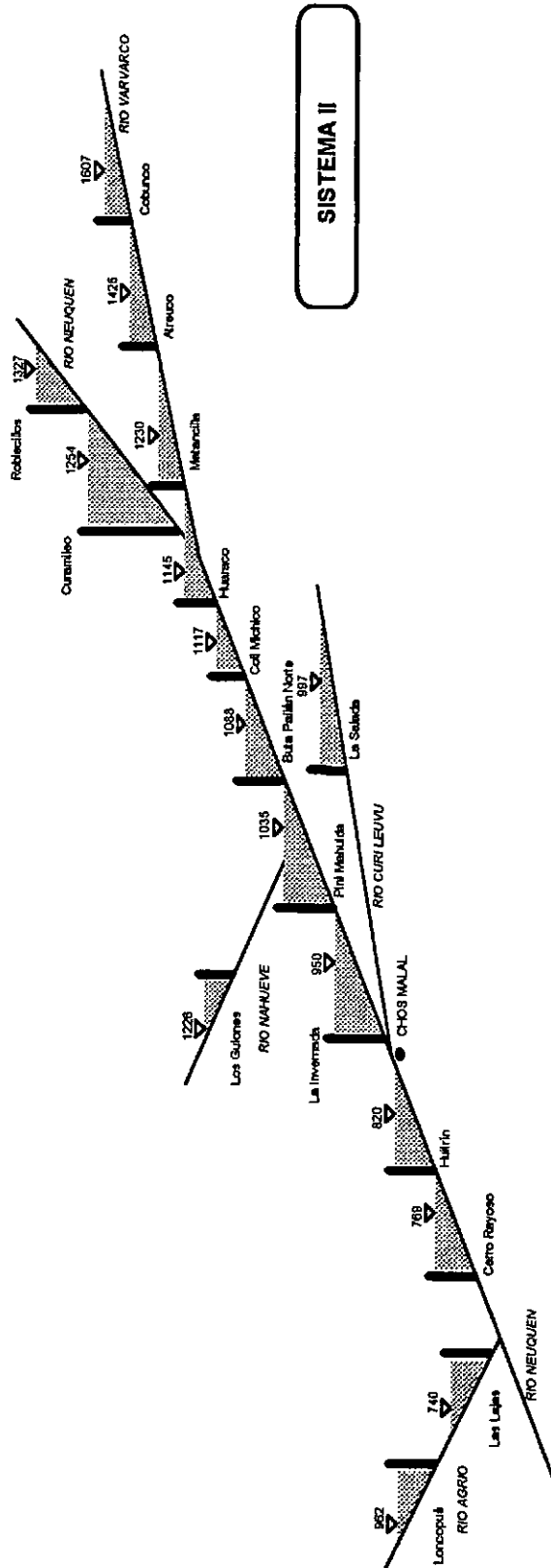
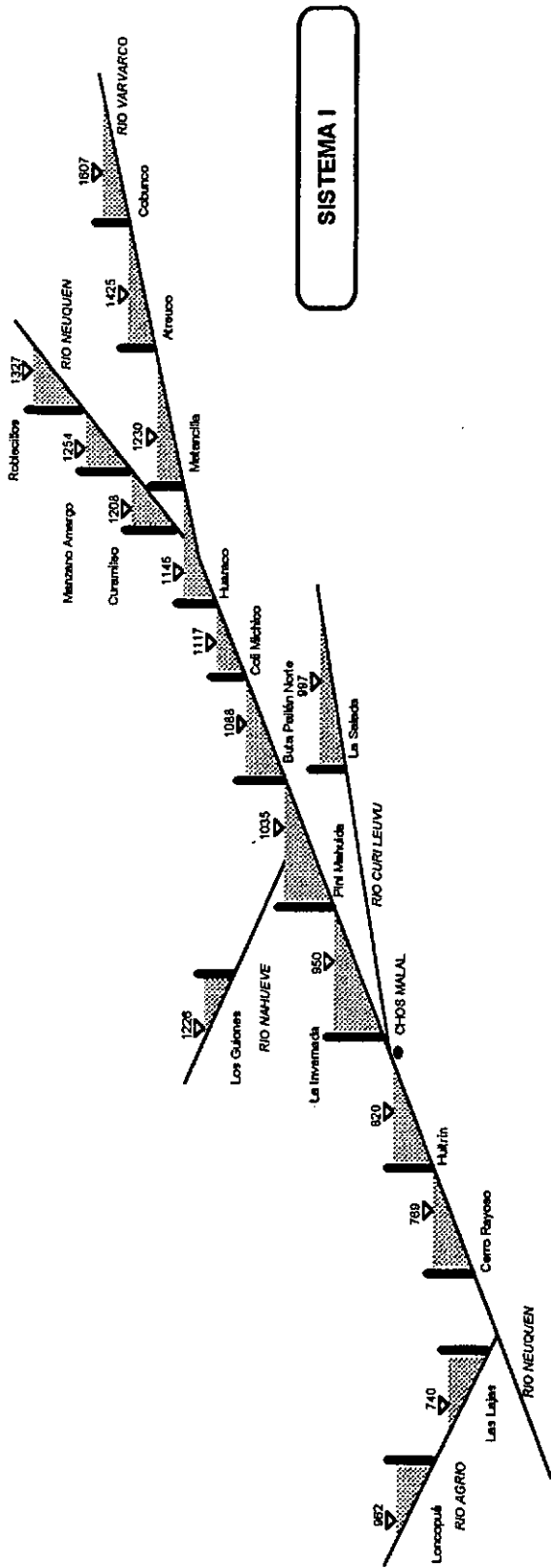
(continúa en la página siguiente)

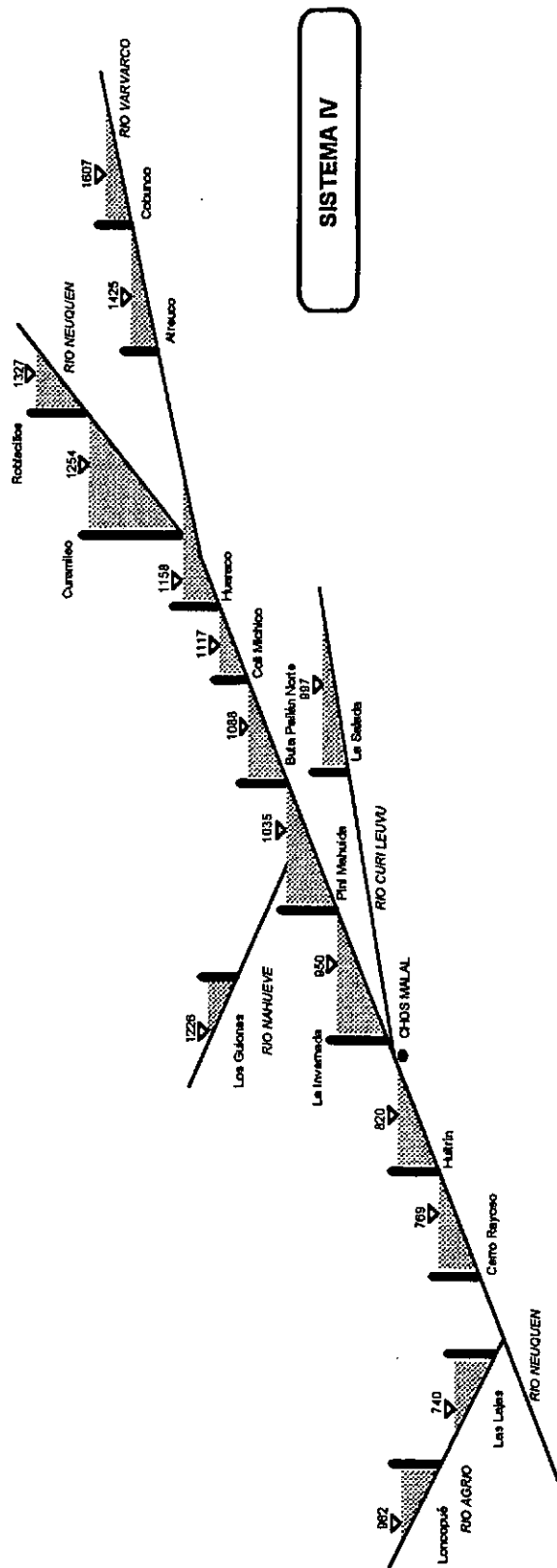
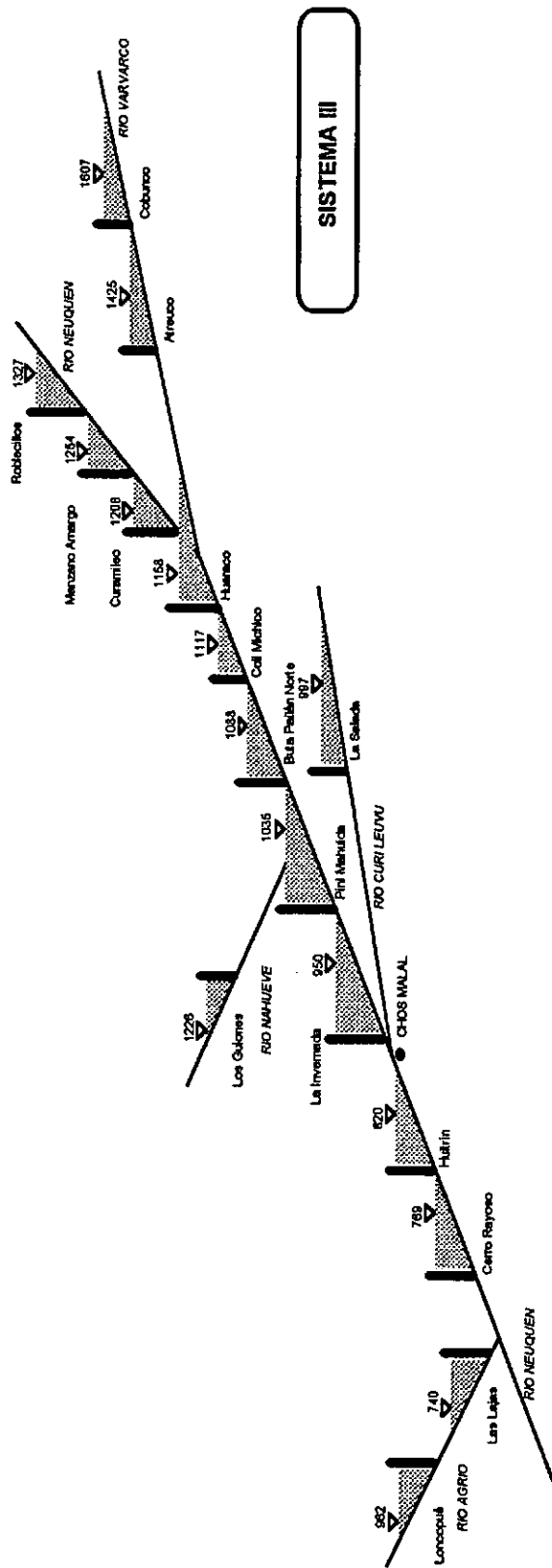
Cuadro IV.7.9

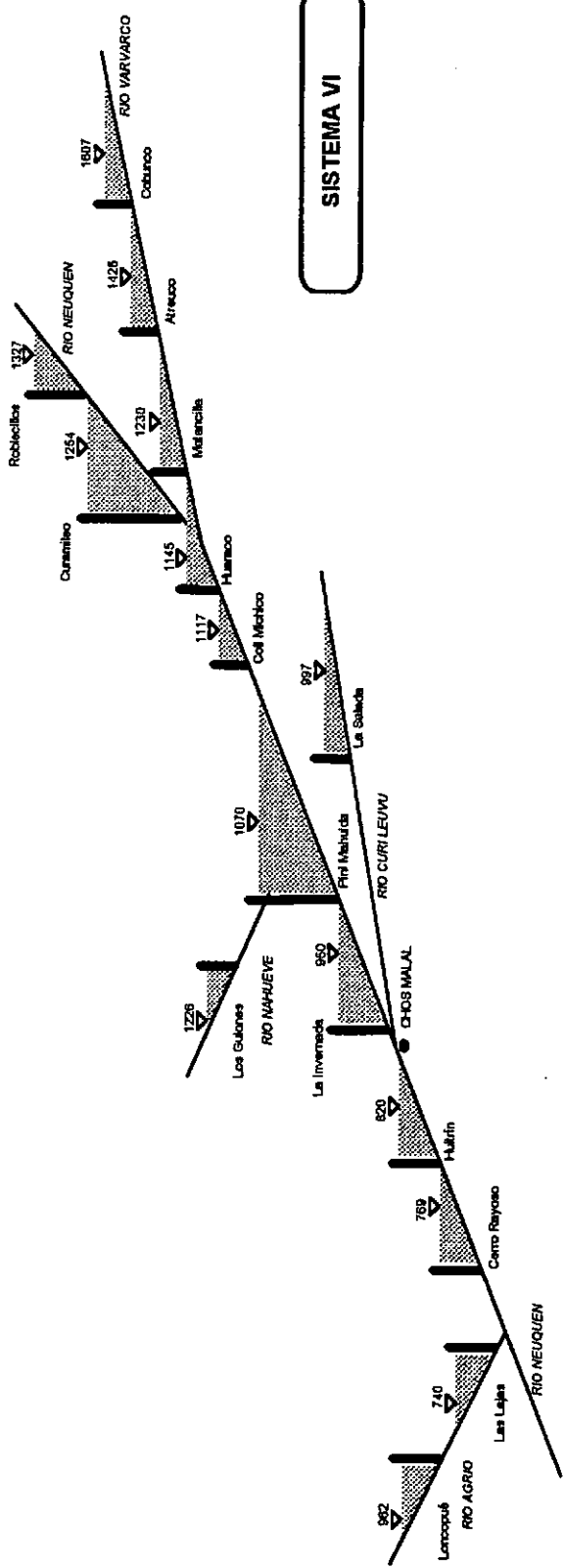
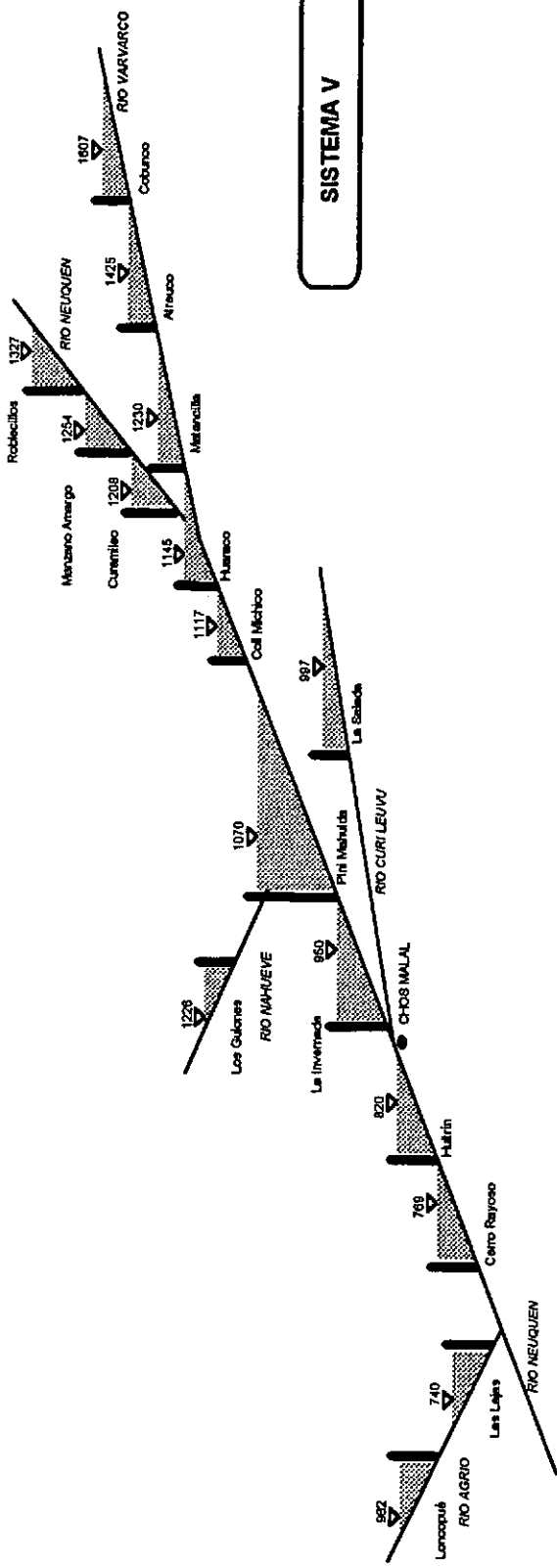
(continuación)

