

COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE LA CUENCA DEL RIO MAULE

ESTUDIO DEL ESQUEMA Nº 3

UNIDAD GRANDES OBRAS

C E D E C

JUNIO-1978

4. ESTUDIO DEL ESQUEMA N° 3

4.1 ANÁLISIS GENERAL DEL ESQUEMA N° 3

4.1.1 Generalidades

El Esquema de Regadío Integral de la cuenca del río Maule que se definirá como Esquema N° 3 consiste en el aprovechamiento de los recursos de la hoya considerando un sistema de obras alternativo del concebido como Esquema N° 1, el que se basa fundamentalmente en el embalse Colbún y los canales de interconexión Tronco Linares y Restitución Machicura.

Previo al estudio de posibles sistemas alternativos del Esquema N° 1, se estima conveniente realizar un análisis general de las características de la hoya en relación a recursos disponibles, ubicación de las zonas de riego deficitarias y posibilidades de compensar las demandas mediante trasvases de otras zonas con excedentes.

4.1.2 Análisis de las Características de la Cuenca del Maule

La cuenca del Maule se caracteriza por una concentración de caudales en el curso propiamente tal del río. Este hecho se debe principalmente a que la hoya alta del sector sur de la cuenca queda interceptada por el gran dren o colector natural que constituye el río Melado. Por este hecho una parte importante de los recursos disponibles se desvían de sur a norte, constituyendo el río Melado una obra de trasvase natural que conduce recursos hacia el río Maule.

Por el hecho anterior, el río Melado, como se verá en el análisis de Posibilidades de Trasmases, representa la alternativa más adecuada para desviar recursos desde la hoya del Maule hacia el norte del país.

Por otra parte, si consideramos el abastecimiento propio de la cuenca del Maule, el río Melado actúa reduciendo o cortando las hoyas de los ríos del sector sur, los que por este hecho son de recursos relativamente escasos durante la época de verano.

Por la razón anterior, la zona sur de la cuenca es deficitaria en general, presentándose la mayor escasez de recursos en el sector poniente de la zona comprendida entre los ríos Longaví y Perquillauquén. El resto de esta parte sur de la cuenca, es decir la zona comprendida entre el río Maule y el río Longaví no ofrece graves problemas de abastecimiento debido a que además de sus recursos propios recibe apoyos del río Melado (Canal Melado) y del río Maule (Sistema Maule Sur).

El sector de la cuenca del río Maule comprendido entre el límite norte de la hoya y el río Maule no presenta dificultades serias de abastecimiento, bastando la terminación de algunas obras existentes o en proyecto, para lograr la satisfacción de las demandas de esta zona de la hoya.

El sector correspondiente a la zona al oeste de los ríos Perquillauquén y Loncomilla, es decir el sector costero de la parte sur de la cuenca, sólo puede ser abastecido mediante recursos de los ríos de la cordillera de la costa, o con elevaciones mecánicas desde los ríos indicados (Perquillauquén y Loncomilla), pudiéndose, por lo tanto, analizar su regadío en forma independiente de las características de los Esquemas N°1, N°2 y N°3, los cuales se han estructurado a base de obras dependientes de los recursos del sector andino del valle.

El resto de la hoya no presenta déficit grave y las obras existentes combinadas con nuevas obras de importancia relativamente menor permitirían lograr un abastecimiento adecuado de sus demandas de agua para regadío.

Considerando lo expuesto, el problema de la cuenca del Maule se reduce principalmente a conducir recursos de zonas que presentan excedentes hacia el sector comprendido entre los ríos Longaví y Perquillauquén.

4.1.3 Regadío del sector sur de la Cuenca del Maule

Considerando lo expuesto en los puntos anteriores, se analizarán a continuación diversas posibilidades de satisfacer las demandas del sector sur de la cuenca, que es en el cual se presentan actualmente los mayores problemas de abastecimiento.

En los esquemas N° 1 y N° 2 se estudió la solución basada en el embalse Colbún y los canales de interconexión Tronco Linares (hacia el sur) y Restitución Machicura (hacia el norte). En el Esquema N° 3 se analizarán sistemas alternativos que excluyan las obras anteriores.

Al respecto, la primera alternativa que se visualiza consiste en la utilización de obras de regulación situadas en la cabecera de los ríos más próximos a las zonas deficitarias. Los recursos embalsados, en conjunto con los caudales de pasada de estos ríos, podrían permitir satisfacer las demandas de las zonas deficitarias, ne cesitándose en forma adicional posiblemente algunos canales de interconexión o trasvases entre sectores vecinos que conduzcan a utilizar en la mejor forma posible recursos excedentes de zonas con superavit.

Una segunda posibilidad de satisfacer las demandas de las zonas deficitarias estaría basada en obras de conducción, posiblemente túneles que permitirán desviar recursos de la hoya anillina de la cuenca del Maule (río Melado) hacia las cabeceras de los ríos de este sector. Si los túneles resultaran de grandes longitudes y, por lo tanto, de coste elevado, podría pensarse como alternativa considerar la captación de las aguas del río Melado desde el río Mau le al pie de los cordones cordilleranos, de modo de poder lograr un canal desde el Maule hacia el sur a través de la zona plana del valle.

Una tercera posibilidad podría consistir en utilizar recursos excedentes de la hoya del río Ñuble, en caso de que ellos realmente existieran y que las obras para conducirlos hasta la hoya del Maule fueran factibles económicamente. Cabe hacer presente, que esta alternativa no está contemplada dentro del alcance del Estu dio de Regadío Integral de la Cuenca del Maule, razón por la cual se analizarán más en detalle solamente las dos primeras posibilidades que se han planteado, excluyendo esta última.

En todo caso, los estudios y antecedentes preliminares que existen sobre la hoya del Ñuble permiten presumir que no posee recursos excedentes de importancia, y por lo tanto, no exi stirá la posibilidad de apoyar desde ella a la cuenca del Maule.

4.1.4 Análisis del regadío de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante embalse de cabecera y canales de interconexión

Entre las obras de regulación del sector sur de la cuenca del Maule que pueden considerarse factibles técnica y económicamente pueden indicarse los siguientes :

<u>Embalse</u>	<u>Ubicación</u>	<u>Alimentación</u>	<u>Drenaje</u>
Lavadero	Estero Lavadero	Río Perquillauquén	Lavadero - Perquillauquén
Longaví	Río Longaví	Río Longaví	Río Longaví
La Recova	Río Achibueno	Río Achibueno	Río Achibueno
Ancoa	Río Ancoa	Río Ancoa	Río Ancoa
Guaiquivilo	Río Melado	Río Melado	Río Maule

Los cuatro primeros embalses constituyen elementos de regulación de cabecera que entregan sus aguas a ríos que drenan de oriente a poniente en el sector sur de la cuenca del Maule. El embalse Guaiquivilo entrega sus aguas al río Melado, el que escurriendo de sur a norte desvía estos caudales de la hoya alta del sector sur de la cuenca hacia el río Maule.

Para los efectos de estructurar el Esquema de Riego N° 3 se analizará la posibilidad de regar integralmente el sector sur de la cuenca sólo mediante los 4 embalses de cabecera mencionados y los recursos de pasada existentes. Esta alternativa podría conducir a un abastecimiento sectorizado que necesitara sólo de obras mínimas de interconexión, ya que al estar los embalses ubicados en la cabecera de los ríos, es decir, directamente encima de los terrenos por regar, posiblemente no se necesitarían trasvases mediante canales de gran longitud.

El análisis para estructurar el Esquema N° 3 se realizará mediante comparaciones entre las necesidades de agua de los diversos sectores de regadío y las disponibilidades existentes, en años asimilables a una hidrología 85%.

Este balance hidrológico que se realizará en forma global permitirá determinar las zonas deficitarias y las direcciones de los posibles flujos de excedentes desde las zonas con sobrantes hacia las zonas deficitarias.

El estudio realizado se incluye en el Anexo "Estructura general del Esquema de Riego N° 3".