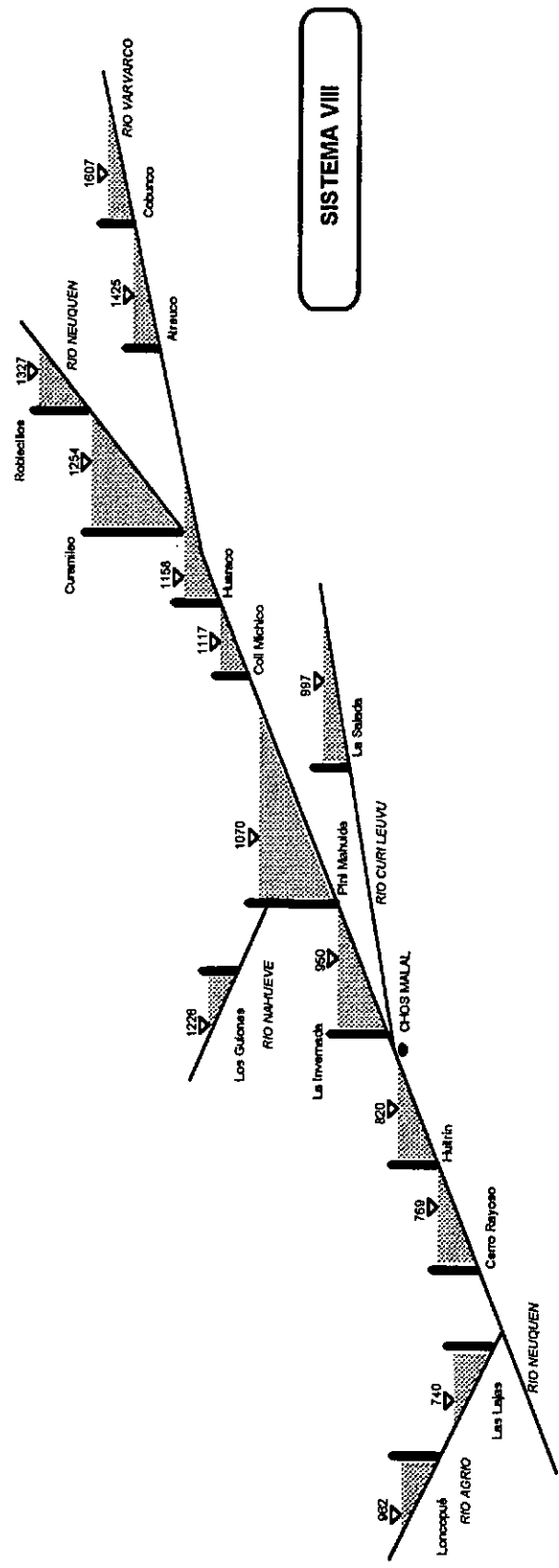
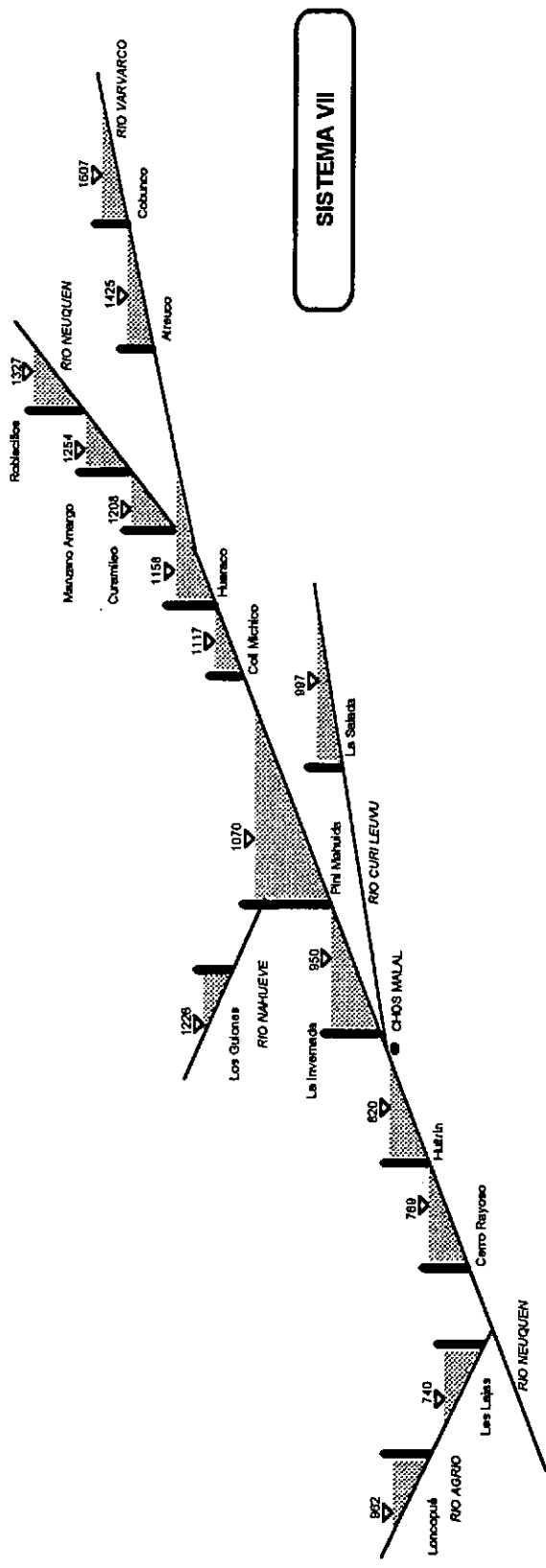
SIST.	SISTEMA CURSO PRINCIPAL			SUBSISTEMA RIO VARVARCO			SUBSISTEMA RIO NAHUEVE			SUBSISTEMA RIO CURI LEUV			SUBSISTEMA RIO AGRIO			TOTALES		
	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]	Costo [mill. U\$S]	EMA [GWh]	CMG [U\$S/KWh]
XXV	2.017,25	6.208,00	0,033	886,20	248,93	0,052	95,08	132,27	0,072	690,01	149,67	0,465	299,86	282,73	0,107	3.988,40	7.021,61	0,057
XXVI	2.082,36	6.210,03	0,034	886,20	248,93	0,052										4.053,51	7.023,64	0,058
XXVII	2.041,32	6.307,01	0,033	757,37	608,63	0,126										3.883,64	7.480,31	0,052
XXVIII	2.106,43	6.309,04	0,034	757,37	608,63	0,126										3.948,75	7.482,34	0,053
XXIX	2.090,09	6.373,29	0,033	886,20	248,93	0,052										4.061,24	7.186,91	0,057
XXX	2.155,20	6.375,33	0,034	886,20	248,93	0,052										4.126,35	7.188,94	0,058
XXXI	2.114,15	6.472,30	0,033	757,37	608,63	0,126										3.956,48	7.645,61	0,052
XXXII	2.179,26	6.474,33	0,034	757,37	608,63	0,126										4.021,59	7.647,64	0,053
XXXIII	2.338,21	6.217,38	0,038	886,20	248,93	0,052										4.309,36	7.031,00	0,062
XXXIV	2.403,32	6.219,42	0,039	886,20	248,93	0,052										4.374,47	7.033,03	0,063
XXXV	2.362,27	6.316,39	0,038	757,37	608,63	0,126										4.204,60	7.489,70	0,057
XXXVI	2.427,38	6.318,42	0,039	757,37	608,63	0,126										4.269,71	7.491,73	0,057
XXXVII	1.988,33	6.198,25	0,032	886,20	248,93	0,052										3.959,48	7.011,86	0,057
XXXVIII	2.053,44	6.200,28	0,033	886,20	248,93	0,052										4.024,59	7.013,89	0,058
XXXIX	2.012,40	6.297,25	0,032	757,37	608,63	0,126										3.854,72	7.470,56	0,052
XL	2.077,51	6.299,28	0,033	757,37	608,63	0,126										3.919,83	7.472,59	0,053
XLI	2.061,16	6.363,54	0,033	886,20	248,93	0,052										4.032,31	7.177,15	0,057
XLII	2.126,27	6.365,57	0,034	886,20	248,93	0,052										4.097,42	7.179,18	0,058
XLIII	2.085,23	6.462,54	0,033	757,37	608,63	0,126										3.927,55	7.635,85	0,052
XLIV	2.150,34	6.464,58	0,034	757,37	608,63	0,126										3.992,67	7.637,88	0,053
XLV	2.309,28	6.207,63	0,038	886,20	248,93	0,052										4.280,43	7.021,24	0,061
XLVI	2.374,39	6.209,66	0,039	886,20	248,93	0,052										4.345,54	7.023,27	0,062
XLVII	2.333,35	6.306,63	0,037	757,37	608,63	0,126										4.175,67	7.479,94	0,056
XLVIII	2.398,46	6.308,67	0,038	757,37	608,63	0,126										4.240,79	7.481,97	0,057

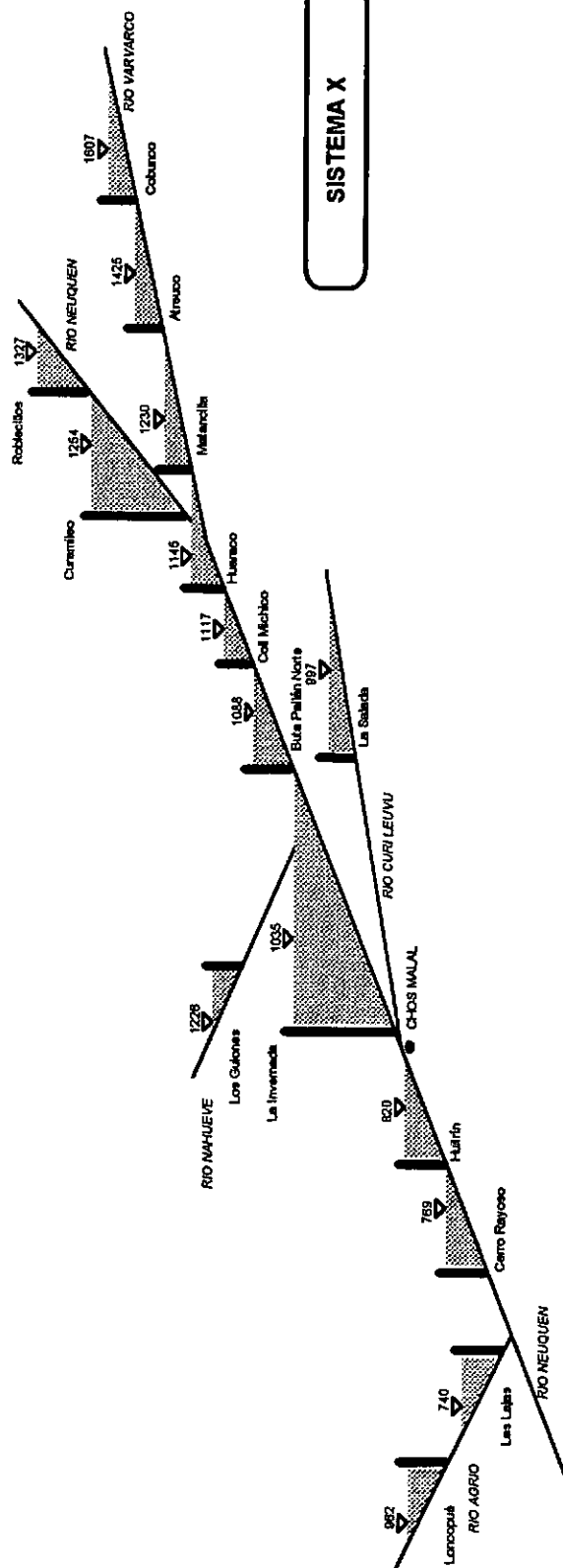
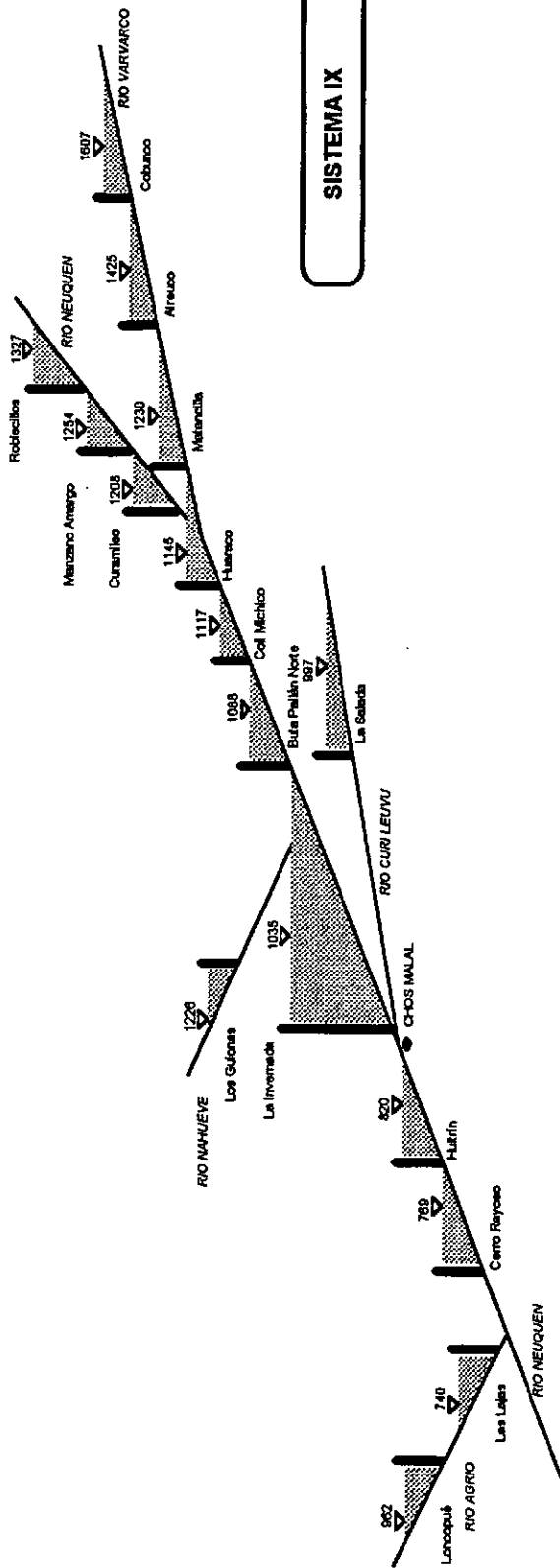


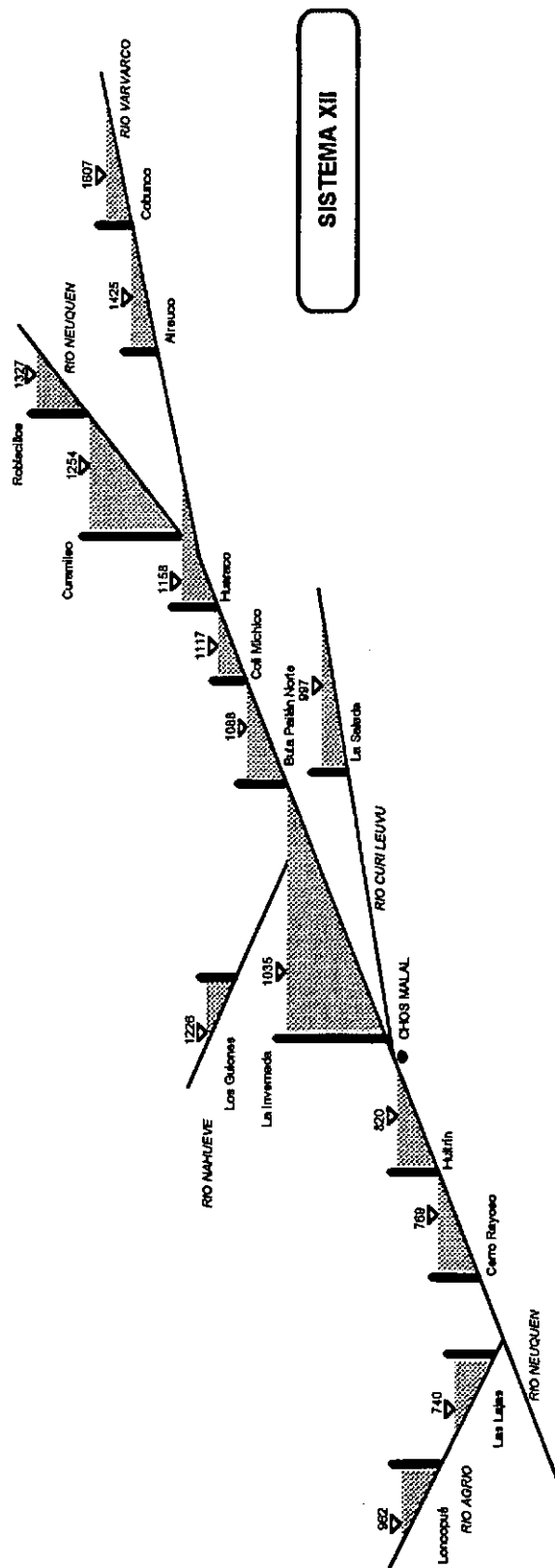
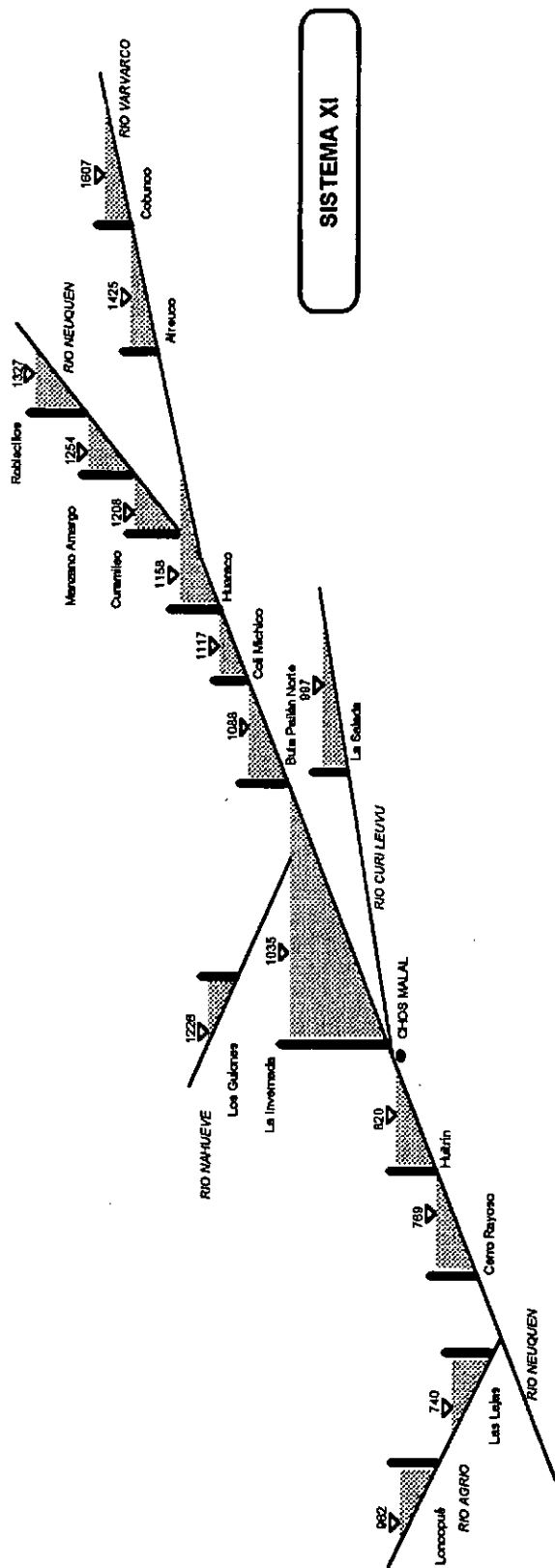


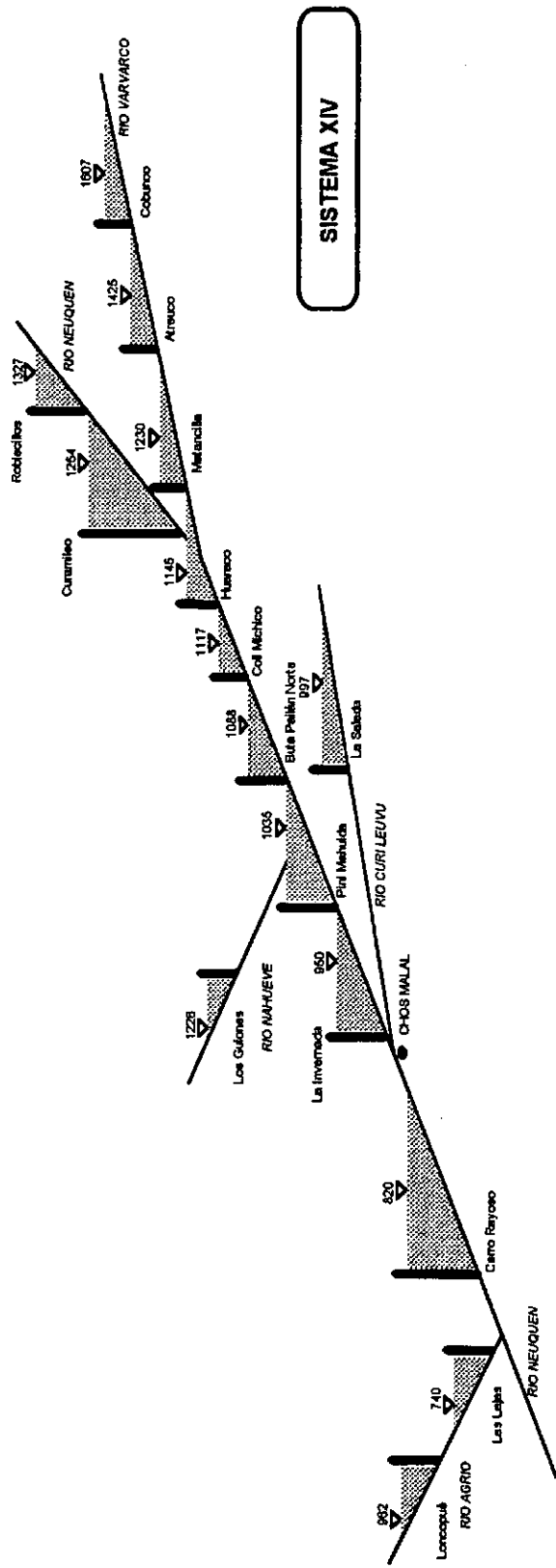
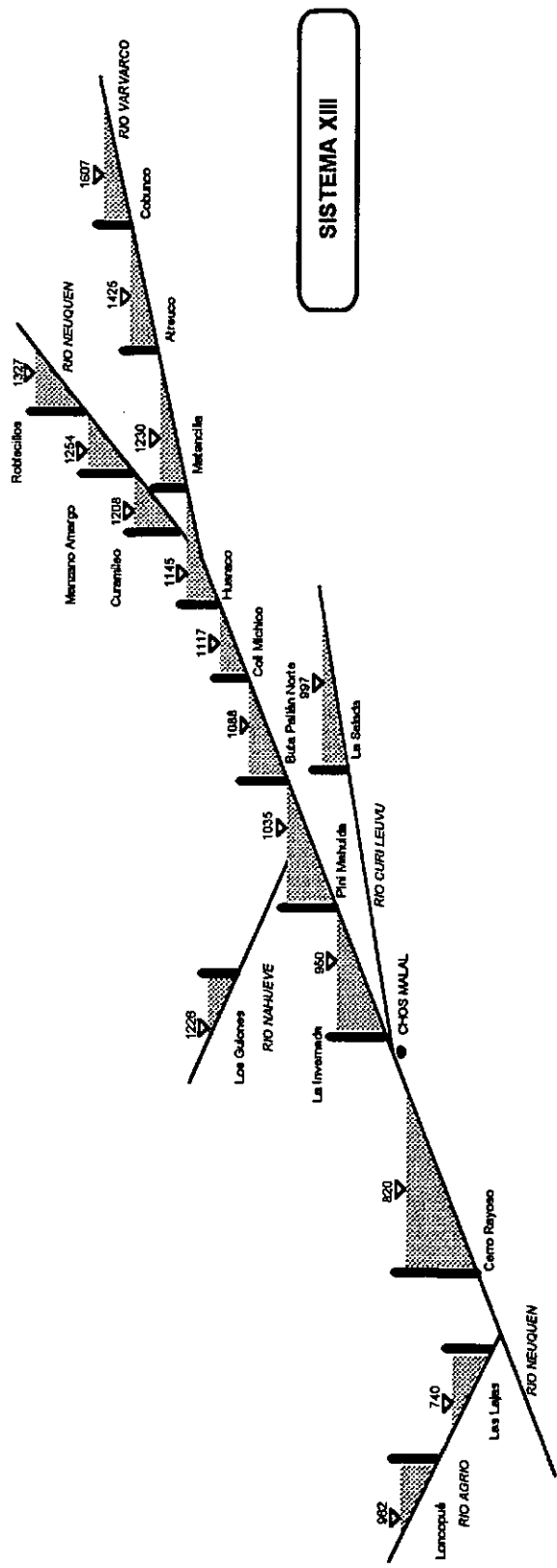


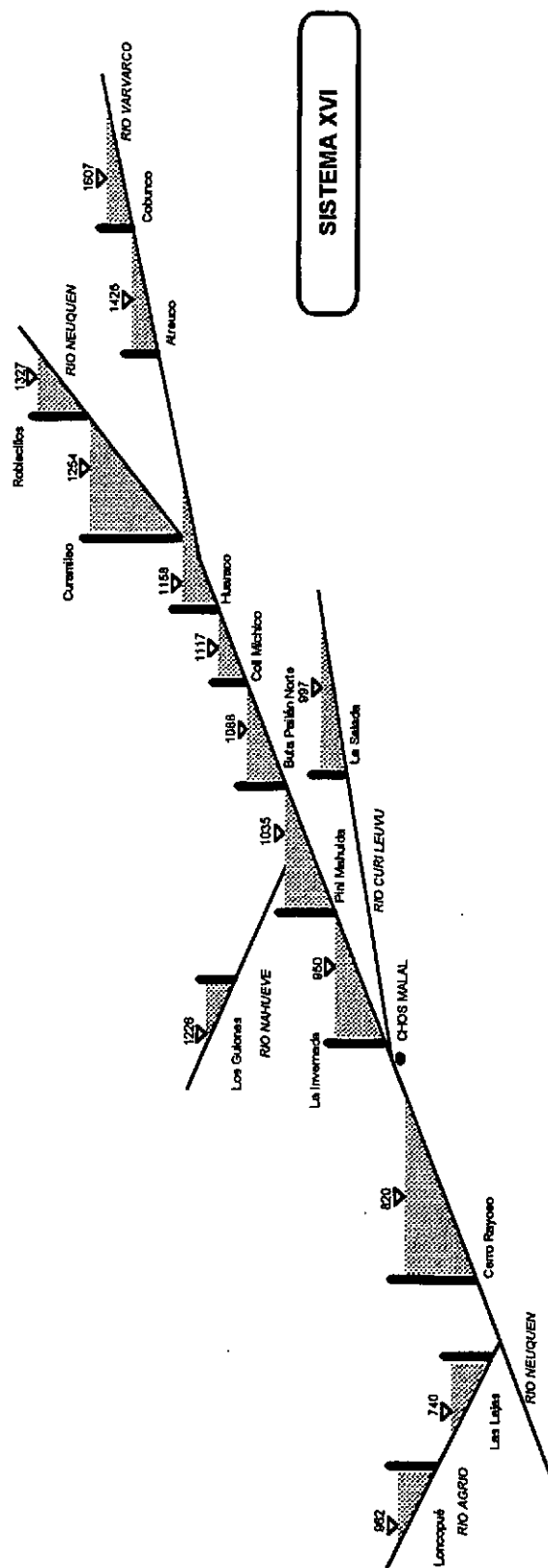
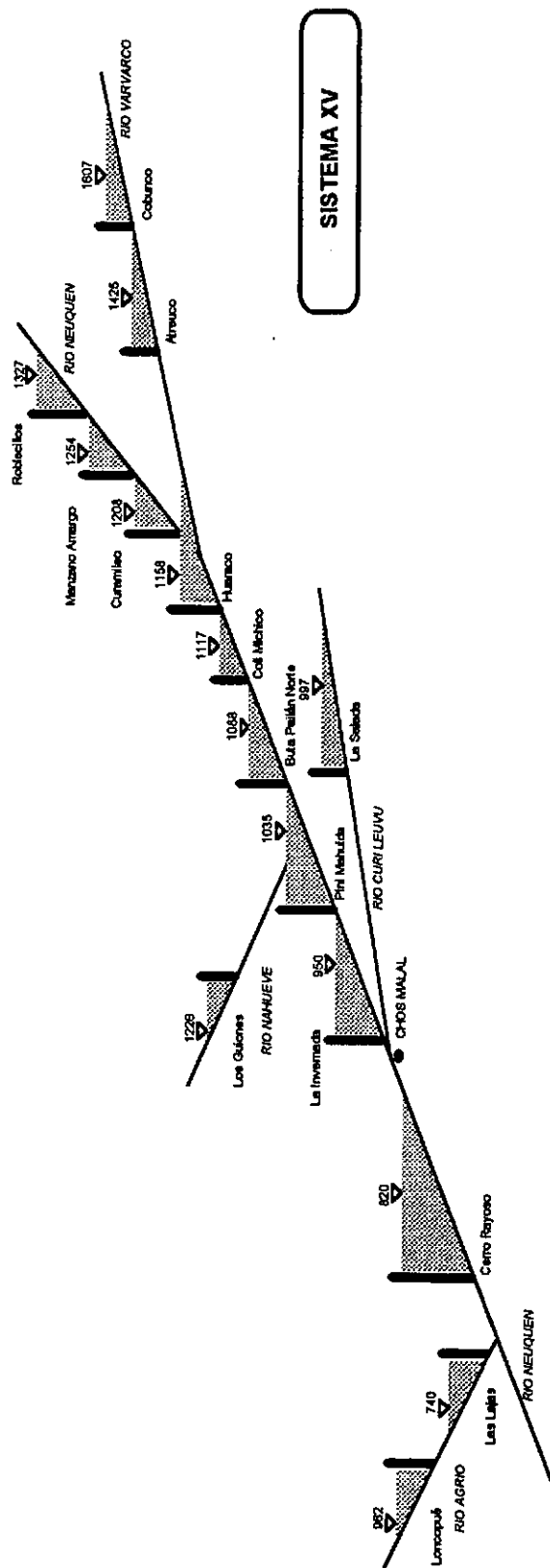




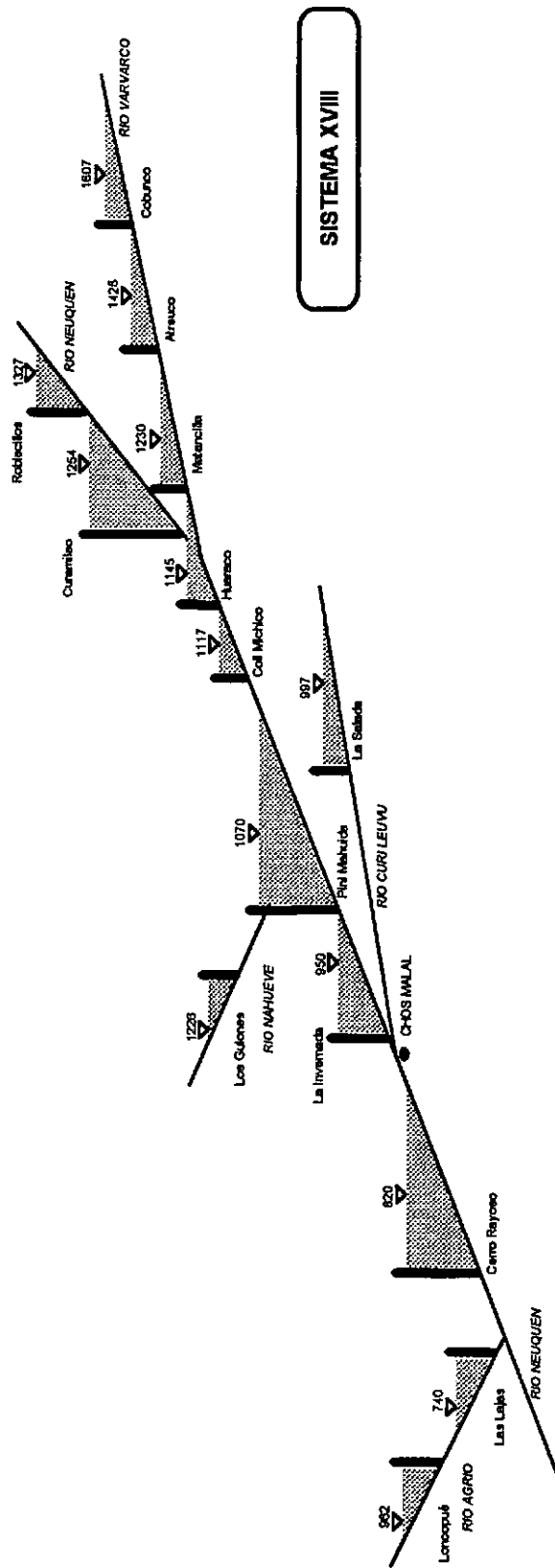
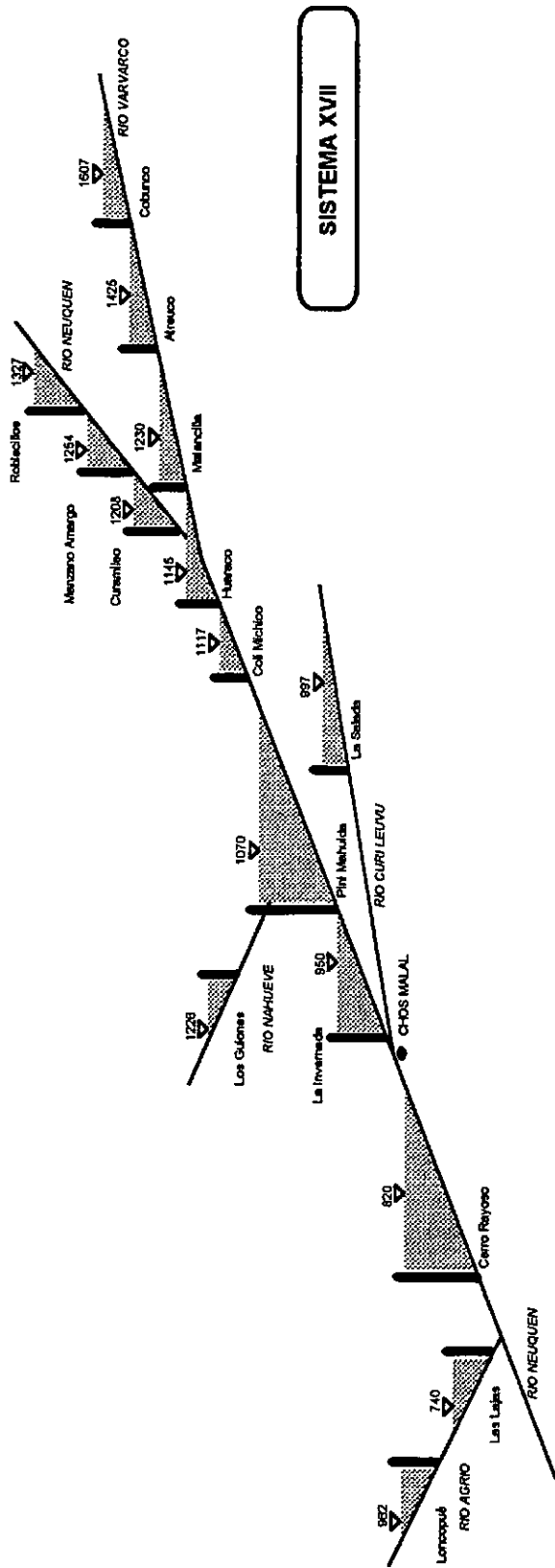