Las conclusiones fundamentales que se han obtenido en el estudio anterior, son las siguientes :

- a) El análisis comparativo entre demandas y recursos realizado por sectores ha permitido determinar la existencia de un déficit importante en las zonas situadas al sur de la cuenca. Considerando que los mayores recursos se encuentran en la zona norte (río Maule, río Achibueno, aportes del río Melado) se deduce la necesidad de una obra de interconexión, con flujo de norte a sur, para poder llevar los recursos necesarios para satisfacer ese déficit.
- b) Este canal se necesitaría desde el río Ancoa hasta un punto situado al sur del estero Parral. Si además no fuere posible satisfacer el déficit remanente en el río Putagán con aportes desde el río Melado, se deberían traer esos recursos desde el río Maule.
- c) El sistema de obras del esquema N° 3 estaría compuesto en este caso por los embalses Digua, Bullileo, existentes, más los embalses Ancoa, La Recova, Longaví y Lavadero; un canal de interconexión por lo menos desde el río Ancoa al sur; los canales de interconexión existentes, y el embalse de la laguna del Maule que quedaría como reserva.

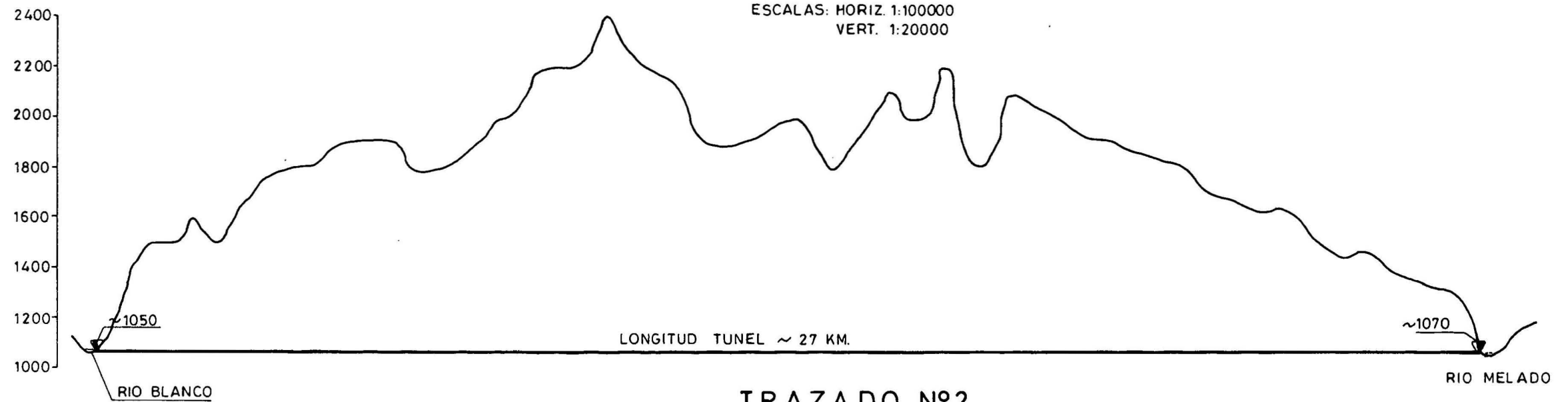
4.1.5 Análisis del regadío de las zonas deficitarias del sector sur de la cuenca mediante recursos de la hoya andina (río Melado)
(ver plano VIII-5, Esquema N° 3, Alternativas de utilización del río Melado)

Análisis de Posibilidades

Como alternativa para estructurar el Esquema de Riego N° 3 se analizará la posibilidad de desviar recursos de la hoya del río Melado hacia el sector sur de la cuenca del Maule.

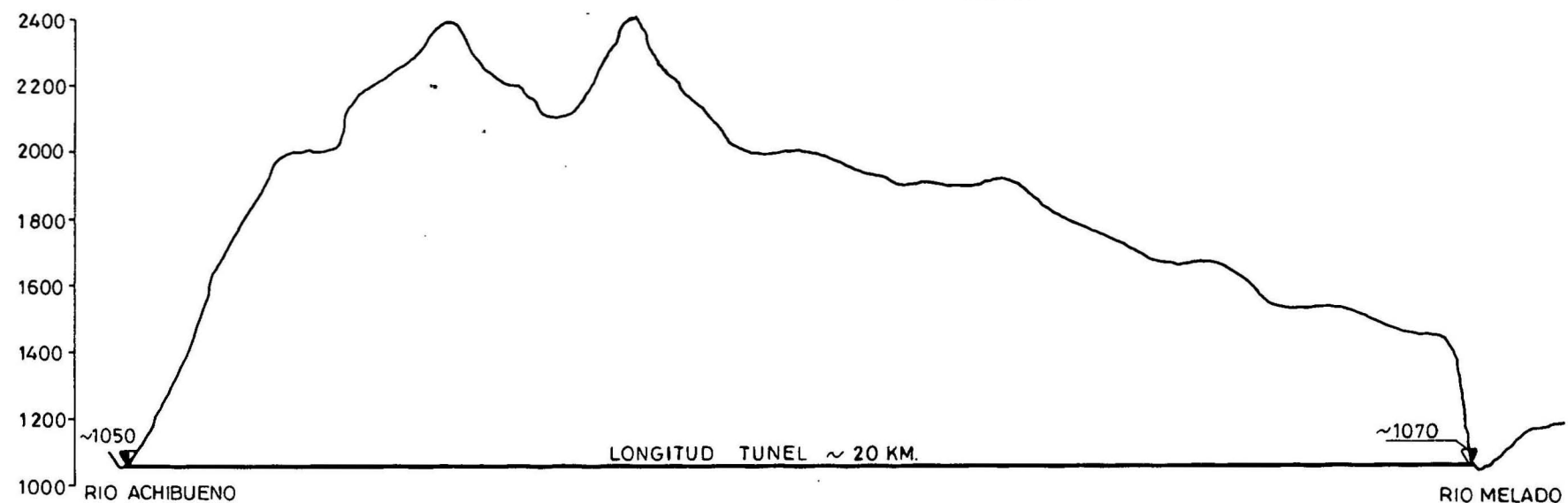
TRAZADO Nº 1

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000



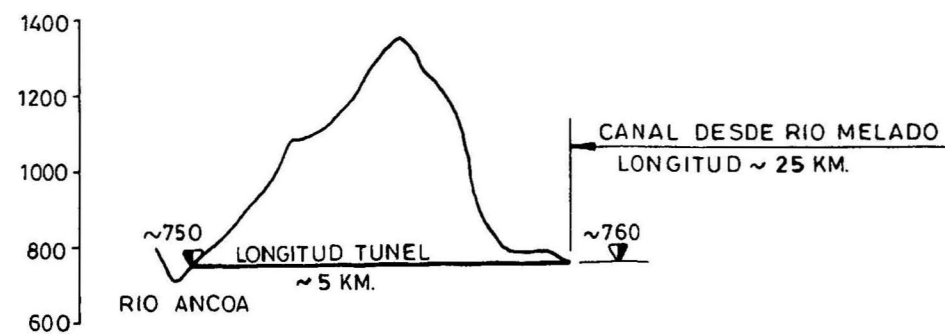
TRAZADO Nº 2

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000



TRAZADO Nº 3

ESCALAS: HORIZ. 1:100000
VERT. 1:20000



En este caso la desviación de caudales debería considerarse conjuntamente con el embalse Guaiquivilo de modo de que el Sistema de Riego que se estructure pueda contar con el respaldo hidrológico suficiente y, por lo tanto, con la seguridad adecuada.

Esta desviación de recursos del río Melado es posible realizarla sólo mediante túneles que permitan cruzar el cordón montañoso que separa el valle del Melado del resto de la parte sur de la hoya o mediante un canal desde el Maule hacia el Sur, trazado prácticamente al pie de los cordones montañosos.

Para los efectos de establecer la factibilidad física y económica de esta desviación se hizo un análisis de posibles trazados partiendo de la zona de ubicación del embalse Guaiquivilo y continuando hacia aguas abajo por el río Melado hasta la zona del actual túnel del Canal Melado. Finalmente se consideró un posible trazado de una obra de desviación partiendo desde el río Maule.

En el plano VIII-5 se indican los trazados que se han analizado y que se han denominado respectivamente como Trazado 1, Trazado 2, Trazado 3 y Trazado 4.

- Trazado 1 : Permitiría desviar las aguas del río Melado hacia el río Longaví. El túnel de desviación resulta de gran longitud, aproximadamente 27 km. En la figura VIII-5 se ha dibujado el perfil longitudinal correspondiente.
- Trazado 2 : Permitiría desviar las aguas del río Melado hacia el río Achibueno. La longitud del túnel en este caso sería de 20 km (ver figura VIII-5)
- Trazado 3 : El trazado 3 sería prácticamente coincidente con las actuales obras del canal Melado. Es decir, la desviación se lograría mediante un canal paralelo al curso del río Melado, el que permitiría ganar cota y llegar con el agua hasta un punto de la ladera del cerro desde donde se desarrollaría un túnel para cruzar hacia el valle del río Ancoa (ver figura VIII-5)

Esta alternativa significaría ampliar las obras del Canal Melado actual o realizar obras nuevas de trazado muy similares a las existentes.