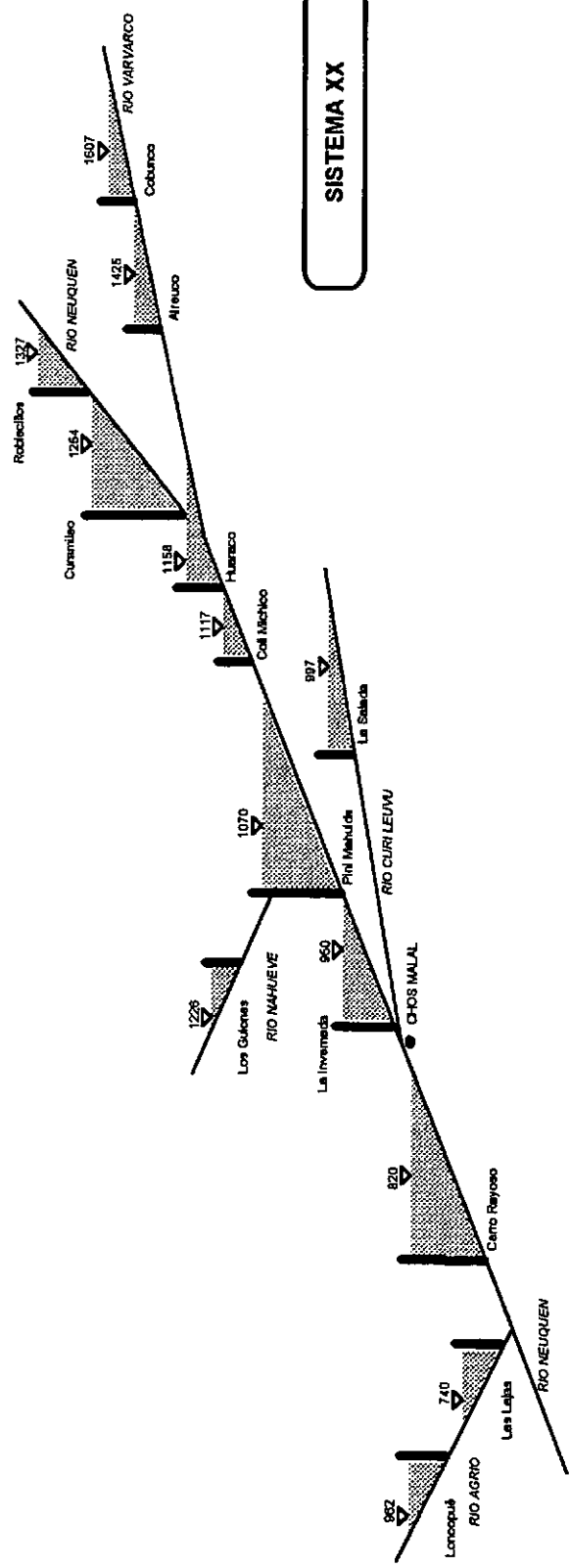
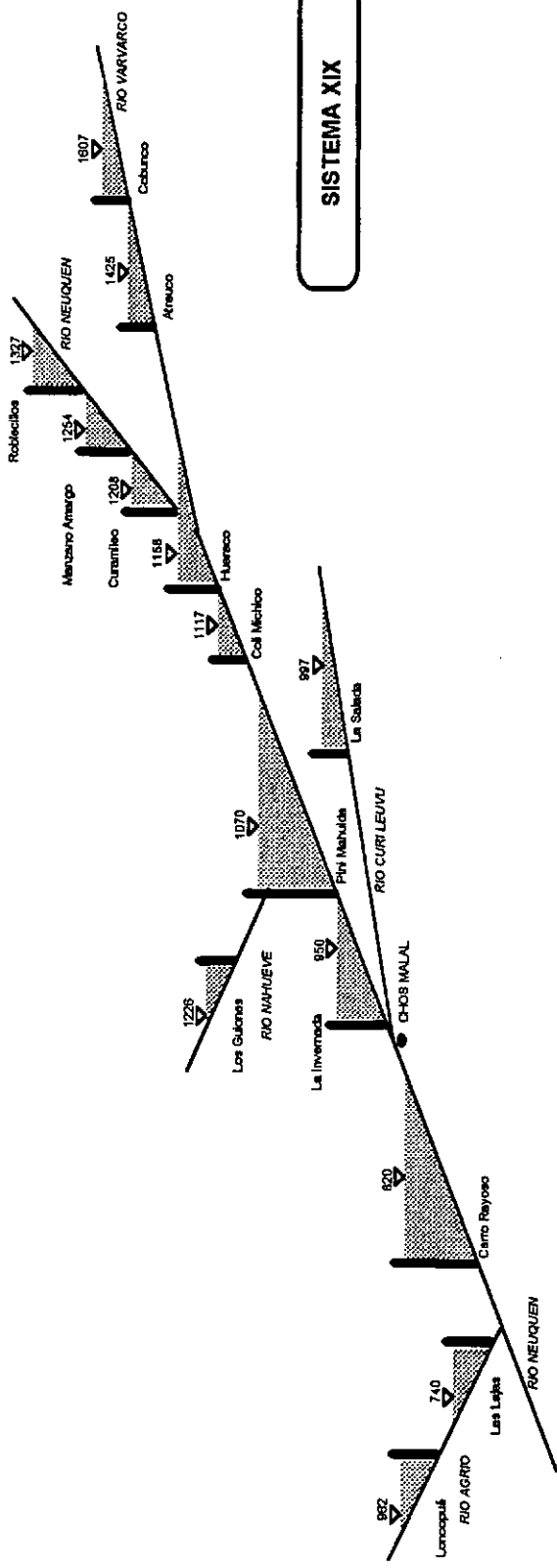


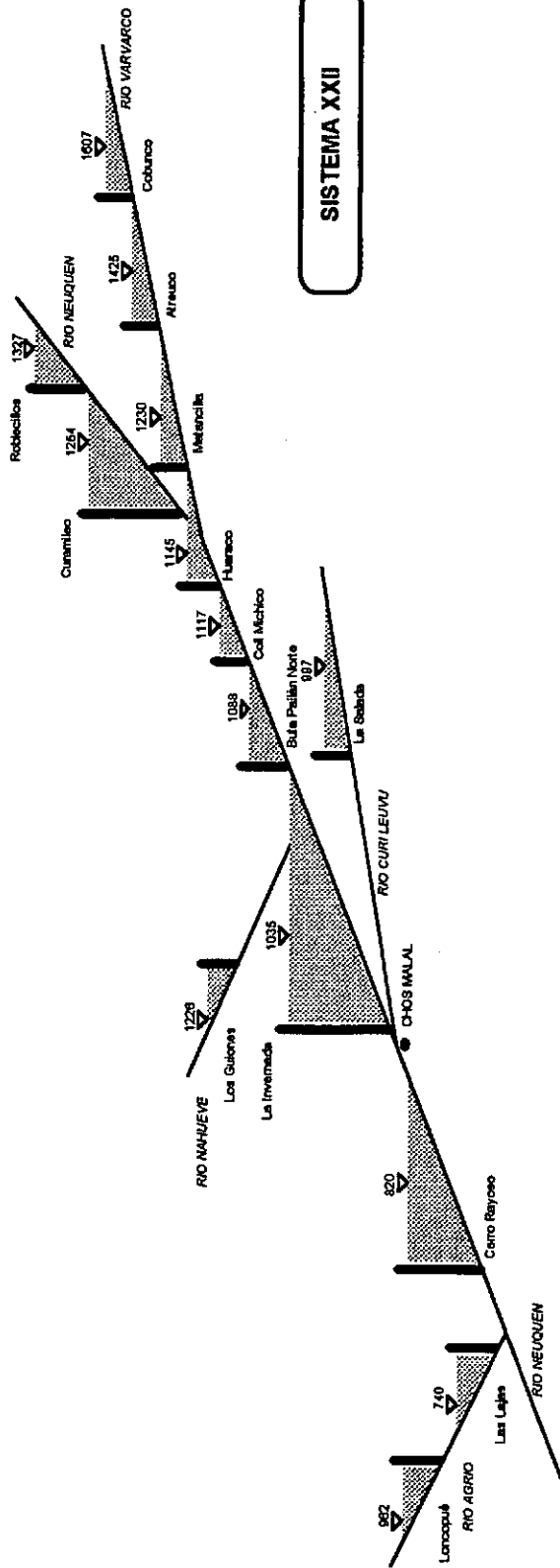
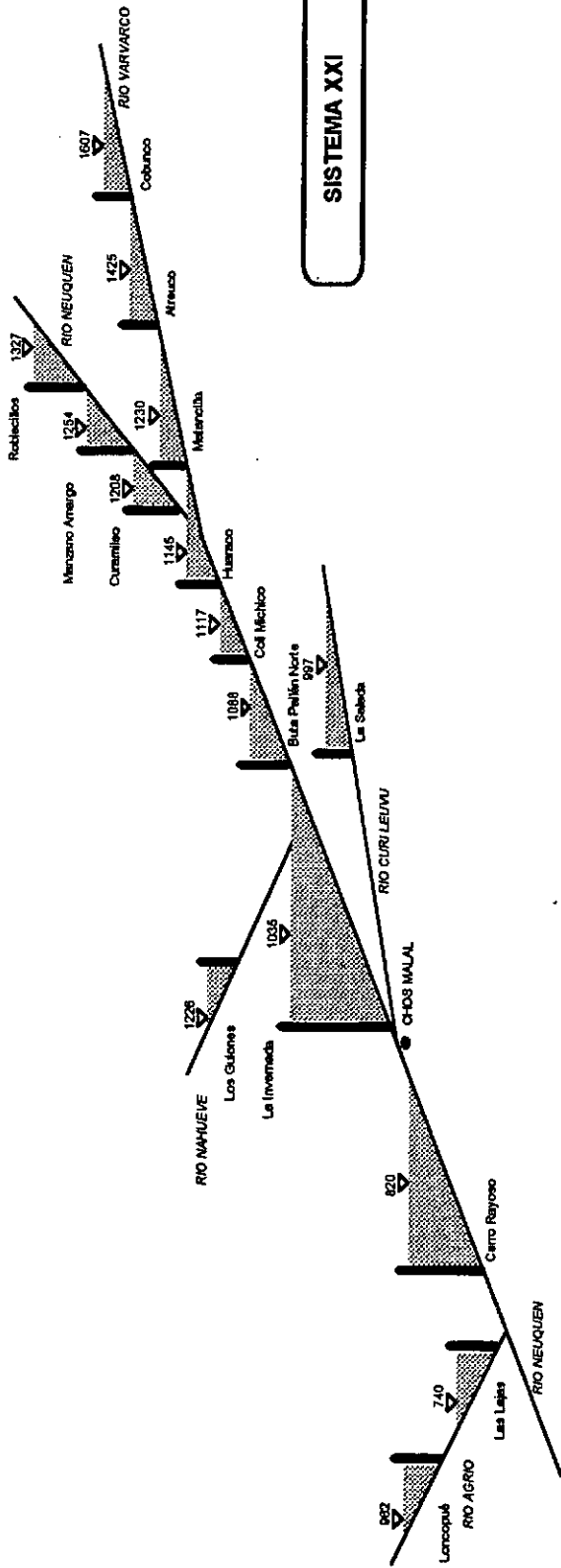


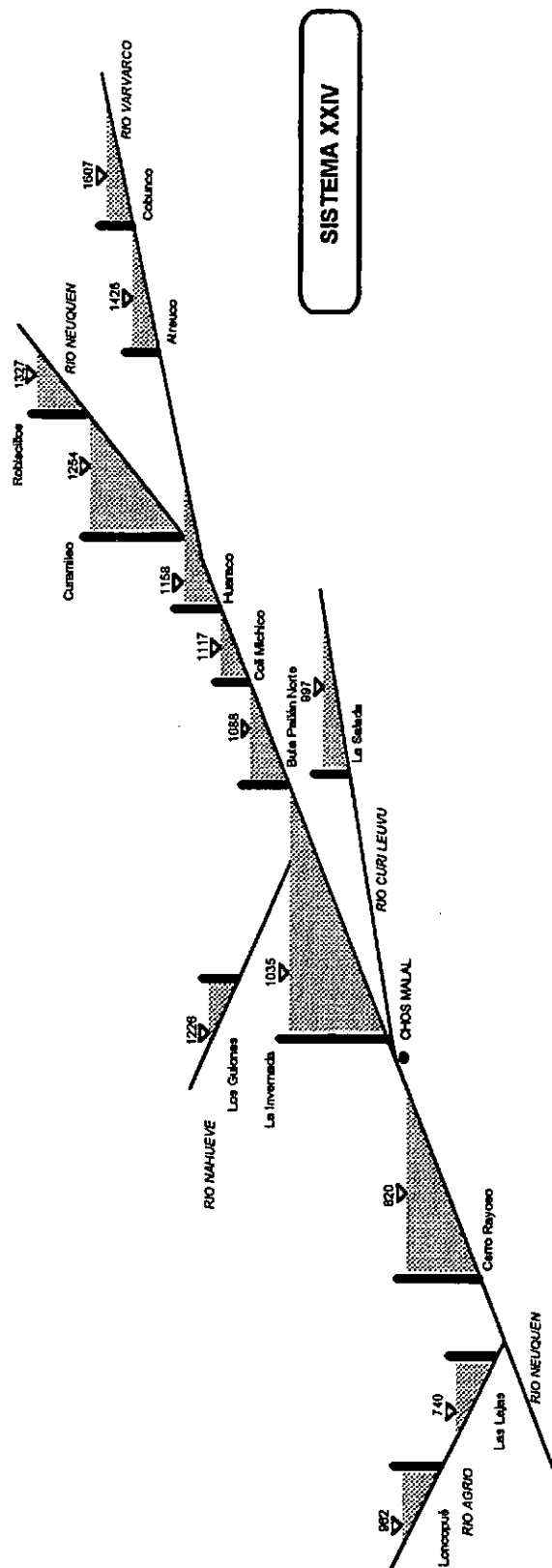
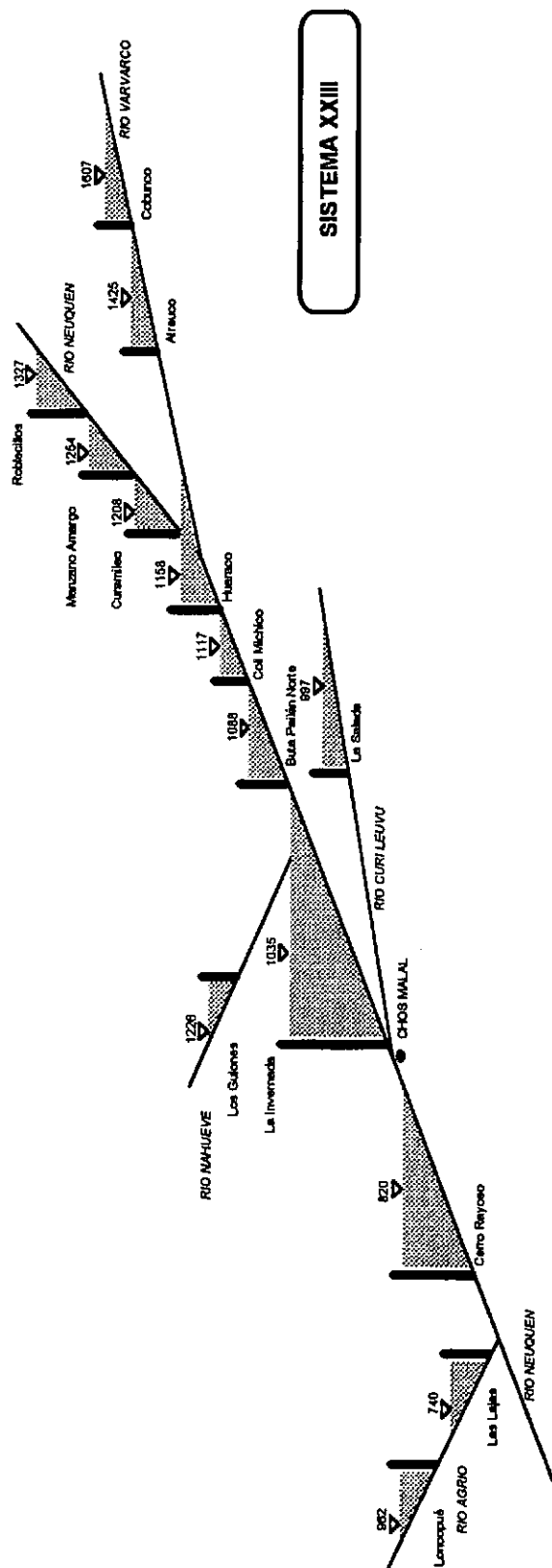