Del análisis comparativo de las 3 posibilidades indica das, cabe señalar que las dos primeras conducen a túneles de gran longitud, de elevado costo y plazos de construcción también bastante extensos. La tercera, en cambio, permite desviar las aguas del Me lado mediante una combinación de túnel ($L = 5$ km) y canal ($L = 23$ km), existiendo aún la posibilidad de ampliar las obras existentes, lo cual indudablemente conduciría a costos significativamente menores que en los dos primeros casos.

En la alternativa 3, el túnel de desviación resulta de longitud relativamente menor que en el caso de las alternativas N° 1 y N° 2, debido a que él estaría ubicado en una zona en que el río Melado y el Ancoa presentan sendas curvas que tienden a que ambos cauces se acerquen y, por lo tanto, permiten una conexión entre ellos de longitud moderada. Para utilizar esta característica tan favorable habría que realizar un tramo inicial de canal de modo de alcanzar las cotas adecuadas en el río Melado, suficientes para poder conectarse hacia el Ancoa. Este canal por las características del terreno tiene un trazado que ofrece dificultades que podrían limitar esta alternativa en el caso de que el caudal que hubiera que conducir fuera de gran magnitud. A través del modelo de simulación podrá determinarse el caudal de diseño de esta obra y, por lo tanto, los problemas que pudieran presentarse.

Considerando lo expuesto y para los efectos de anal zar el comportamiento hidrológico del Esquema N° 3 en el modelo de simulación, se estima que de las tres posibilidades analizadas la más favorable para estructurar dicho Esquema es la que se ha definido co mo "Trazado N° 3".

Características del Trazado N° 3

Como ya se ha dicho, el trazado N° 3 estaría consti tuído por un canal y un túnel que permitirían desviar aguas desde el río Melado hasta el río Ancoa. Desde un punto adecuado del curso de este río sería necesario desarrollar un canal que permitiera conducir los recursos hacia las zonas mayormente deficitarias, que como se ha indicado anteriormente están ubicadas al poniente del sector de la hoya comprendido entre el río Longaví y el Perquillauquén.

De los antecedentes obtenidos en terreno y del análisis de los planos existentes, se ha podido concluir que el trazado de este canal estaría limitado en esta por el Canal Melado - Longaví. En efecto, este último canal va cruzando a lo largo de su recorrido sectores en laderas de cerros que presentan problemas de cierta magnitud, visualizándose que un canal más alto o a cotas similares no sería conveniente.

Considerando por otra parte que no existiría mayor interés de trazar esta obra a cotas similares a las del canal Melado pues las partes altas del sector sur de la cuenca se regarían, salvo zonas aisladas muy reducidas, con los recursos de pasada de los ríos y, con los embalses existentes (Digua - Bullileo) y con el canal Melado, se concluye que el trazado de este canal Ancoa - Perquillauquén podría ser similar al proyectado para el Canal Tronco Linares.

En definitiva, el Esquema N° 3 estaría constituido en este caso por :

- Embalse Guaiquivillo
- Obra de Desviación Melado - Ancoa
- Canal Ancoa - Perquillauquén

En caso que el sistema descrito no fuera suficiente para regar integralmente el sector sur de la cuenca, sería necesario agregar un tramo de canal Maule - Ancoa que permitiera complementar el regadío en épocas de escasez de recursos, desde el río Maule.

Características del Trazado N° 4

Como alternativa del trazado N° 3, que como se ha dicho, es el más favorable para desviar aguas desde el río Melado hacia el sector sur de la cuenca del Maule, cabe analizar la posibilidad de diseñar un canal desde el río Maule y que alcance hasta el río Ancoa (Trazado N° 4) y que posteriormente continúe desde el río Ancoa hasta el Perquillauquén.

4.1.6 Estructura del Esquema N° 3

Resumiendo lo expresado en los puntos 4.1.4 y 4.1.5 respecto a las 2 posibilidades para estructurar el Esquema N° 3, cabe hacer presente que en ambos casos los Sistemas de Obras correspondientes estarían ligados en el sector sur de la cuenca a un canal de interconexión que captaría en el Maule, inmediatamente al pie de los cordones cordilleranos y que se trasaría por el valle hacia el sur de la cuenca.

Esta estructura es similar a la definida para operar en el modelo de simulación los Esquemas N° 1 y N° 2, debiéndose considerar naturalmente en cada caso las características y normas de operación que les corresponden.

En relación a la parte norte de la cuenca también se estima pertinente utilizar la estructura básica del mismo modelo de simulación con que se operaren los Esquemas N° 1 y N° 2. En efecto, aunque no existiera un canal de Restitución Machicura, el Regadio Integral de este sector de la cuenca exigiría de todas maneras una racionalización del actual sistema de canales que es extraordinariamente denso, difícil de operar y de mantener y es indudable que la tendencia a futuro será de ir unificando paulatinamente la red de canales existente y, por lo tanto, se estima válido considerar un canal que sirviendo como obra de conducción desde el río Maule hacia el norte, permitiría interconectar los ríos existentes en esta parte de la hoya y además unificar la red de canales indicados. (Canal Maule-río Claro).

Por la razón expuesta, se estima que el modelo de simulación utilizado para analizar hidrológicamente los Esquemas N°1 y N° 2 permitiría también estudiar el comportamiento del Esquema N° 3, incorporando en él las características y normas de operación propias de las obras de este Esquema N° 3. Sobre este último punto cabe hacer presente que en este sector norte de la cuenca deben incorporarse los embalses Panguilmo y Picazo, los cuales justamente apoyarían el área regada mediante el canal de interconexión que se ha indicado anteriormente.

4.2 Obras que conforman el Esquema N° 3

El Esquema de Riego N° 3 está constituido por todas las grandes obras de riego e hidroelectricidad que existen actualmente en la hoya del río Maule (ver punto 3.1 del Estudio del Esquema N° 1), a las cuales se agregarán nuevas obras de regulación y canales de interconexión.

Considerando que para el Esquema N° 3 se han definido 2 posibilidades, se indican a continuación las obras nuevas que corresponden a cada caso.

4.2.1 Alternativa N° 1 del Esquema N° 3 (Embalses de cabecera)

Embalses

Embalse Ancoa, sobre el río Ancoa, inmediatamente aguas arriba del estero La Sombra. Su capacidad alcanza a 103 millones de m³.

106 Embalse La Recova, sobre el río Achibueno, aguas abajo de la confluencia de este río con el estero Vega de Salas. Su capacidad alcanza a 167 millones de m³.

104 Embalse Lavadero, sobre el río Lavadero afluente del río Perquillauquén. Este embalse tendrá un volumen de regulación de 80 millones de m³. Se llenará mediante un canal alimentador que capta desde el río Perquillauquén y que tiene una capacidad de 7 m³/s.

Embalse El Picazo, ubicado en el estero de el mismo nombre, afluente del río Lircay. Su capacidad de regulación es de 72,5 millones de m³. Requerirá de un canal alimentador de 6 m³/s de capacidad que captará sus aguas desde el canal Maule Norte Bajo.

Embalse Panguilemo, sobre el río Lircay, un poco aguas arriba de su confluencia con el estero Picazo. Su capacidad de regulación es de 15 millones de m³.

15,5

Canales

Prelongación del Canal Melado - Longaví hasta el Estero Parral

Nuevo Canal Perquillauquén-Niquén

Canal Maule - Ancoa

Canal Ancoa - Perquillauquén

Canal Maule - Río Claro

En el plano VIII-6 se han indicado las obras que constituyan este Sistema de Regadío.

4.2.2 Alternativa N° 2 del Esquema N° 3 (Embalse Guaiquivilo, utilización del río Melado) (ver Plano VIII-7)

Embalses

Embalse Guaiquivilo, ubicado en el río Melado aguas arriba del estero La Puente. Su capacidad de regulación alcanza a 470 millones de m³.

Canales

El sistema de canales sería en este caso el mismo que se ha indicado para la alternativa N° 1 del Esquema N° 3. Indudablemente que las capacidades de los canales en esta alternativa N° 2, van a ser muy diferentes a las de la alternativa N° 1, lo cual se determinará a través del modelo de simulación.