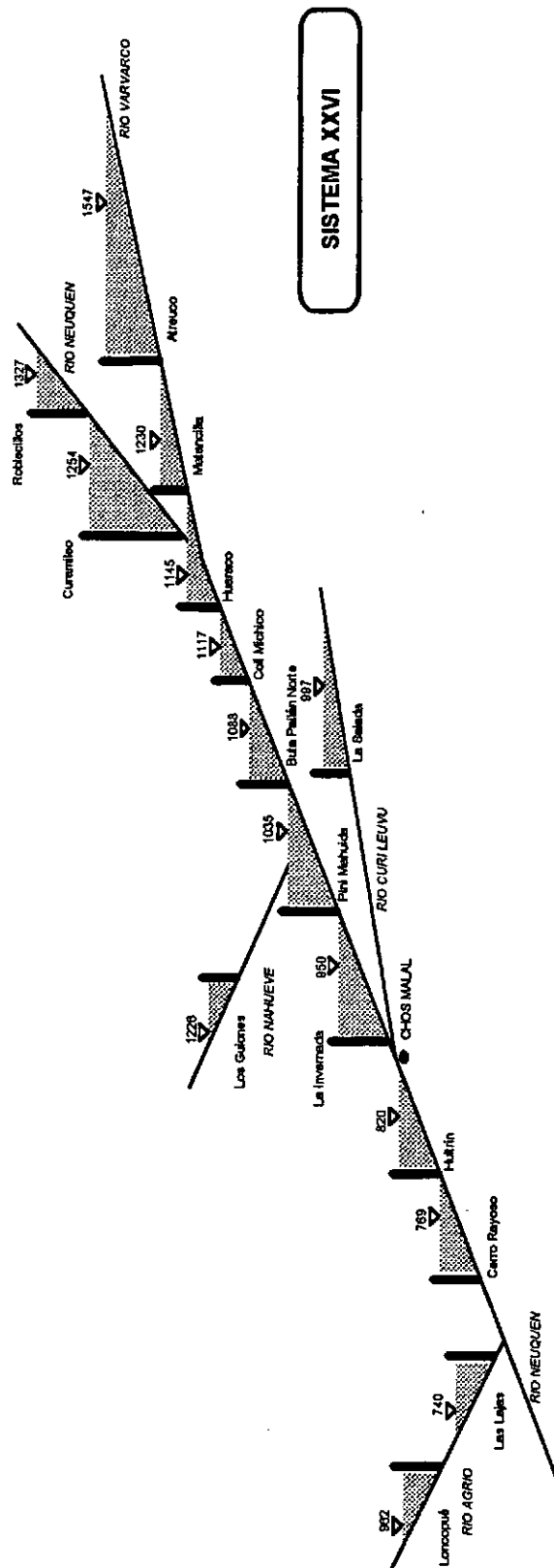
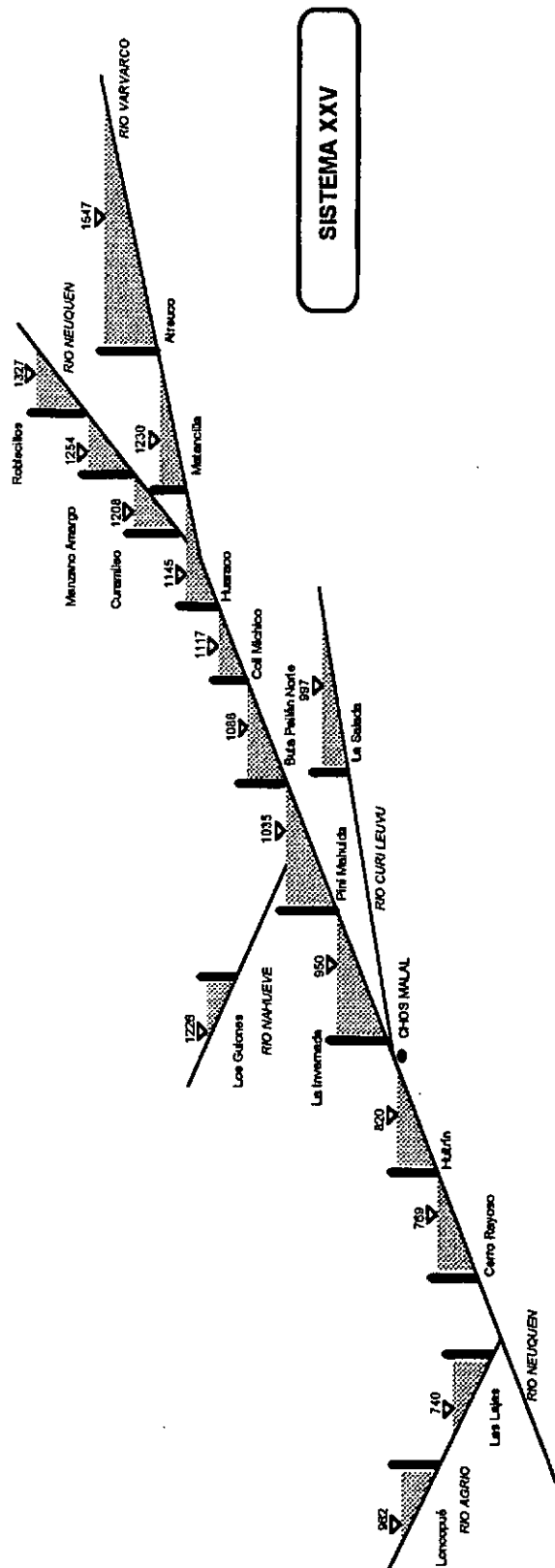


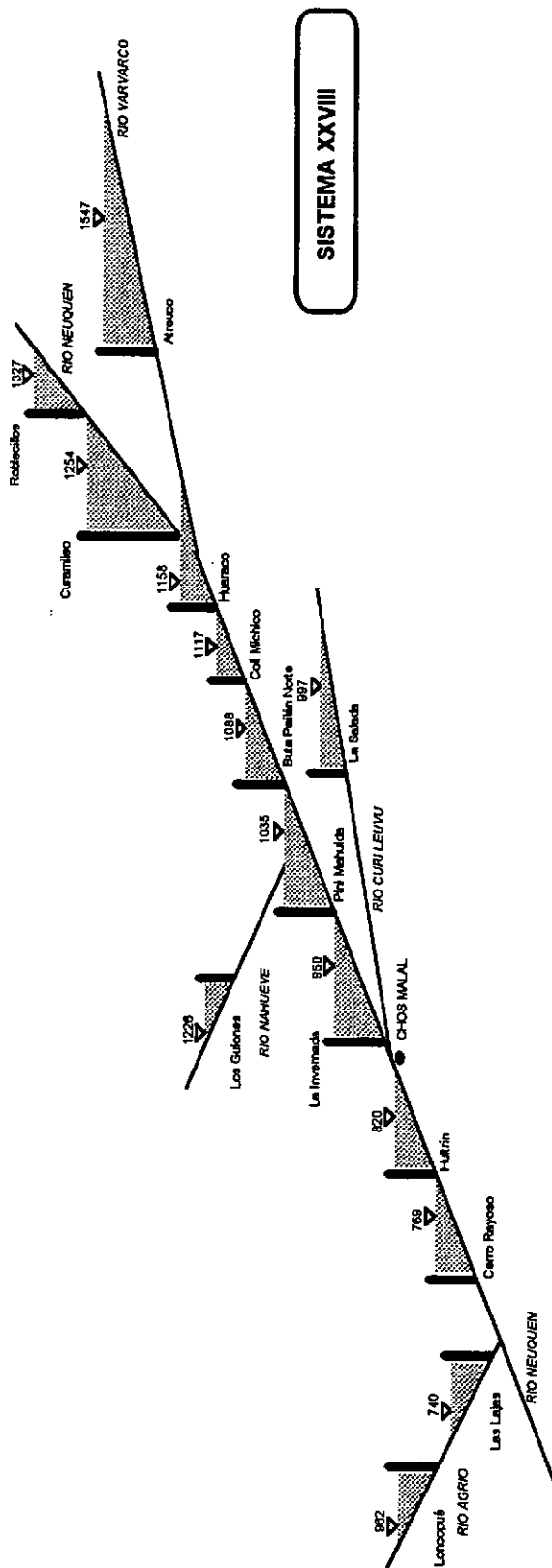
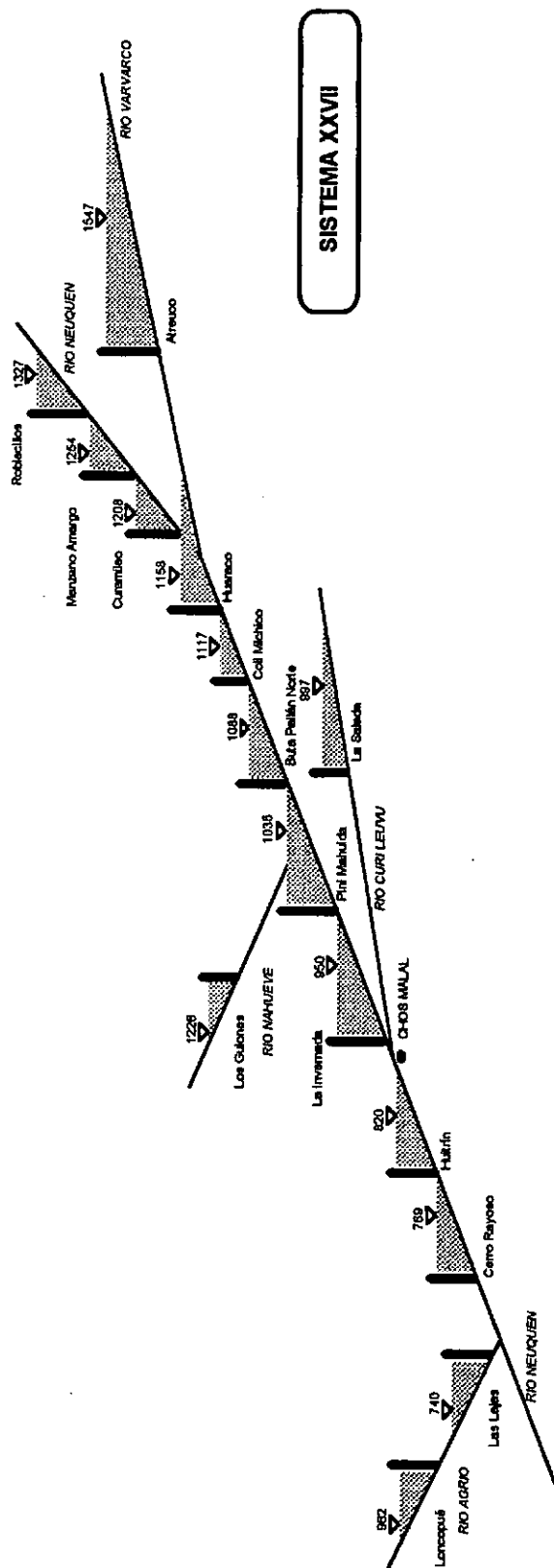


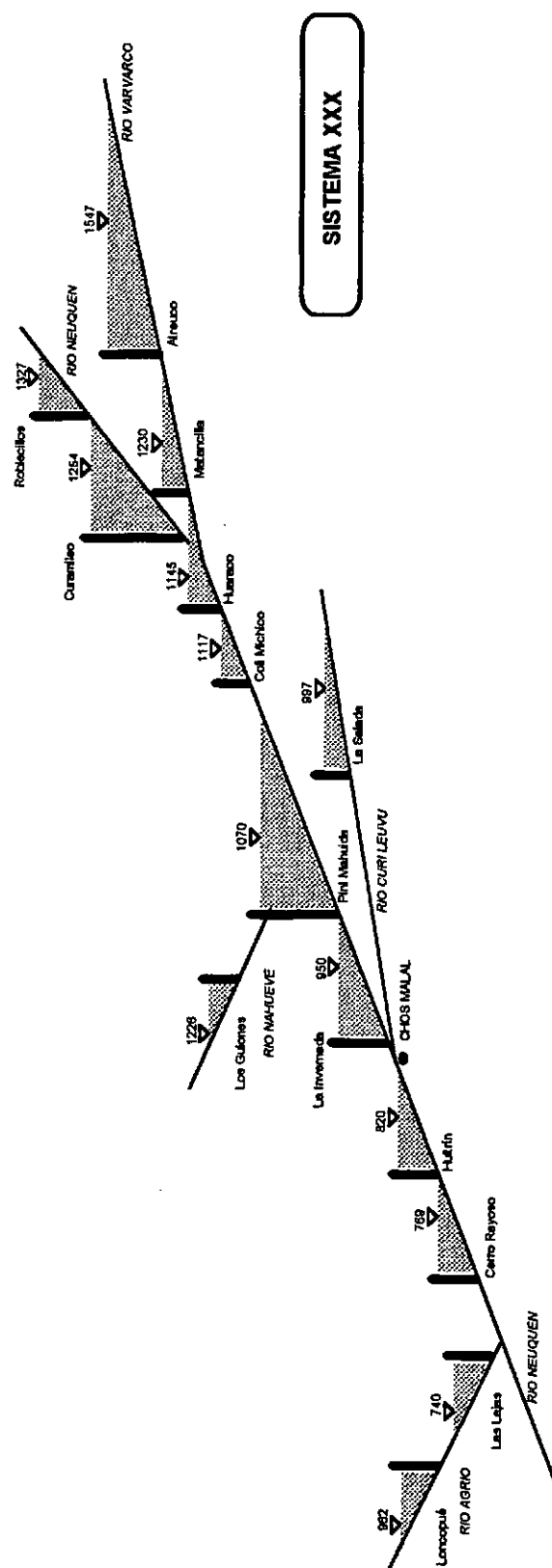
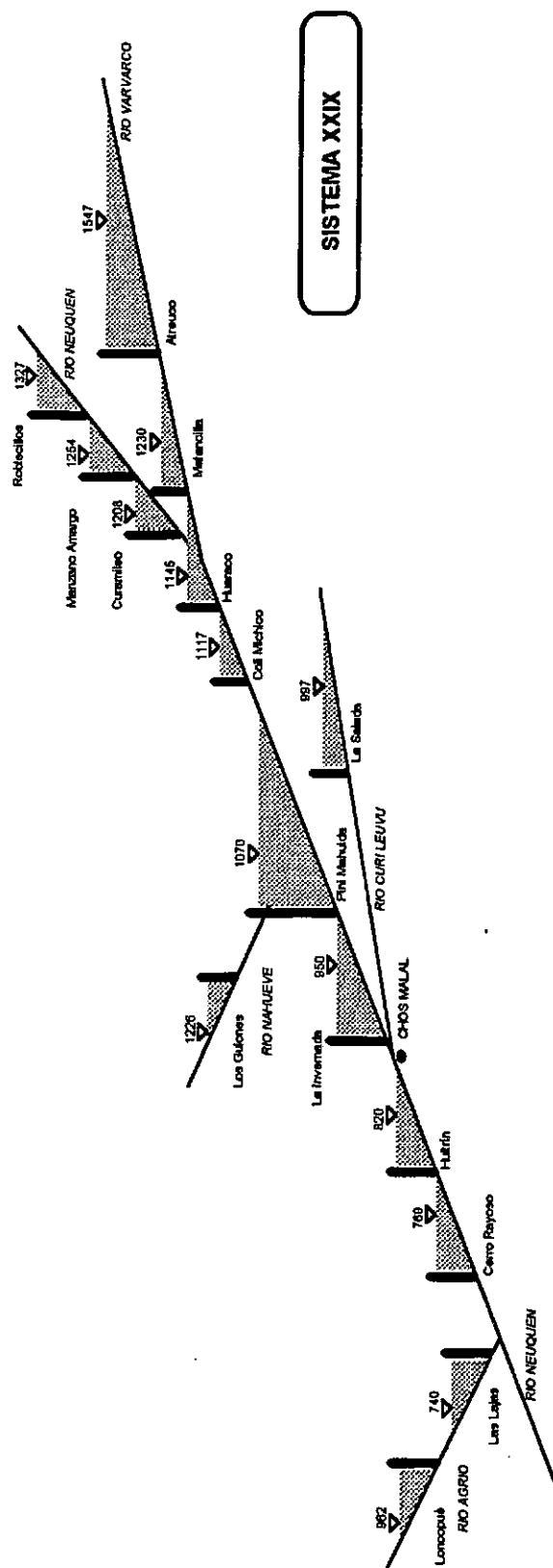


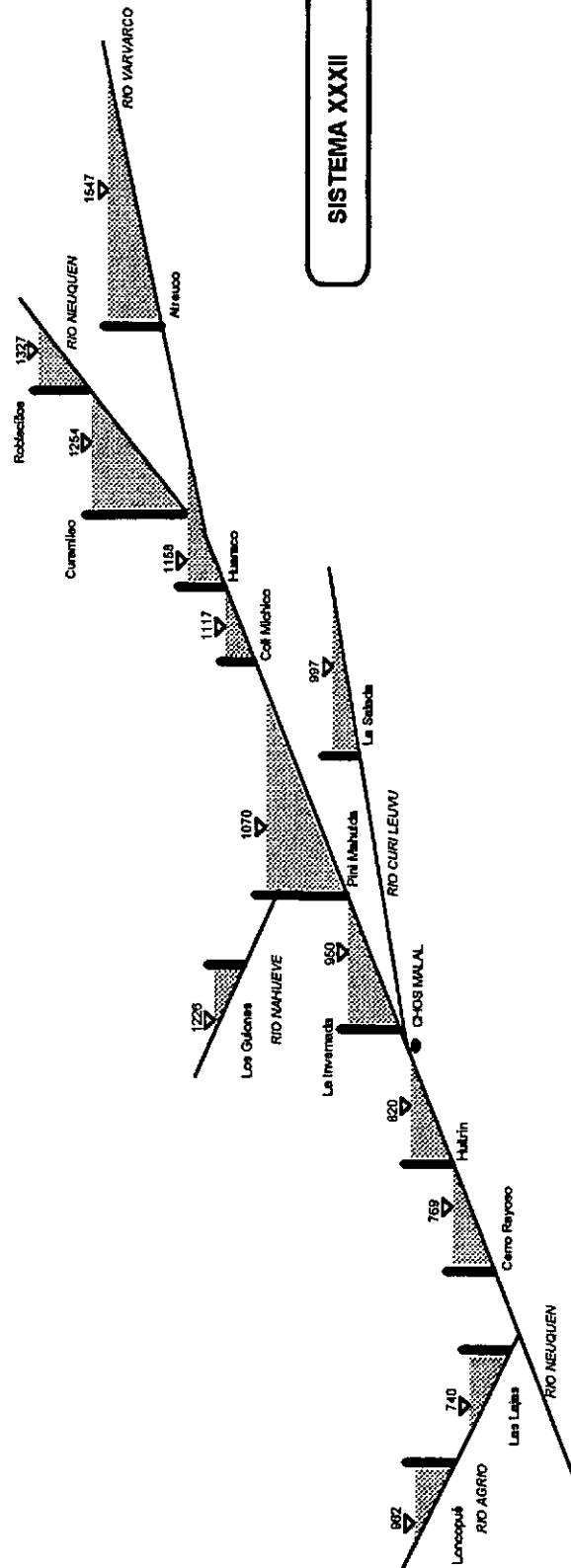
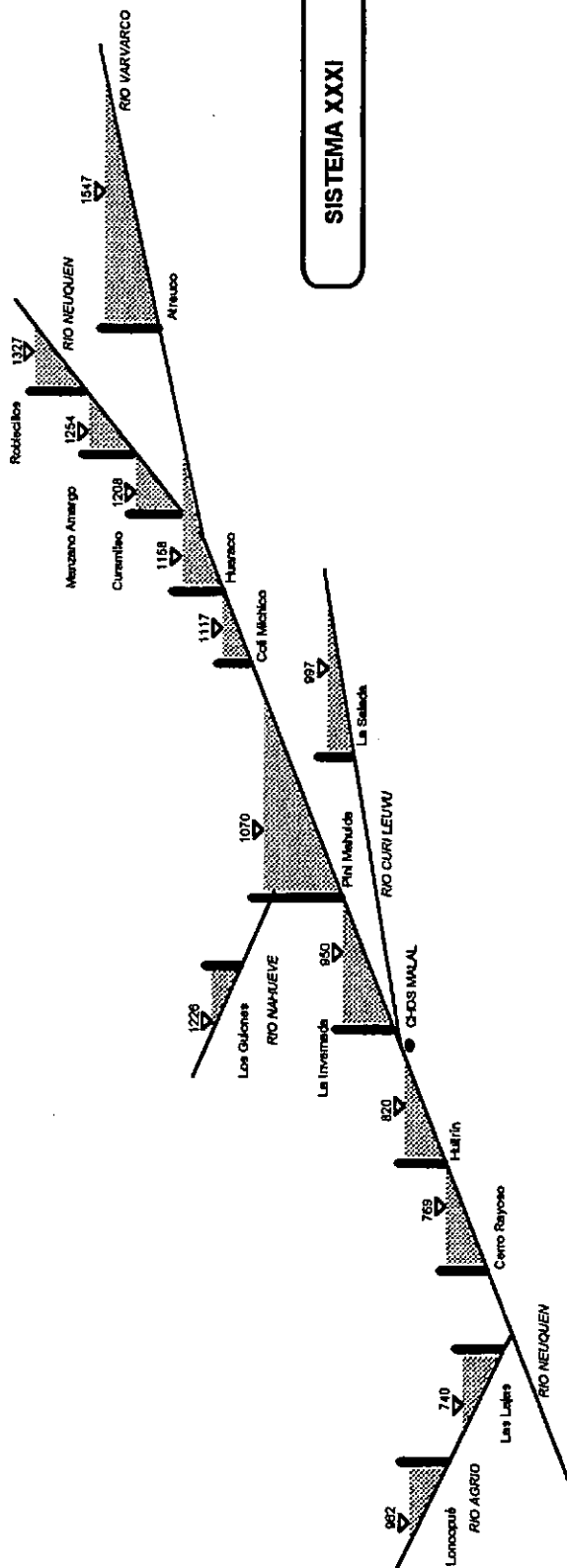