4.2.3 Obras de Hidroelectricidad

Embalse Maule Melado. Está ubicado en el río Melado, cercano a su confluencia con el río Maule. Su volumen de regulación alcanza a 130 millones de m³, siendo su principal función crear un salto hidráulico utilizable para generar hidroelectricidad en la Central Maule-Melado.

4.1.1. Estructura Este último trazado ofrece varias ventajas frente los anteriores y es posible que aún a costos ligeramente mayores resulte más favorable esta solución. En efecto, el trazado N° 3, podría ser relativamente barato sólo si se realizara una ampliación de las obras existentes, ya que, un nuevo canal paralelo al actual es prácticamente imposible. Esta ampliación, sin embargo, tendría el grave inconveniente por una parte, que interferiría con el regadío actual, debiendo realizarse por ese motivo sólo trabajos de temporal cuenca.

Este hecho, indudablemente encarecería y dificultaría en forma significativa una obra que por su longitud (23 km) debería realizarse en varias temporadas. También los trabajos se verían dificultados por las condiciones climáticas de la zona, ya que al trabajarse sólo en invierno, la lluvia y nieve podrían provocar dificultades serias en el avance y costo de la ejecución de las obras. Es más pertinente utilizar la estructura básica del sistema de simulación con una segunda ventaja del trazado N° 4 se refiere a la flexibilidad y seguridad del sistema de regadío resultante. Al respecto, cabe hacer presente que, si las fuentes de abastecimiento se concentraran en su totalidad a través del Trazado N° 3, cualquier accidente o falla del canal, dejaría automáticamente sin agua gran parte del sector sur de la cuenca provocando, por lo tanto, problemas de gravedad al regadío correspondiente. El trazado N° 4 permitiría, salvo contrario, disponer de dos fuentes de abastecimiento importantes: el actual Canal Melado y un nuevo canal desde el río Maule. Esta duplicidad confiere una mayor seguridad al regadío y aunque al fallar alguno de estos canales sólo se contaría a través del otro con una parte de los recursos necesarios, ello podría ser suficiente como para sobrepasar una situación temporal de falla de abastecimiento. Cabe hacer notar, que en todo caso, el Trazado N° 4 sería por la zona del valle relativamente plana y, por lo tanto, estaría sometido a riesgos bastante menores que en el caso del trazado N° 3, en el que se desarrollan en laderas de cerro con problemas de estabilidad. Incorporarse los embalses Panguilmo y Perquillau a las fuentes justamente apoyarían al área regada mediante la conexión que se propone estudiar en definitiva la simulación hidrológica considerando un canal desde el Maule hasta el Ancoa (Trazado N° 4), el que se conectaría en este punto con el Canal Ancoa - Perquillauquén.

El embalse Maule-Melado prácticamente no ejerce ninguna influencia sobre el funcionamiento del Esquema de Riego N° 3 que corresponde a la Alternativa N° 1 (Embalses de cabecera). En efecto, al entregar la Central Hidroeléctrica Maule-Melado sus aguas al río Maule y dado el pequeño volumen de regulación del embalse, si se le compara con los caudales disponibles en el río Maule, es posible concluir que la distribución de caudales de dicho río no va a experimentar variaciones de importancia. Considerando además que en esta alternativa de embalses de cabecera sólo se necesitará un apoyo desde el río Maule que complemente sólo en ocasiones eventuales a estas obras de regulación de cabecera, se estima que el modelo de simulación es posible estructurarlo sin introducir Maule-Melado, ya que ello complicaría la operación del Sistema y no tendría, por otra parte, mayor influencia sobre los caudales utilizables del río Maule.

Para el caso de la Alternativa N° 2 del Esquema N° 3 (Embalse Guaiquivilo) se estima que tampoco es necesario introducir el embalse Maule-Melado, ya que si se decide construir el embalse Guaiquivilo, el que indudablemente sería de aprovechamiento conjunto para riego y energía hidroeléctrica, es muy poco probable que se justifique además la central Maule-Melado debido a que una parte significativa de los recursos de invierno para esta central sobre todo en año seco, se embalsarían en Guaiquivilo y se producirían condiciones de funcionamiento de ella bastante desfavorables.

Por las razones expuestas, se estima que no es necesario incluir dentro del modelo de simulación con que se analizarán las Alternativas N° 1 y N° 2 del Esquema de Riego N° 3, el embalse Maule - Melado cuya importancia es fundamentalmente para desarrollar un aprovechamiento hidroeléctrico.

4.2.4 Otras obras independientes

Del mismo modo que en el Esquema N° 1, las obras que funcionan independientes del Sistema General de Regadío, tales como el Sistema Tutuvén, se considera que no es necesario incluirlas en el modelo de simulación que analizará el Esquema N° 3. Ellas se analizarán aisladamente, utilizando para ello estudios de simulación específicos.

4.3 Operación del Sistema de Obras que constituyen el Esquema N° 3

4.3.1 Alternativa N° 1 (Embalses de Cabecera) (ver Figura VIII-6)

4.3.1.1 Consideraciones Generales

(VIII-8) En el Diagrama de Flujo y Zonificación (Plano) se han representado esquemáticamente las obras que constituyen esta Alternativa N° 1 del Esquema N° 3.

Para analizar la operación del Sistema de Regadío correspondiente, es necesario considerar diversos sectores de la cuenca que presentan diferencias de cierta significación entre ellos :

a) Áreas con Recursos No Regulados

En el norte de la cuenca existen sectores (01-a y 02-1) ubicados a cotas más altas que el Canal Maule Norte Alto y que sólo puedan regarse con los recursos de pasada de los ríos Claro y Lontué.

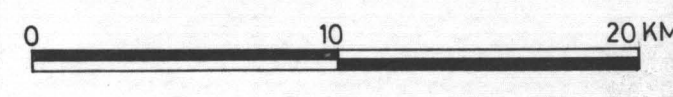
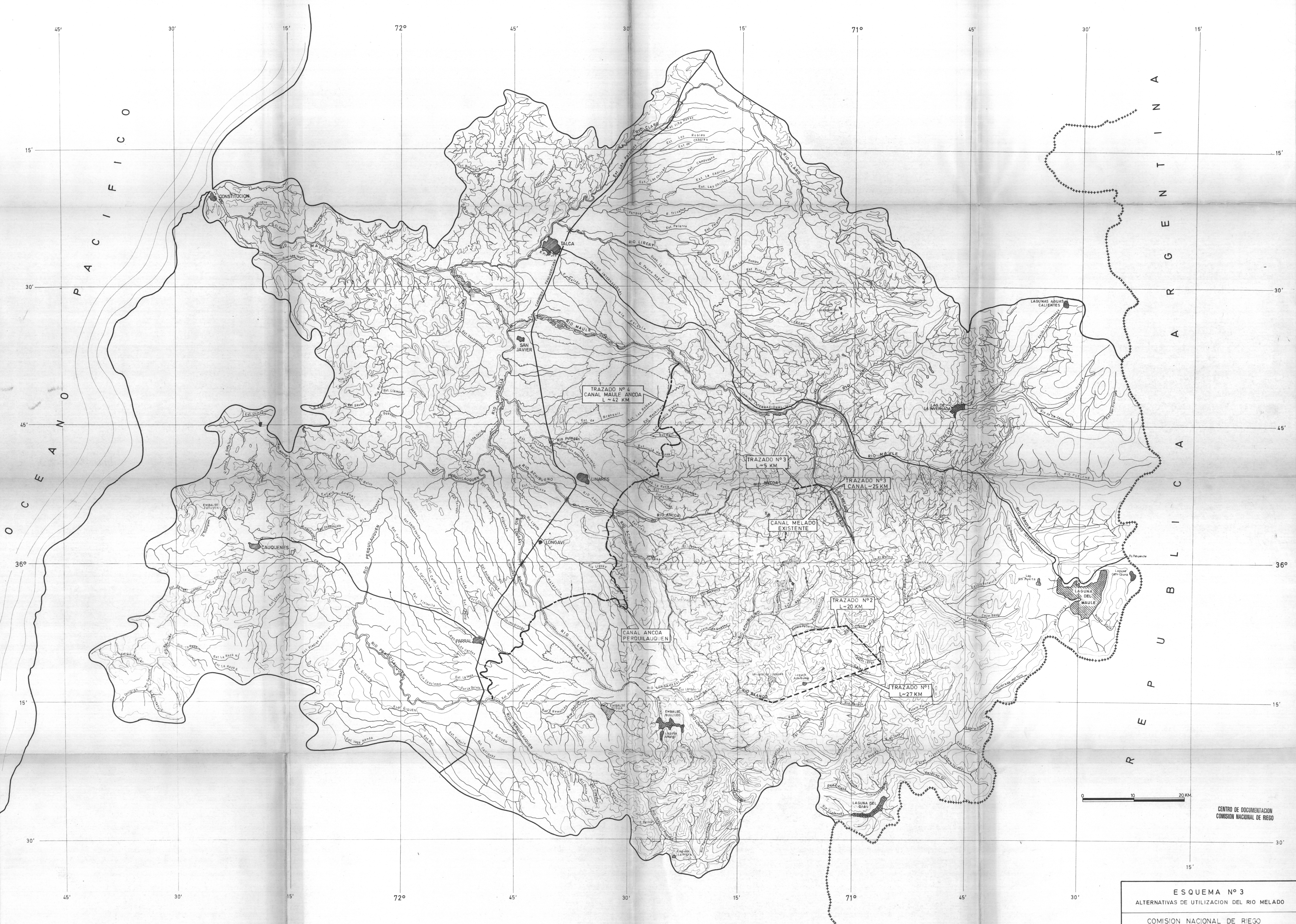
En el sector sur de la cuenca, esta misma situación se presenta en el curso superior del río Rari (04-c), donde una pequeña área queda a cotas más altas que los canales derivados del Embalse Ancoa.