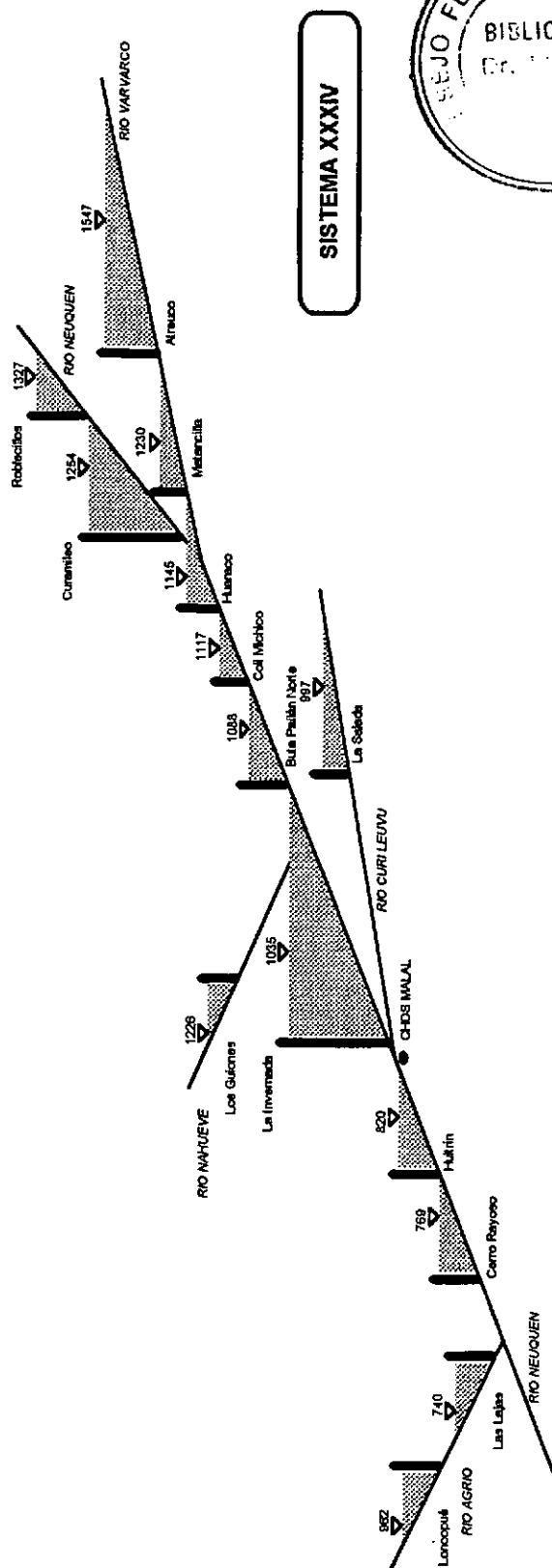
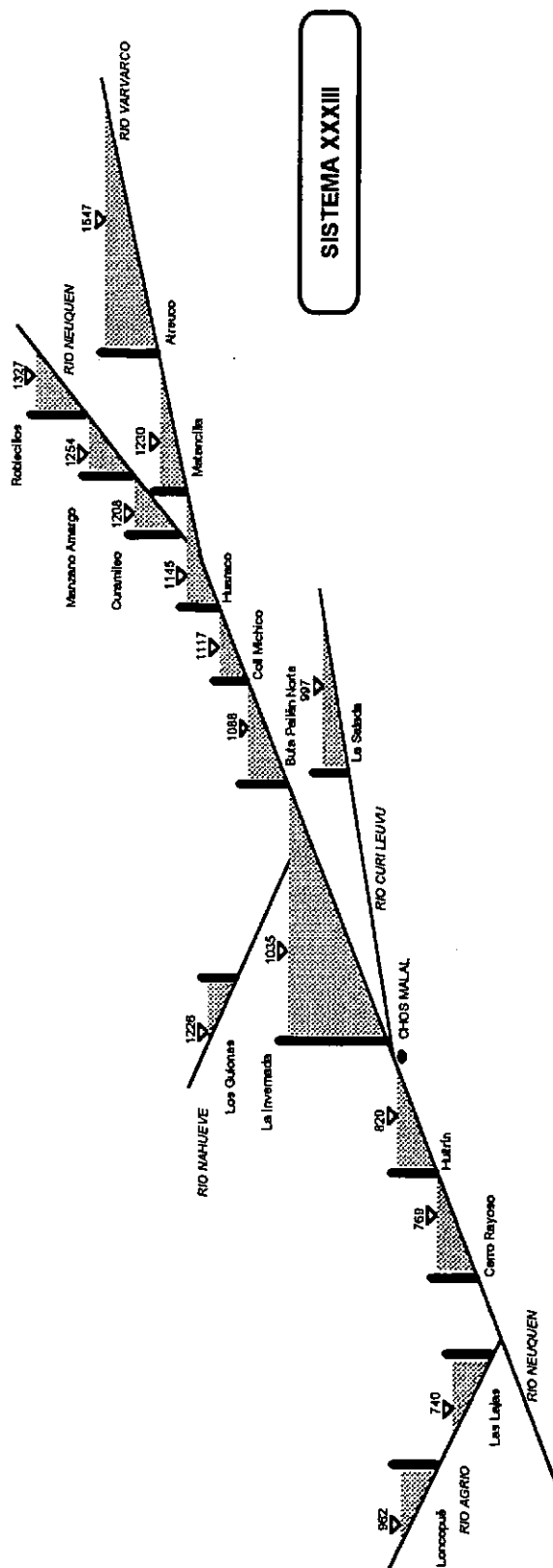
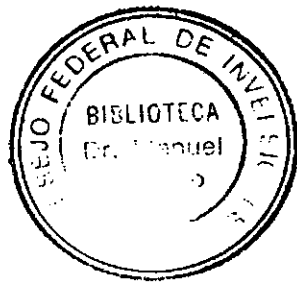


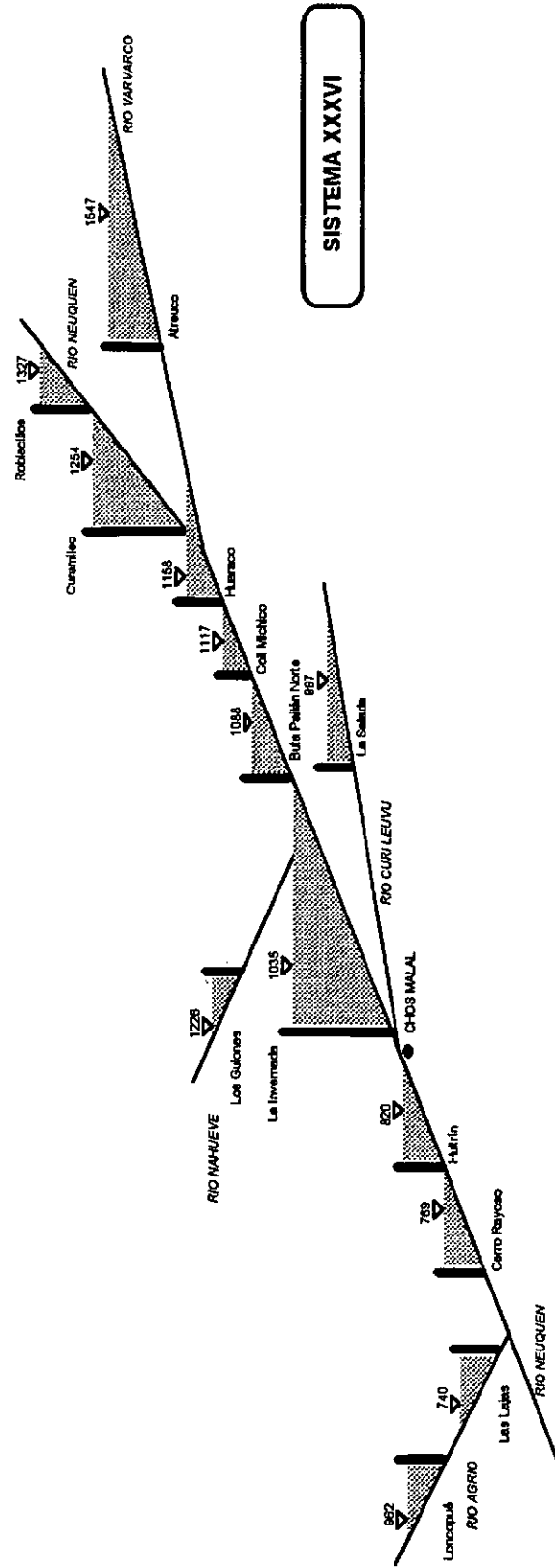
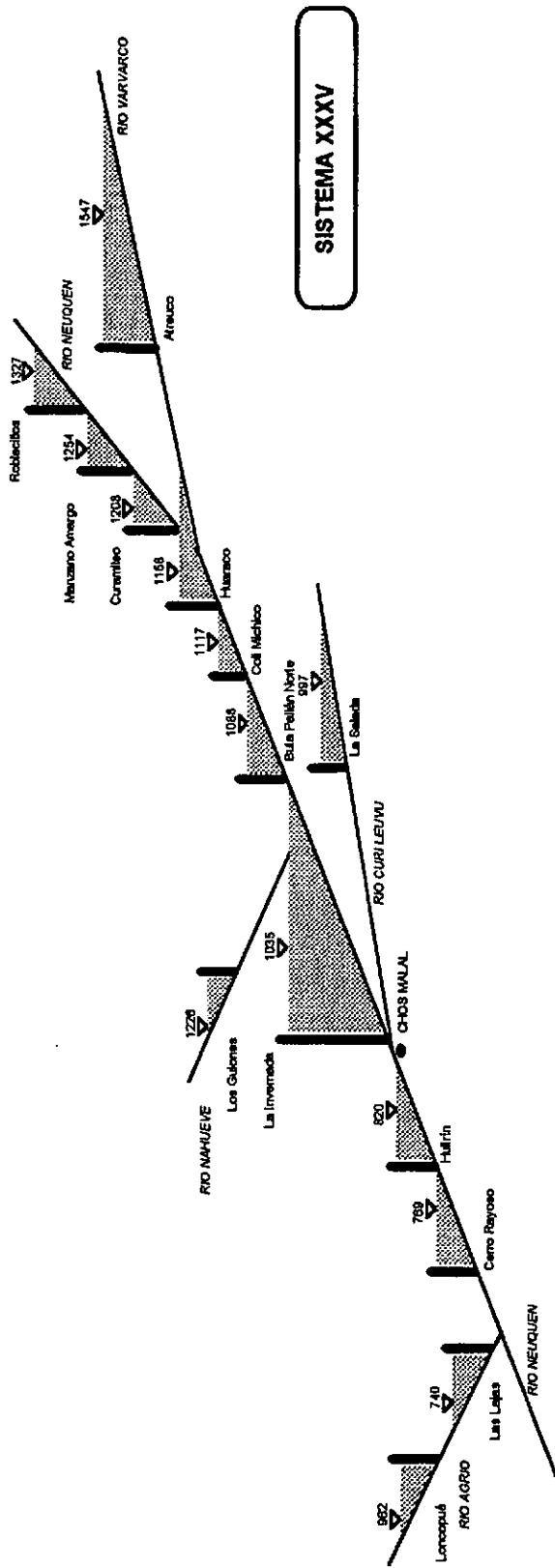


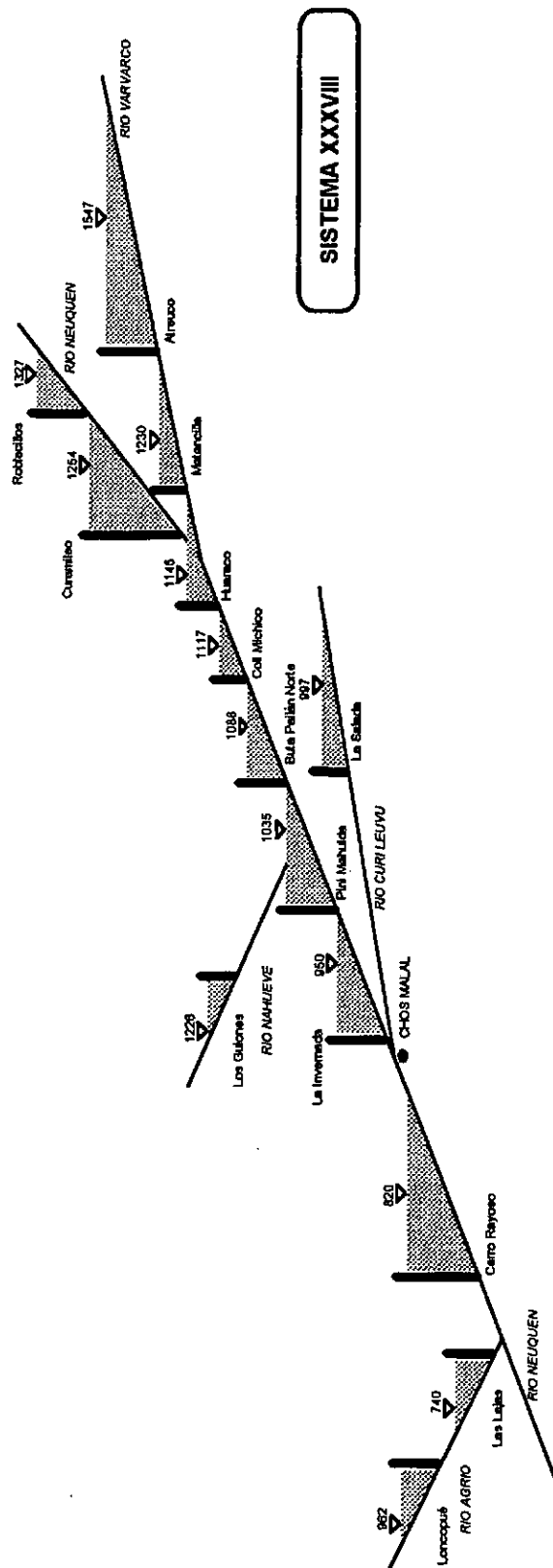
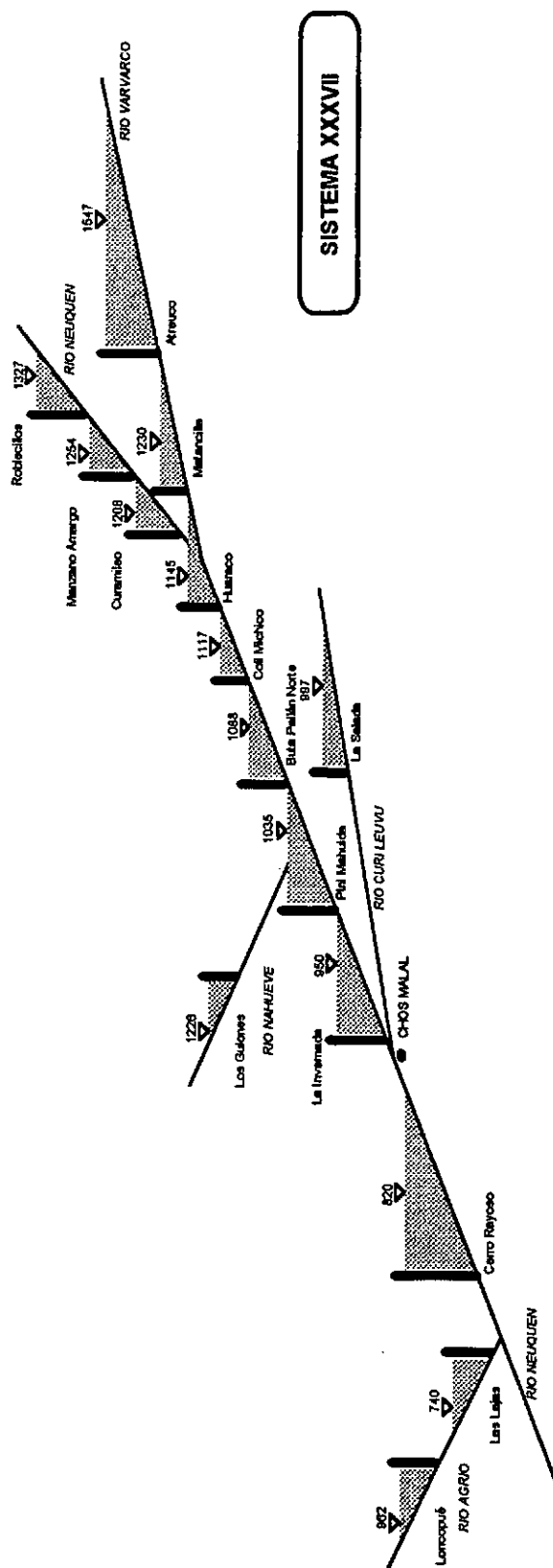