b) Áreas con Recursos que cuentan con Regulación Propia.

(Embalses de Cabecera)

Estas áreas son aquellas que están a cotas más altas que los canales de interconexión Maule - Ancoa y Ancoa - Parquillanquén. Ellas se riegan mediante los diversos embalses de cabecera que forman parte de esta Alternativa N° 1 de Esquema de Regadío Integral N° 3.

Al respecto, pueden indicarse las siguientes áreas:



CENTRO DE DOCUMENTACION
COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESQUEMA N° 3
ALTERNATIVAS DE UTILIZACION DEL RIO MELADO

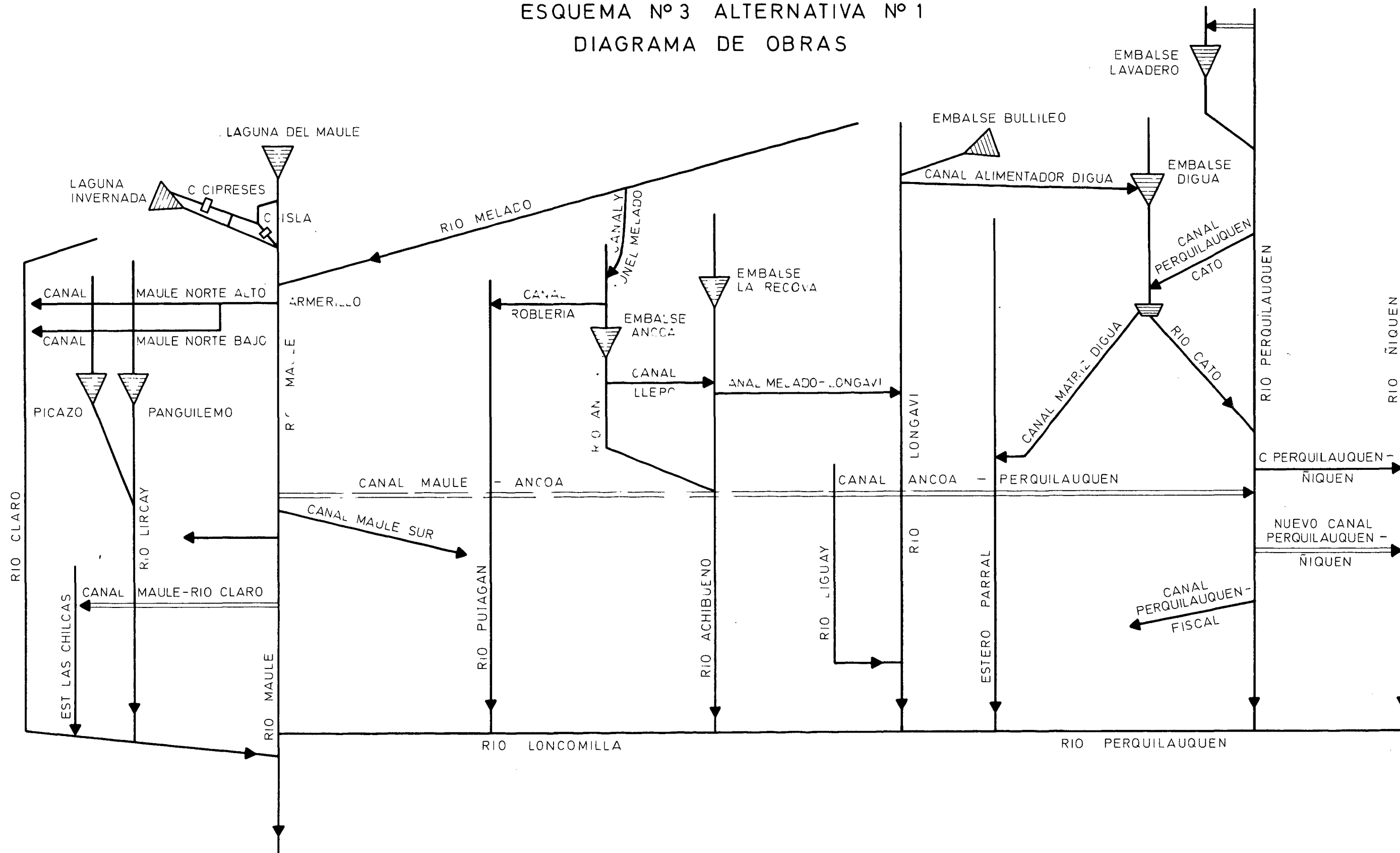
COMISION NACIONAL DE RIEGO
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MAULE

cedec
CONSORCIO DE PROFESIONALES CONSULTORES

N° EMISION	FORM.	PLANO N°	REV
	C	VIII - 5	

				△								△								EMISIONES							CLAVE	FECHA	
				△								△																ESCALA	DISEÑO GRANDES OBRAS
				△								△																CALCULO	
				△								△																REEMPLAZA AL PLANO	DIBUJO
				△								△																REEMPLAZADO POR PLANO	APROBO
DOCUMENTO	REFERENCIAS			REV	FECHA	DESCRIPCION				APR	FIRMA	REV	FECHA	DESCRIPCION				APR	FIRMA										

ESQUEMA Nº 3 ALTERNATIVA Nº 1
DIAGRAMA DE OBRAS



- Area servida por el Canal Melado y sus derivados. Esta área representa un sub-sistema de regadío cuyos recursos provienen del aporte del río Melado, a través del canal Melado, del embalse Ancoa, en el río Ancoa, y el embalse La Recova en el río Achibueno. Estas obras deberán operarse en forma tal que el aprovechamiento del conjunto de ellas sea óptimo, ya que ellas están ligadas a través del Canal Melado.
- Area Longaví - Niquén. Esta zona que representa el sector meridional de la cuenca, también constituye un sub-sistema, ya que entre los embalses Bullileo (río Longaví), Digua (río Cato) y Lavadero (estero Lavadero) existen interconexiones que indudablemente conducen a operar estas obras como conjunto.

c) Areas con Recursos Regulados en la Laguna del Maule

Esta área corresponde al resto de la cuenca. El regadío de ella se lograría por un sistema de obras que capta sus aguas del río Maule y que tendría en su cabecera como obra de regulación la Laguna del Maule.

Las obras principales del Sistema de Regadío que servirán a esta extensa área son las siguientes :

Embalses

Laguna del Maule, que como se ha dicho está ubicada en la cabecera del río Maule y, por lo tanto, su influencia se extenderá a la totalidad del área, ya sea hacia el norte o el sur.

Embalses Panguilemo y Pícaso. Constituirán obras complementarias de regulación de la Laguna del Maule. Su influencia abarcaría algunos sectores de la cuenca servidos por el Canal Maule Norte Bajo.

Canales

Canales Maule Norte Alto y Bajo.

Canales Taco General

Canal Maule - Río Claro

Canal Maule Sur

Canal Maule - Ancoa

Canal Ancoa - Perquillauquén

Canal Perquillauquén - Ñiquén

Los tres últimos canales permitirían apoyar el regadío del sector sur de la cuenca, el cual se basará en el aprovechamiento de los recursos de pasada existentes y de los regulados en los embalses de cabecera.

4.3.1.2 Operación del Sistema

Considerando lo expresado en el punto anterior, se estima adecuado establecer las siguientes etapas para operar las obras consultadas en la Alternativa N° 1 del Esquema N° 3.

1ª Etapa

El área ubicada sobre la cota de los canales Maule - Ancoa, Ancoa - Perquillauquén y Perquillauquén - Ñiquén utiliza en 1ª prioridad los recursos de pasada que la atraviesan.

Los déficit que en dicha área puedan producirse en algunas épocas son suplidos por entregas desde los embalses de cabecera.

Los embalses de cabecera se operarán de acuerdo a los subsistemas que se han definido en 4.3.1.1 b) y de modo que cada uno de ellos se utilice en forma óptima.

Los posibles excedentes que puedan producirse una vez satisfechas las necesidades de esta área de la cuenca, se considerarán como aportes a los canales de interconexión Maule-Ancoa, Ancoa-Perquillauquén y Perquillauquén-Ñiquén. Estos aportes se concentrarán en distintos puntos o nudos de las obras de interconexión indicadas.

2ª Etapa

Los terrenos de la parte sur de la cuenca ubicados a cotas inferiores que los canales Maule-Ancoa, Ancoa-Perquillauquén y Perquillauquén-Niquén, se regarán prioritariamente con los excedentes de los recursos de pasada resultantes después de haber regado el área situada sobre la cota de esos canales. Los déficit que subsistan en la zona bajo los canales de interconexión se suplen con los excedentes de los embalses de cabecera, una vez asegurado el riego de los sectores altos.

Finalmente, si una vez utilizados los recursos anteriores persisten déficit en algunas áreas, deberá apoyarse al Sistema mediante caudales extraídos desde el río Maule y que serían conducidos hasta dichas zonas deficitarias mediante los canales de interconexión. Estos aportes del río Maule constituirían una demanda que designaremos como D₁ (ver Figura VIII-7)

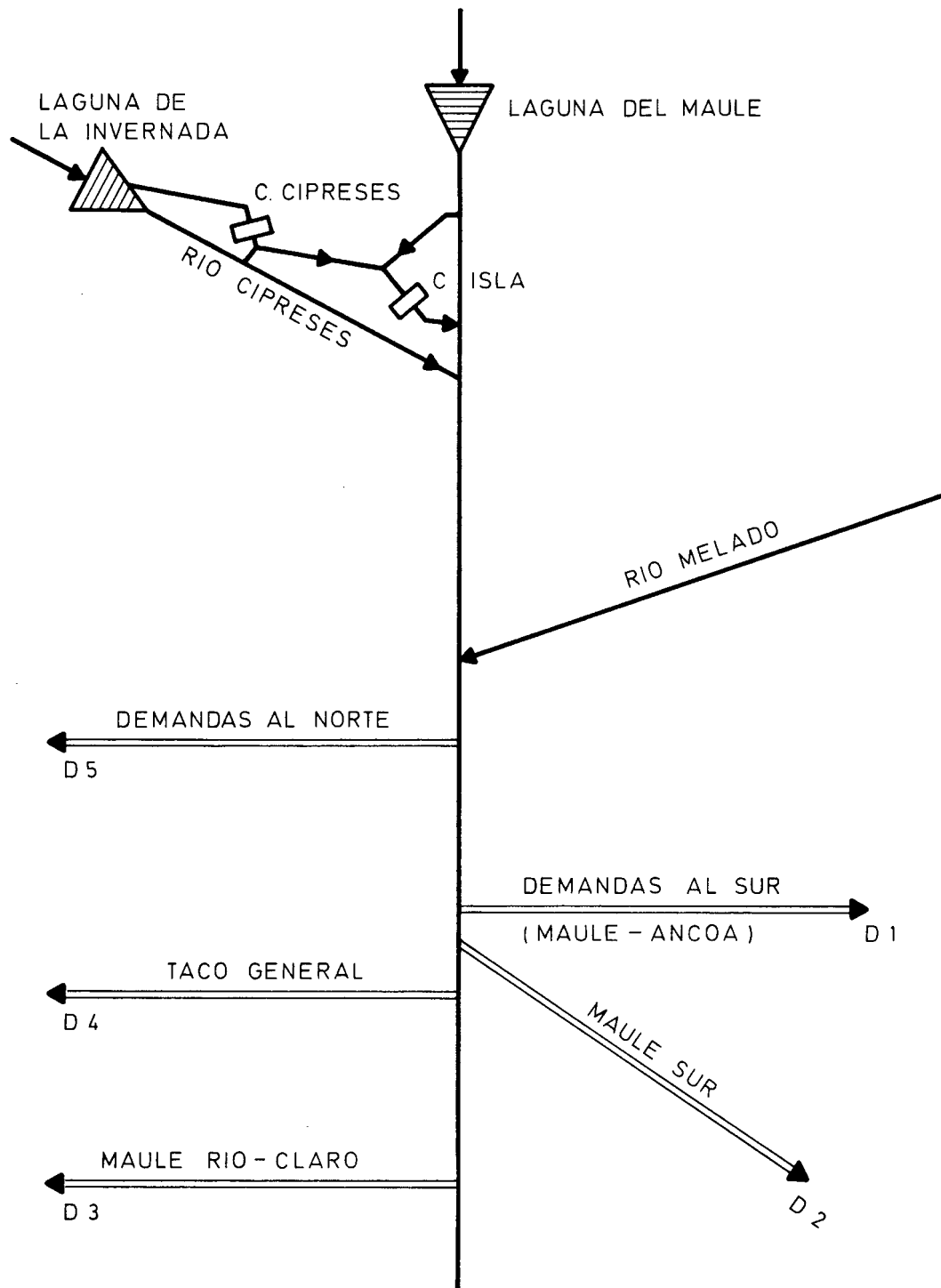
En la época de deshielo en la cual se producen grandes caudales en el río Maule, los que por falta de regulación se perderían, es posible utilizar aquellos que sean excedentes (después de haber satisfecho el resto de las demandas al Maule) en la zona bajo los canales Maule-Ancoa, Ancoa-Perquillauquén y Perquillauquén-Niquén. De esta manera sería posible retardar la utilización de los embalses de cabecera y, por lo tanto, optimizar el Sistema Integral.

3ª Etapa

En esta Alternativa N° 1 del Esquema N° 3, la tercera etapa correspondería al regadío que utiliza aguas del río Maule como fuente principal.

Prioritariamente deben aprovecharse los recursos de pasada correspondientes a los recursos locales (río Claro, Lircay y Rari) y a los del río Lontué, pertenecientes a la hoya del Mataquito. Los déficit que subsistan deben suplirse con recursos de pasada del río Maule, los que se captarán mediante el Sistema Maule Norte (Alto y Bajo), el Sistema Maule Sur, Canales Taco General y Canal Maule-Río Claro. Tales captaciones constituyen las demandas localizadas en las riberas del río Maule D₂, D₃, D₄ y D₅. (ver Figura VIII-7).

ESQUEMA Nº 3 ALTERNATIVA Nº 1 OPERACION RECURSOS DEL RIO MAULE



- Areas con recursos no regulados
- Areas con recursos que cuentan con regulación propia
- Areas con recursos regulados en la Laguna del Maule y en el embalse Guaiquivilo (ver Figura VIII-9).

4.4 Definición de Nudos Hidrológicos

4.4.1 Alternativa N° 1 de Esquema N° 3

Considerando que la Estructura del Esquema N° 3 es similar a la de los Esquemas N° 1 y N° 2, los nudos hidrológicos son los mismos que se describieron para dichos esquemas.

A continuación se incluye el cuadro de estos nudos hidrológicos :

Finalmente, una vez utilizados todos los recursos de pasada, se aprovecharán los embalses de regulación El Picazo y Panguilemo, dejando como última reserva la Laguna del Maule, considerando su carácter multianual.

De lo expuesto en los puntos anteriores puede concluirse finalmente que el Esquema N° 3 (Alternativa N° 1) se ha concebido como un Sistema de utilización de recursos basado en la operación de los caudales disponibles del río Maule, desde donde se suplementan las necesidades deficitarias para riego y otros usos que se produzcan en la hoya. Se exceptúan de este Sistema de utilización las zonas ubicadas sobre los canales de interconexión, debido a que por problemas de cota ellas no pueden integrarse al Sistema anterior.