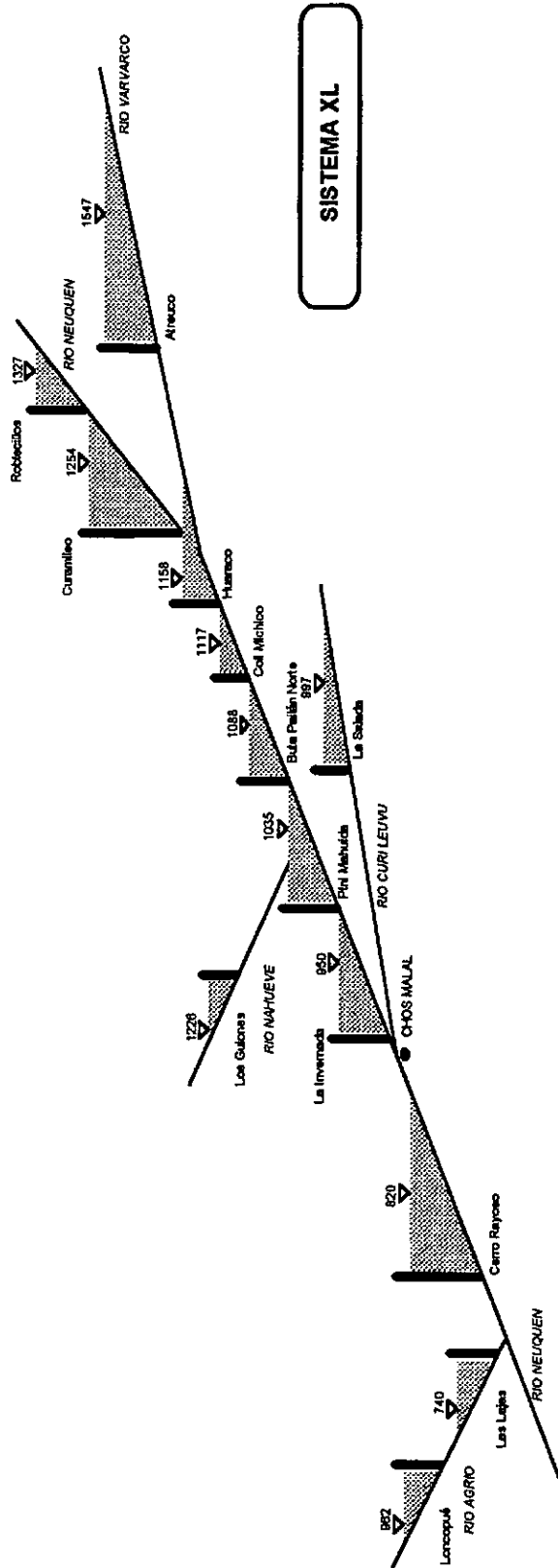
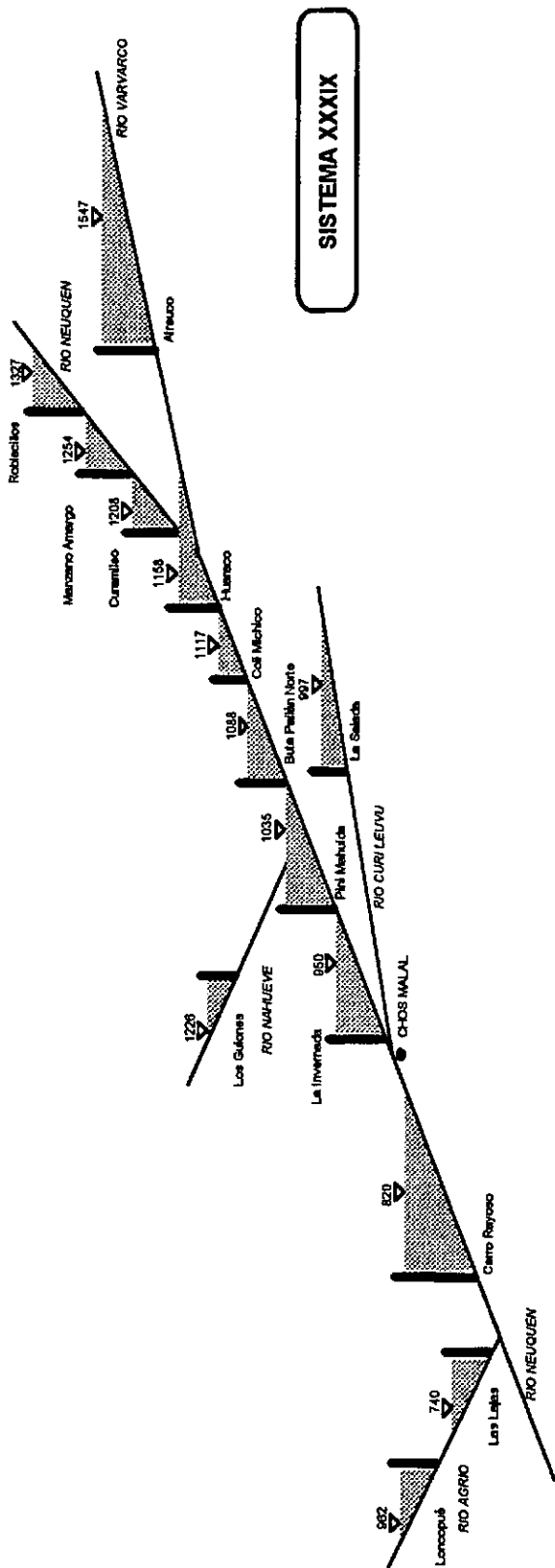


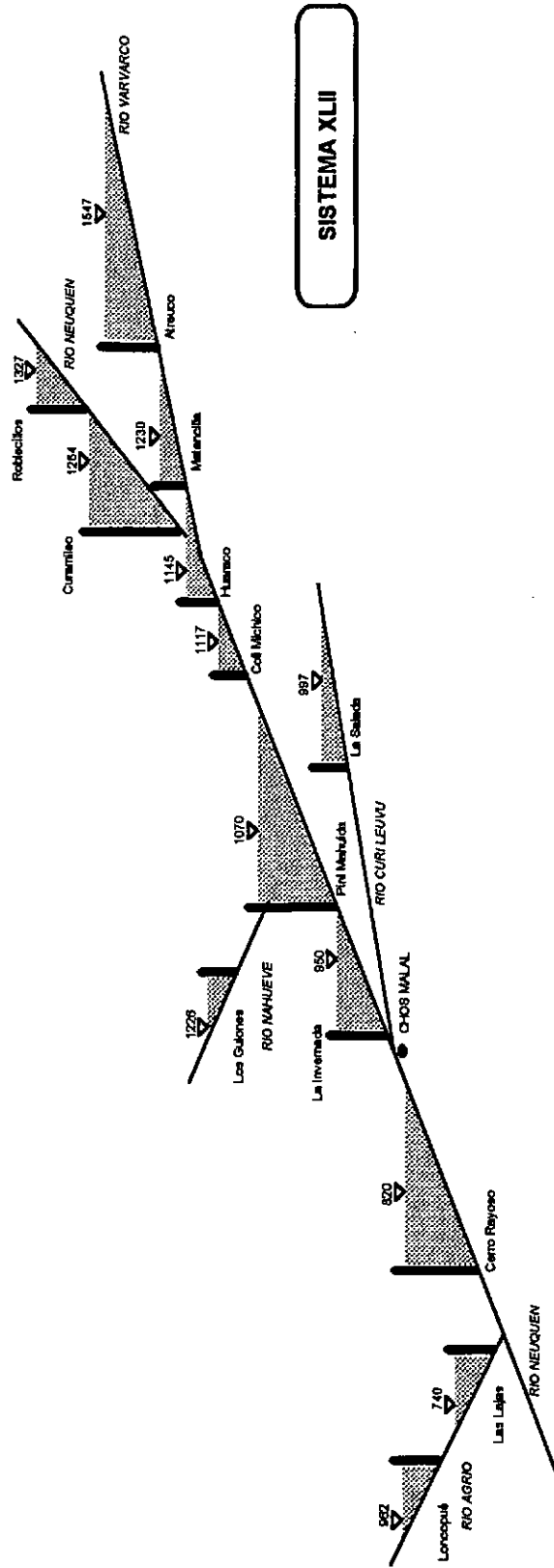
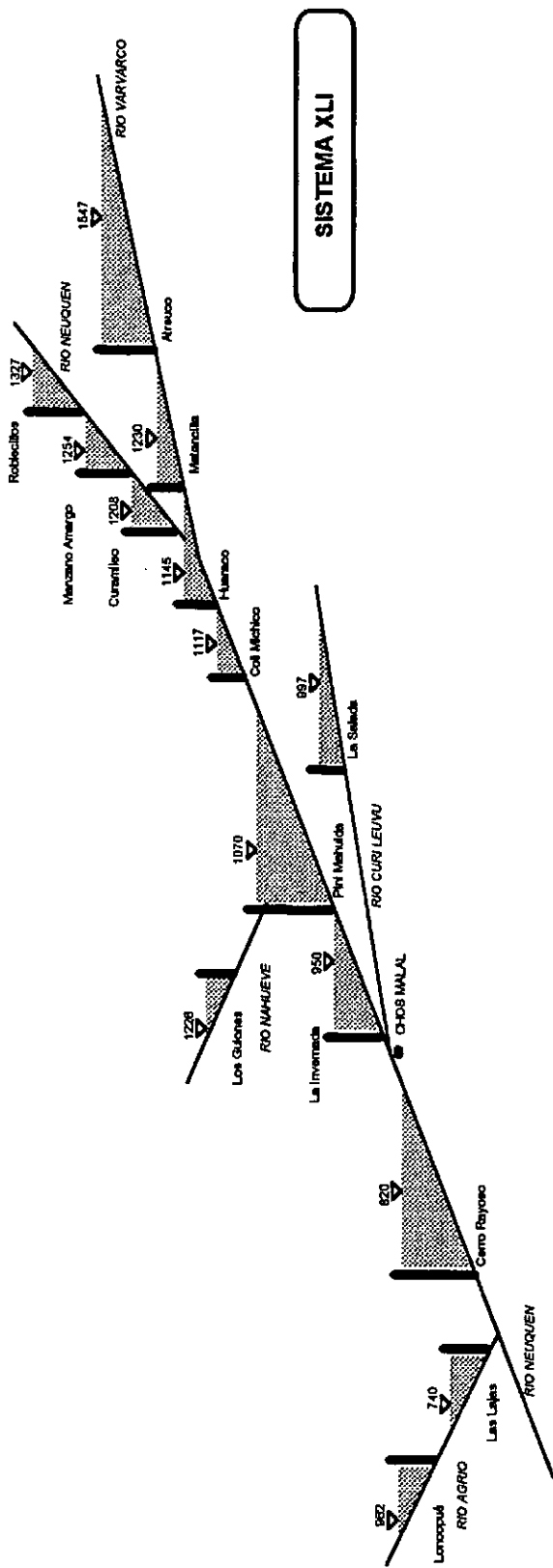


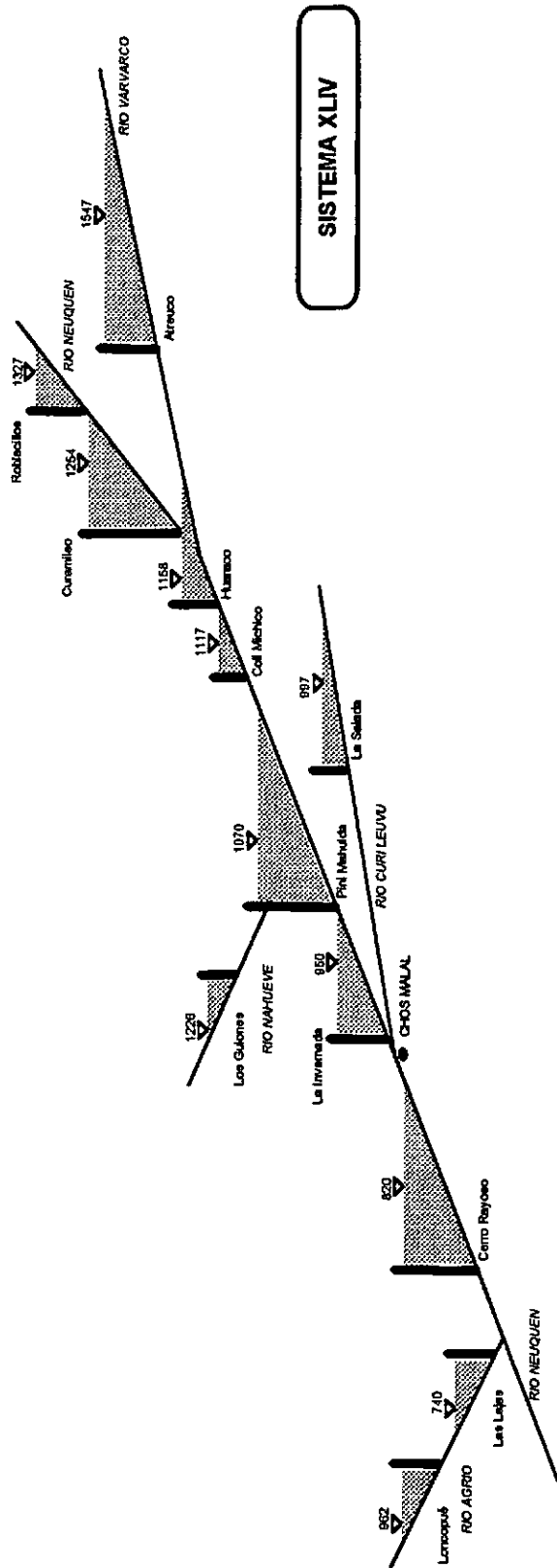
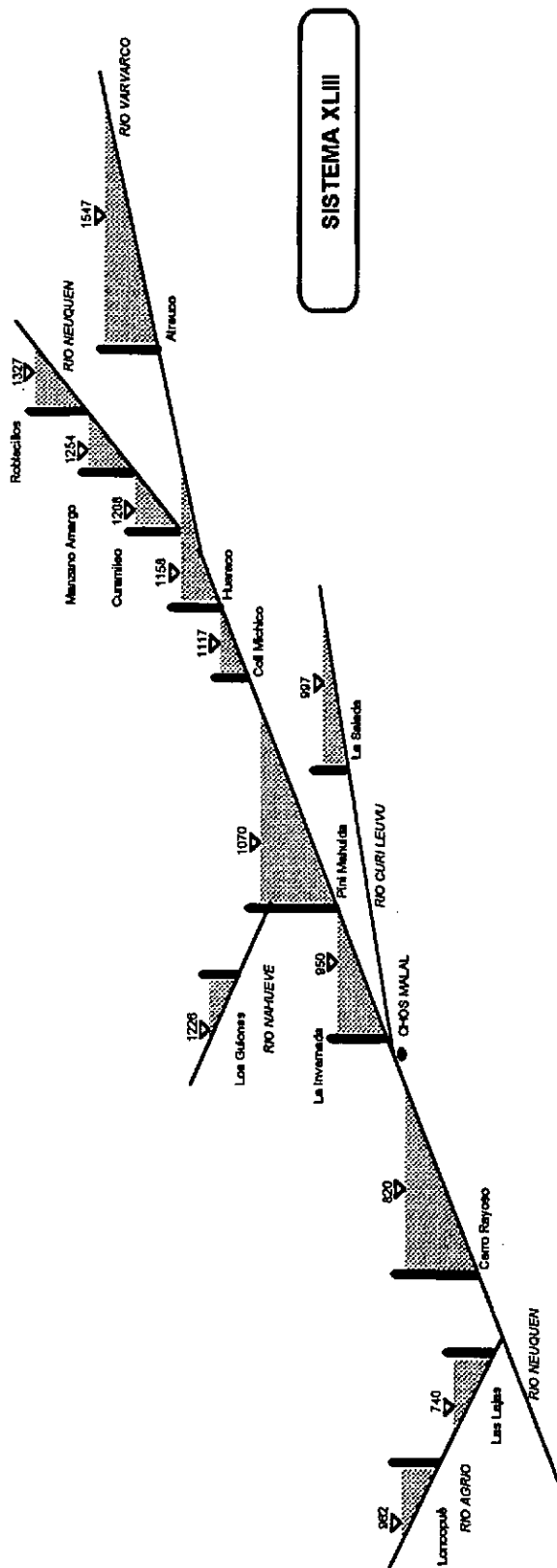