En el modelo de simulación correspondiente se incorporarán las centrales Isla y Cipreses, de modo que el análisis incluya la hidroelectricidad y constituya, por lo tanto, un aprovechamiento integral de recursos.

4.3.2 Alternativa N° 2 (Embalse Guaiquivilo) (ver Figura VIII-8)

4.3.2.1 Consideraciones Generales

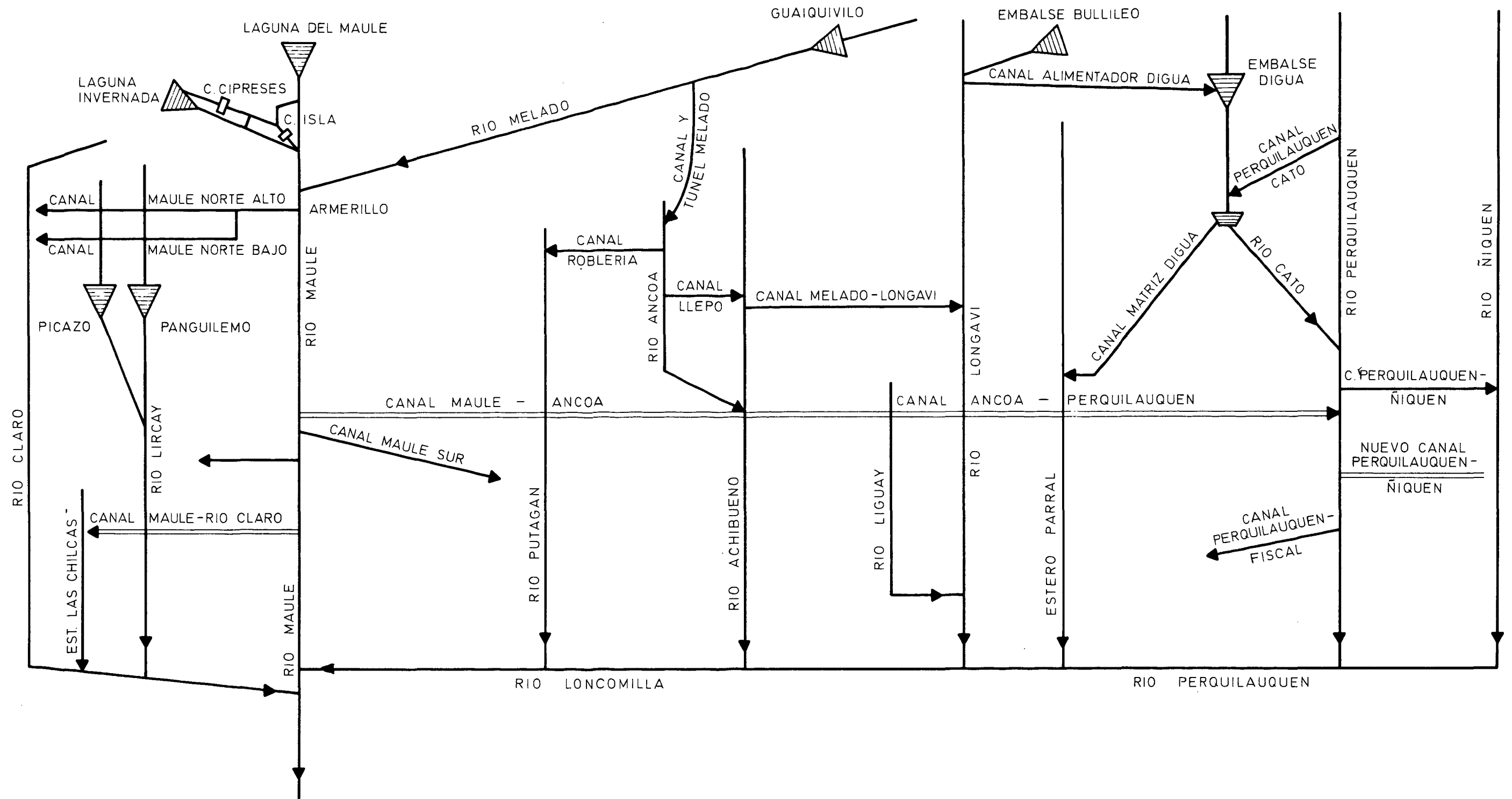
En el Diagrama de Flujo y Tonificación (Plano VIII-9) se han representado esquemáticamente las obras que constituyen esta Alternativa N° 2 de Esquema de Regadío Integral N° 3.

Esta Alternativa N° 2 es similar a la N° 1, pero reemplazando los embalses de cabecera por el embalse Guaiquivilo. Este último embalse por estar ubicado en el río Melado, afluente del Maule, refuerza los recursos de este y, por lo tanto, al Sistema dorsal del regadío de la cuenca.

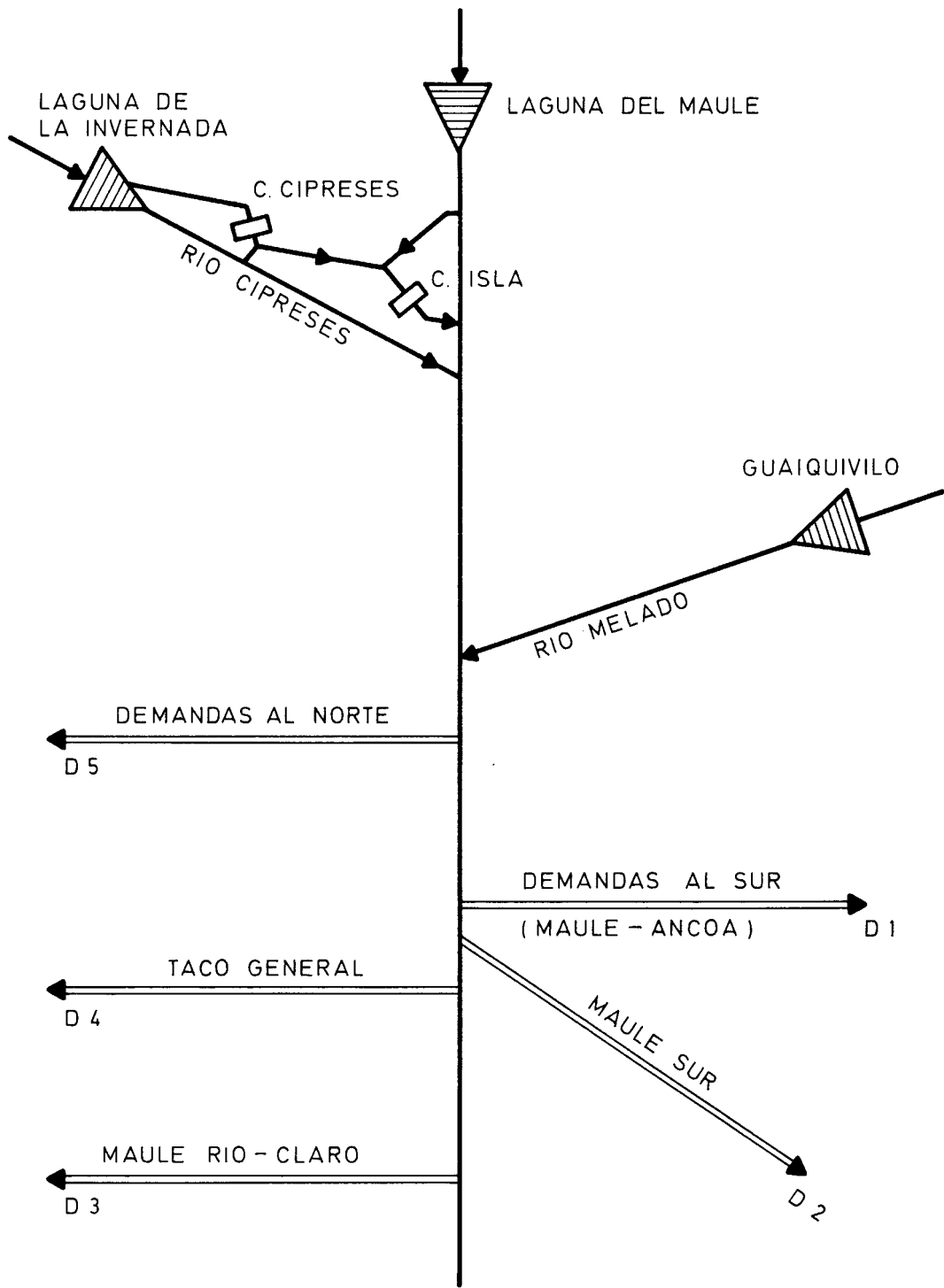
4.3.2.2 Operación del Sistema

Esta Alternativa N° 2 deberá operarse de la misma manera que la N° 1, debiendo distinguirse también los mismos sectores principales :