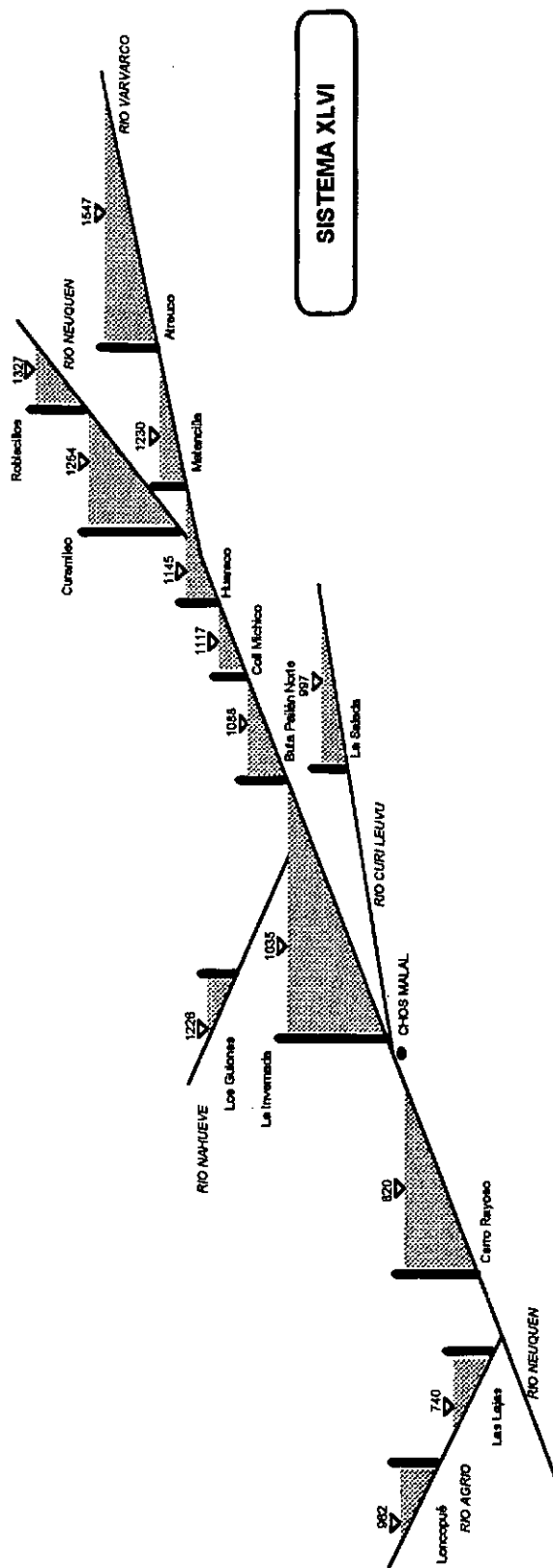
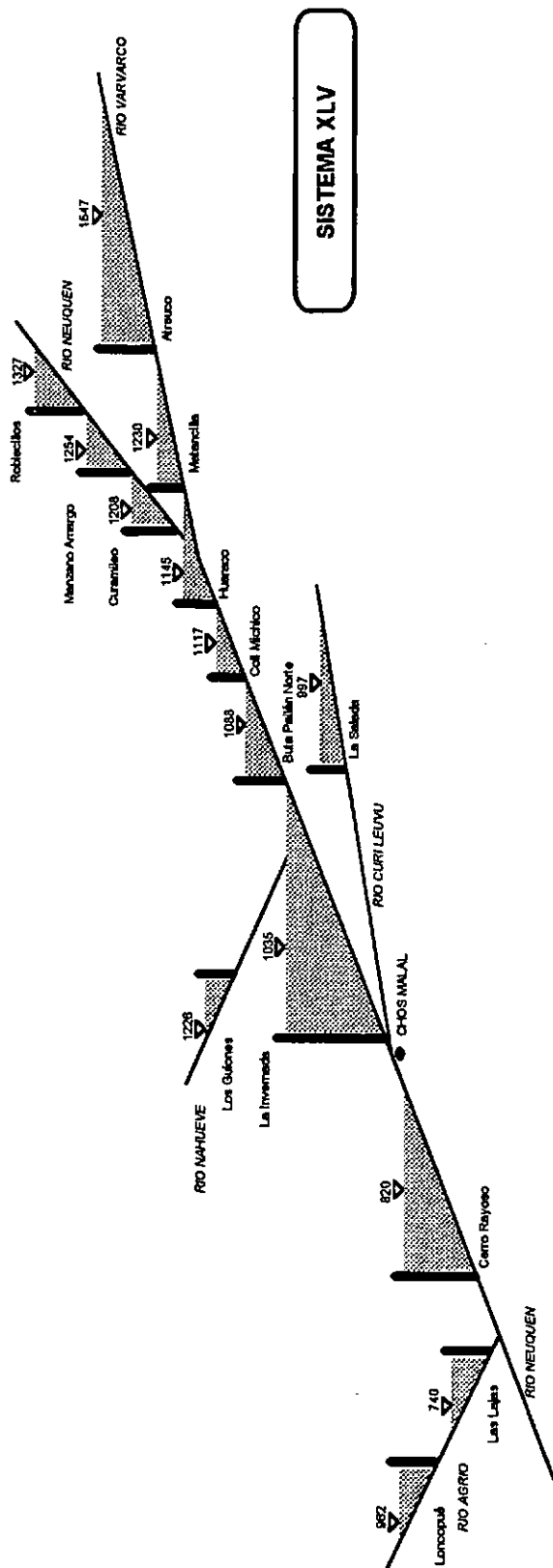


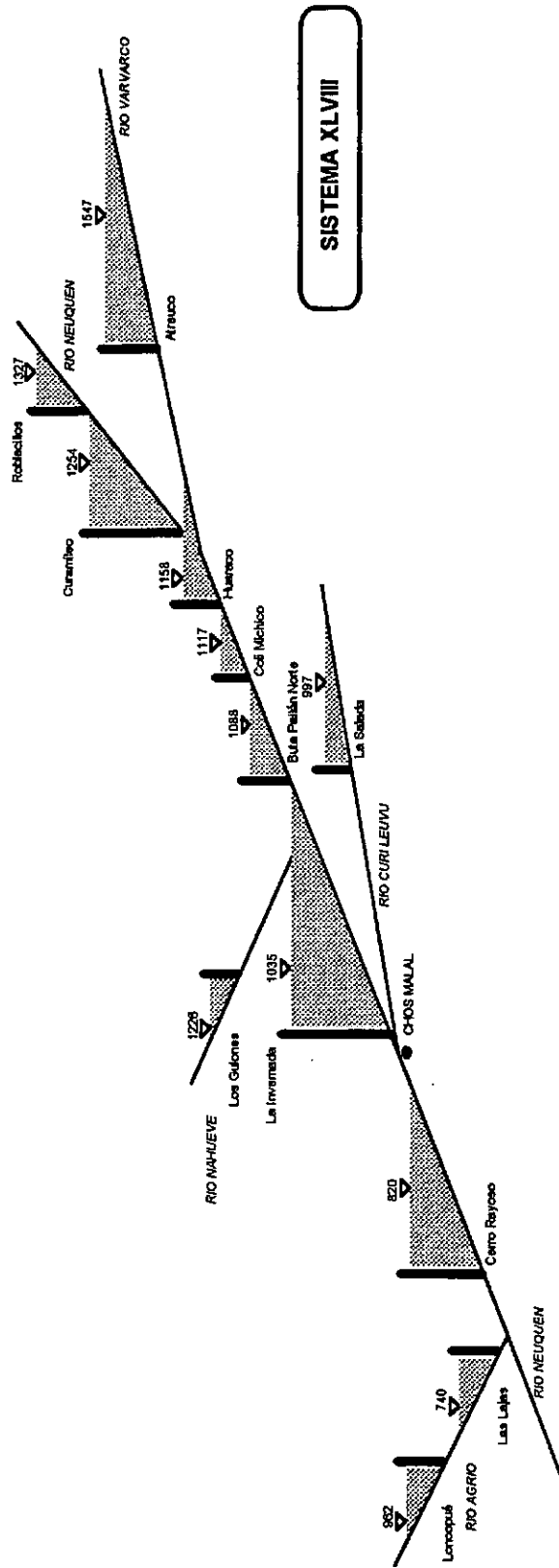
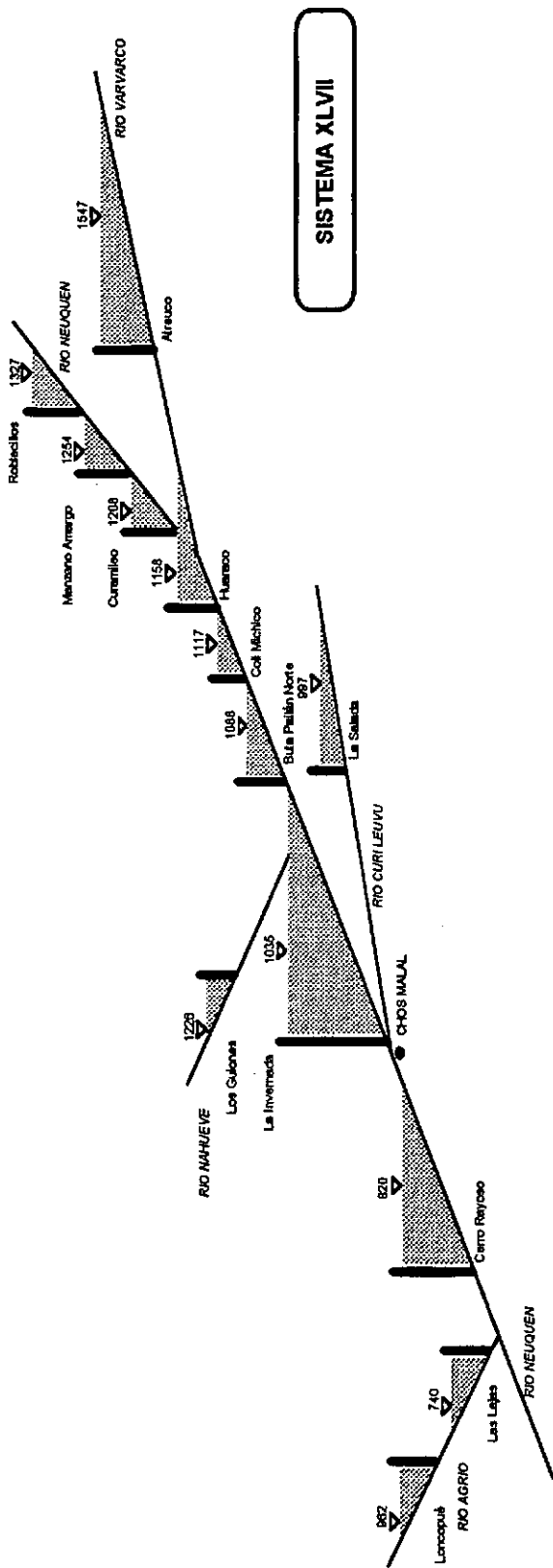














## **IV.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **IV.8.1. CONCLUSIONES**

Previamente al enunciado de las conclusiones, es importante hacer referencia al grado de confiabilidad que poseen los resultados que se han obtenido en todas las instancias de este estudio.

Todas las cifras que se consignan, pretendiendo interpretar una determinada circunstancia de la cuenca o de los aprovechamientos, están generadas a partir de información muy rudimentaria e incompleta. Las hipótesis de trabajo, normalmente tendientes a simplificar el análisis de situaciones sumamente complejas, agrega una cuota de incertidumbre, que en todos los casos se ha pretendido acotar.

No obstante, en todo este proceso, es destacable el cuidado que se ha prodigado al tratamiento homogéneo de todos los aspectos involucrados.

En virtud de lo expuesto, se coincide en asignar mayor validez a las conclusiones derivadas de comparaciones de resultados, que a las obtenidas por interpretación de magnitudes.

Realizada esta advertencia, se enumeran las conclusiones finales de este estudio:

1. El potencial energético bruto de la cuenca del río Neuquén, determinado conforme a las evaluaciones expuestas en el Capítulo II, fue estimado en 19.400 GWh/año.
2. Teniendo en cuenta la selección realizada de una parte de la cuenca en que se verifica que el potencial medio, medido en términos de potencia, supera 50 MW, el área involucrada para realizar las evaluaciones posee el 73,5 % del total del potencial, lo que equivale a 14.300 GWh/año.
3. En esta etapa de formulación de sistemas, el aprovechamiento del recurso alcanza una cifra de aproximadamente 7.500 GWh/año. Esto representa el 39 % del total del potencial bruto y el 52 % del potencial del área definida en el punto anterior.
4. El análisis de esta porción de la cuenca ha permitido detectar 40 sitios de emplazamiento, que evaluados en función de sus características topográficas y geológicas, se reducen a 34. El análisis comparativo posterior, reduce aun más este espectro, quedando sólo 17 en condiciones de resultar incluidos en la instancia de formulación de sistemas de aprovechamiento.
5. Estos lugares, convenientemente dispuestos han permitido la formulación de 48 sistemas de aprovechamiento alternativos que involucran al curso principal y los afluentes Varvarco, Nahueve, Curi Leuvú y Agrio.
6. Estos sistemas aprovechan el desnivel comprendido entre 1330 m.s.n.m. (nivel máximo normal del embalse de ROBLECILLOS) y 705 m.s.n.m. (nivel de restitución de CERRO RAYOSO). Cabe consignar que entre la cota indicada en último término y el nivel máximo normal del embalse de Chihuido I (655 m.s.n.m) queda un desnivel remanente de 50 metros sin que se haya detectado ningún sitio intermedio para instalar un aprovechamiento.
7. Del análisis de los indicadores económicos más sobresalientes de los 48 sistemas de aprovechamiento resultantes, no surgen diferencias apreciables de

unos con respecto al resto. Las diferencias entre el sistema considerado más atractivo por generar al menor costo y el de más alto valor es de sólo 20%. Este porcentaje es igual al utilizado para determinar los *imprevistos* en el cálculo del costo de construcción de los aprovechamientos.

8. Una lectura más minuciosa de los resultados permite apreciar que la mayor parte de la producción hidroenergética se obtiene en el curso principal. Los afluentes sólo aportan en el orden del 20 % del total y a un costo oscilante entre 180 y 1.230 % más alto que el valor promedio calculado para el curso principal.
9. La conclusión anterior es aun más destacable en el tramo del curso principal desde la confluencia del río Varvarco hacia abajo. Los aprovechamientos ubicados en esta porción del río resultan los de mayor producción y menor costo de generación.
10. En términos absolutos, el costo medio de generación de los aprovechamientos ubicados en este tramo del río, resulta bastante atractivo con relación a los valores usuales de transacción en el mercado eléctrico.

#### IV.8.2. RECOMENDACIONES

Las conclusiones precedentes permiten recomendar lo siguiente:

En oportunidad que se decida continuar el estudio de la cuenca es conveniente orientarlo hacia el curso principal del río Neuquén, en el tramo comprendido entre la desembocadura del río Varvarco y la cota 655 m.s.n.m. asignada al nivel del embalse máximo normal del aprovechamiento Chihuido I. Deben tenerse en cuenta todos los sitios consignados en este estudio y los que han quedado en reserva.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

01. Blasco E.M.G. y Valicenti J.L. *SISTEMATIZACION DE LOS NIVELES DE ESTUDIO DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS*. HIDRONOR S.A. Cipolletti (Río Negro). 1992.
02. Bracaccini I.O. *Rasgos Tectónicos de las Acumulaciones Mesozoicas en las Provincias de Mendoza y Neuquén*. República Argentina. *REVISTA DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA*. N° 25. Págs. 275 a 282. Buenos Aires. 1970.
03. Digregorio I.H. y Uliana A. *Plano Geológico de la Provincia de Neuquén Escala 1:500.000*. *ACTAS DEL II CONGRESO IBEROAMERICANO DE GEOLOGIA ECONOMICA*. Tomo 4. Págs. 69 a 94. Buenos Aires. 1975.
04. Groeber P. *Líneas Fundamentales de la Geología del Neuquén, Sur de Mendoza y Regiones Adyacentes*. DIRECCION DE MINAS, GEOLOGIA E HIDROLOGIA. Publicación 58. Buenos Aires. 1929.
05. Groeber P. *Observaciones Geológicas a lo Largo del Meridiano 70*. ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA. Serie C. Reimpresiones. N° 1. Págs. 5 a 36. Buenos Aires. 1980.
06. Herrero Ducloux A. *Contribución al Conocimiento Geológico del Neuquén Extraandino*. *BOLETIN INFORMATIVO PETROLERO*. Año 13. Págs. 245 a 281. Buenos Aires. 1946.
07. Marchese H. *Litoestratigrafía y Variaciones Faciales de las Sedimentitas Mesozoicas de la Cuenca Neuquina*. Provincia del Neuquén. República Argentina. *REVISTA DE LA ASOCIACION GEOLOGICA ARGENTINA*. N° 26. Págs. 343 a 410. Buenos Aires. 1971.
08. Ramos V. *Estructura, Geología del Neuquén*. *RELATORIO DEL VII CONGRESO DE GEOLOGIA ARGENTINA*. Buenos Aires. 1977.
09. Yrigoyen M.R. *Cordillera Principal*. *GEOLOGIA REGIONAL ARGENTINA*. Academia Nacional de Ciencias de Córdoba. Págs. 345 a 364. 1972.
10. Consejo Federal de Inversiones. *PROVINCIA DEL NEUQUEN. RELEVAMIENTO Y PRIORITACION DE AREAS CON POSIBILIDADES DE RIEGO*. Buenos Aires. 1980.
11. Malinow G. y Otros. *INVENTARIO PRELIMINAR DE LOS RECURSOS HIDRICOS PROVINCIALES DE CUENCAS SIN INFORMACION HIDRICA. PRIMERA ETAPA. CUENCA ACTIVA DEL RIO NEUQUEN*. Dirección de Hidrometeorología. Dirección General de Recursos Hídricos. Administración Provincial del Agua. Provincia del Neuquén. Neuquén. 1987.
12. De Jong G y Otros. *ATLAS DE LA PROVINCIA DEL NEUQUEN*. Gobierno de la Provincia del Neuquén (Consejo de Planificación y Acción para el Desarrollo). Universidad Nacional del Comahue (Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades). Neuquén. 1982.
13. Italconsult - Sofrelec. *ESTUDIO PRELIMINAR PARA EL DESARROLLO INTEGRAL DE LA REGION COMAHUE*. Tomo Relación General. Comisión Especial para el Estudio para el Desarrollo de las Zonas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro (Comahue). Senado de la Nación. Roma. 1961.
14. Valicenti J.L. *ESTIMACION EXPEDITIVA DE COSTOS DE CONSTRUCCION DE APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS*. Secretaría de Estado de Energía. Subsecretaría de Planificación Energética. Buenos Aires. 1986.