ESQUEMA Nº 3 ALTERNATIVA Nº 2
DIAGRAMA DE OBRAS



ESQUEMA Nº 3 ALTERNATIVA Nº 2
OPERACION RECURSOS DEL RIO MAULE



CUADRO DE NUDOS HIDROLOGICOS

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
A1	Río Claro en punto de alimentación sector 02-k (poco a. abajo de descarga entero La Viña).	02-k	- Caudales desviados del río Lontué - Sobrantes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a, 02-d y 01-b y el sector 02-h, - Posibles aportes desde río Maule por medio del canal Maule Norte Alto, en caso de no contar con los recursos del río Lontué
A2	Río Claro en punto de alimentación sector 02-1 (poco a. arriba de descarga entero Agua Fría)	02-1, 01-a	- Caudales del río Claro en régimen natural
A3	Río Claro en toma canal San Rafael	02-d, 01-b	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a. - Recuperaciones de riego recogidas en el río Claro.
A4	Río Claro en punto de alimentación sector 02-h	02-h	- Excedentes río Claro luego de regados los sectores 02-1, 01-a, 02-d y 01-b. - Sobrantes río Lontué

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
B1	Punto de captación del canal Maule Norte Bajo (2ª sección) en el río Lircay	02-g	- Caudales del río Lircay en régimen natural
		02-h	- Aportes del río Maule desde Armerillo a través de canal Maule Norte Bajo - Efecto regulador de los embalses Picazo y Pangullemo
B2	Bocatoma Armerillo de canal Maule Norte (Tronco)	02-j	- Hoya intermedia río Maule entre Laguna del Maule y Armerillo considerando la operación de la Laguna La Invernada y excluyendo entregas desde río Melado a canal Melado - Aportes desde Laguna del Maule
		02-i	
		02-f	
C1	Río Maule en bocatoma canales Maule Sur y Taco General	02-e 03-a	- Aportes desde el río Maule para el riego de la zona
D1	Río Claro en punto de alimentación sector 01-c (confluencia con río Lircay)	01-c	- Excedentes río Claro en el nudo
		01-d	- Sobrantes río Lircay en su confluencia con el Claro incluyendo Embalses Pangullemo y Picazo - Recuperación de riego - Aportes desde el río Maule a través del Canal Maule - Río Claro

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
D2	Confluencia de río Lircay y canal Maule - Río Claro	02-c 02-b	- Excedentes río Lircay en el nudo - Recuperaciones de riego - Aportes desde río Maule a través del canal Maule-Río Claro - Efecto regulador de los embalses Picaso y Pangullemo
D3	Río Maule en bocatoma canal Maule - Río Claro	02-a 03-b	- Recuperaciones de riego - Aportes desde río Maule
D4	Río Maule en bocatoma Canal Maule - Ancoa	ver último nudo	- Río Maule
E1	Bocatoma canal Melado Longaví en río Achibueno	06-a 05-b 04-m	- Caudales río Achibueno en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponible en bocatoma canal Llepo una vez regados los sectores 04-h y 04-k (25%) y sectores 04-b, 04-i y 04-e. - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa, canal Llepo y canal Melado - Longaví - Recursos regulados en el embalse Ancoa - Recursos regulados en el embalse La Recova

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
E2	Bocatoma canal Rabones en río Putagán	04-b 04-i 04-e	- Caudales río Putagán en régimen natural - Caudales de río Ancoa (régimen natural) disponibles en bocatoma canal alimentador Roblería, luego de abastecidos los sectores 04-h y 04-k (25%) - Aportes desde río Melado a través de canal Melado, río Ancoa y canal alim. Roblería
E3	Bocatoma canal alimentador Roblería en río Ancoa	04-h 04-k (25%)	- Caudales río Ancoa en régimen natural - Aportes desde río Melado a través del canal Melado, río Ancoa.
R1	Río Rari en punto de alimentación sector 04-c (poco a. abajo descarga estero Juan Filo)	04-c	- Caudales río Rari en régimen natural
F1	Río Longaví en bocatoma canal alimentador Digua	06-b 05-a 07-c	- Caudales río Longaví en régimen natural (excluyendo río Bullileo). - Aportes desde embalse Bullileo (incluyendo rebases)

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
F2	Río Longaví en bocatoma del canal Melado-Longaví	05-b 06-a	- Caudales de pasada del río Longaví una vez abastecidos los sectores 05-a, 06-b, 07-c y las entregas al canal alimentador Digua hasta llenar este embalse. - Sobrantes del canal Melado-Longaví para regar el sector 06-a. - Aportes desde el embalse Ancoa a través del canal Llepo y Melado-Longaví - Aportes desde el embalse La Recova a través del canal Melado-Longaví
G1	Bocatoma canal Perquillauquén - Cate en río Perquillauquén	08-a 07-m	- Caudales río Perquillauquén en régimen natural - Aportes del embalse Lavadero (incluyendo rebases)
G2	Bocatoma canal Perquillauquén - Niquén en río Perquillauquén	08-b	- Excedentes río Perquillauquén luego de abastecidos los sectores 08-a y 07-m - Aportes desde embalse Digua - Aportes del embalse Lavadero (incluyendo rebases)

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
G3	Bocatoma canal Matriz Digua en río Cato	07-b 07-j 07-k 07-l	- Excedentes río Perquillauquén una vez asegurado el riego de los sectores 08-a, 07-m y 08-b, desviados a través del canal Perquillauquén - Cato - Aportes desde embalse Digua - Aportes desde el embalse Lavadero a través del canal Perquillauquén-Cato
H1	Confluencia del río Loncomilla y río Longaví	09-c	- Sobrantes y recuperaciones del río Perquillauquén y del río Longaví después de regar zonas situadas aguas arriba
H3	Confluencia del río Perquillauquén y Niquén	11-h 09-d	- Sobrantes y recuperaciones del río Perquillauquén después de regar las zonas de aguas arriba.
H4	Descarga de nuevo canal Perquillauquén-Niquén en río Niquén	08-c	- Caudales río Niquén en régimen natural - Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Ancoa-Perquillauquén provenientes del riego del área situada sobre éste - Aportes desde río Maule a través de Canal Maule - Ancoa y Ancoa-Perquillauquén

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
H5	Descarga Ancoa-Perquillauquén en río Perquillauquén	07-f	- Excedentes de aportes concentrados en nudos de canal Maule - Ancoa - Perquillauquén provenientes del riego de las zonas situadas sobre éste. - Recuperaciones de riego - Aportes desde río Maule
H6	Confluencia del estero Parral con Ancoa - Perquillauquén	07-i 07-h 07-g 07-a 07-e 07-d 06-m	Idem H5
H7	Confluencia del río Longaví con Canal Ancoa-Perquillauquén	06-j 06-i 06-l 06-k 06-h 06-g 06-f 06-e 06-d 06-c 05-c	Idem H5 y H6

Nombre Nudo	Descripción	Sectores de riego asociados	Recursos disponibles en el nudo
H8	Confluencia del río Achiburno con canal Ancoa-Perquillauquén	04-n, 04-l 04-j (20%)	Idem H5, H6 y H7
H9	Canal Maule Ancoa en punto de alimentación sector 04-j (80%)	04-j (80%)	Idem H5, H6, H7 y H8
H10	Confluencia del río Putagán con Canal Maule-Ancoa	04-g 04-d	Idem H5 a H9
D4	Río Maule en bocanoma Canal Maule-Ancoa	04-a 04-f 03-e 09-d	- Río Maule

4.4.2 Alternativa N° 2 del Esquema N° 3

En este caso los audos serán los mismos que para la Alternativa N° 1. La única diferencia se produce en los recursos, y a que desaparecen los embalses de Cabecera : Lavadero, La Recova y Ancos; y se agrega el embalse Guaiquivilo, el que suplementa los recursos del río Maule