

**REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DIRECCION DE RIEGO**

**ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO
DEL PROYECTO ACONCAGUA
V REGION**

VOLUMEN II

- 1. CARACTERIZACION DEL VALLE**
 - 1.1 DESCRIPCION DEL AREA Y RECOPILACION DE ANTECEDENTES**
 - 1.2 DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DE LA REGION**

NOVIEMBRE 1995

VOLUMEN II

INDICE

	PAGINA
1. CARACTERIZACION DEL VALLE	1.1.1.1
1.1 DESCRIPCION DEL AREA Y RECOPIACION DE ANTECEDENTES	1.1.1.1
1.1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA	1.1.1.1
1.1.1.1 Localización geográfica	1.1.1.1
1.1.1.2 Antecedentes políticos y administrativos	1.1.1.1
1.1.1.3 División con fines de análisis y planificación	1.1.1.4
1.1.1.4 Características demográficas	1.1.1.6
1.1.1.5 Características socio económicas	1.1.1.9
1.1.1.6 Servicios e infraestructura	1.1.1.13
1.1.1.6.1 Transporte	1.1.1.13
1.1.1.6.2 Energía Eléctrica	1.1.1.17
1.1.1.6.3 Contaminación Industrial	1.1.1.18
1.1.2 RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES	1.1.2.1
1.1.2.1 Antecedentes topográficos	1.1.2.1
1.1.2.2 Antecedentes agronómicos	1.1.2.1
1.1.2.3 Antecedentes hidrológicos y sedimentológicos	1.1.2.3
1.1.2.3.1 Banco Nacional de Aguas y Dirección Meteorológica de Chile	1.1.2.4
1.1.2.3.2 Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. CICA (1992)	1.1.2.6
1.1.2.3.3 Análisis estadístico de caudales en los ríos de Chile. Bf Ingenieros Civiles (1992)	1.1.2.8

1.1.2.3.4	Estudio de Factibilidad. Embalse Puntilla del Viento Estudio Hidrológico. Electrowatt (1988)	1.1.2.8
1.1.2.3.5	Recuperaciones del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canales (1970)	1.1.2.9
1.1.2.3.6	Informes relativos al tema de las recuperaciones. Mediciones	1.1.2.9
1.1.2.3.7	Generación de nueva información hidrológica	1.1.2.10
1.1.2.4	Antecedentes recursos hídricos subterráneos	1.1.2.11
1.1.2.4.1	Levantamientos Geológicos	1.1.2.12
1.1.2.4.1.1	Geomorfología	1.1.2.12
1.1.2.4.1.2	Geología Regional	1.1.2.13
1.1.2.4.1.3	Estructura	1.1.2.15
1.1.2.4.1.4	Historia Geológica	1.1.2.16
1.1.2.4.1.5	Geología de Subsuperficie	1.1.2.16
1.1.2.4.2	Catastro de sondeos, norias y vertientes	1.1.2.17
1.1.2.4.3	Estudios Hidrogeológicos Zonales	1.1.2.18
1.1.2.4.4	Mediciones de niveles estáticos y dinámicos en diferentes fechas	1.1.2.19
1.1.2.4.5	Ejecución de pruebas de bombeo y determinación de características hidráulicas	1.1.2.24
1.1.2.4.6	Mediciones y determinaciones de calidad química de las aguas	1.1.2.29
1.1.2.4.7	Determinación de volúmenes extraídos desde los diferentes pozos	1.1.2.30
1.1.2.4.8	Balances de aguas subterráneas por sectores	1.1.2.33
1.1.2.4.9	Estudio de pérdidas en canales e infiltración en predios de regadío	1.1.2.34
1.1.2.4.10	Estudio de pérdidas y recuperación en los lechos de los ríos	1.1.2.36
1.1.2.4.11	Otros antecedentes de interés hidrogeológico general	1.1.2.37
1.1.2.4.12	Bibliografía	1.1.2.37
1.1.2.5	Antecedentes derechos de aguas	1.1.2.40
1.1.2.5.1	Organización de usuarios	1.1.2.55
1.1.2.6	Antecedentes anteproyectos obras	1.1.2.55
1.1.2.6.1	Embalse Puntilla del Viento	1.1.2.55
1.1.2.6.2	Embalse Los Angeles y Túnel Veta del Agua	1.1.2.57
1.1.2.6.3	Canales Jahuel Y El Tártaro	1.1.2.58
1.1.2.6.4	Canal Alimentador Embalse Aromos	1.1.2.59
1.1.2.6.5	Anteproyectos Estudio CICA 1982	1.1.2.59

1.2	DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DE LA REGION	1.2.1.1
1.2.1	INTRODUCCION	1.2.1.1
1.2.2	CLIMA Y AGROCLIMA	1.2.2.1
1.2.2.1	Generalidades	1.2.2.1
1.2.2.2	Descripción de principales variables meteorológicas	1.2.2.2
1.2.2.2.1	Factores Generadores del Clima Regional	1.2.2.2
1.2.2.2.2	Situación Hídrica	1.2.2.3
1.2.2.2.3	Situación Termal	1.2.2.4
1.2.2.3	Divisiones agroclimáticas e implicancias agronómicas	1.2.2.8
1.2.2.3.1	Zona Agroclimática Litoral	1.2.2.12
1.2.2.3.2	Zona Agroclimática Costera Interior	1.2.2.14
1.2.2.3.3	Zona Agroclimática Central	1.2.2.16
1.2.2.4	Documentos consultados	1.2.2.18
1.2.3	SUELOS	1.2.3.1
1.2.3.1	Consideraciones sobre el sistema de capacidad de uso de suelo	1.2.3.1
1.2.3.2	Características principales de los suelos del área por zonas	1.2.3.3
1.2.3.3	Potencial productivo de los suelos en las áreas de secano bajo cota de canal	1.2.3.5
1.2.3.4	Potencial productivo de los suelos ubicados sobre la cota de canal	1.2.3.8

ANEXO 1.2.1: Antecedentes climatológicos

1. CARACTERIZACION DEL VALLE

1.1 DESCRIPCION DEL AREA Y RECOPIACION DE ANTECEDENTES

1. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA

1.1 LOCALIZACION GEOGRÁFICA

El área de estudio se ubica en Chile continental, en el extremo sur occidental del continente Americano. (fig. 1.1.1.3)

El límite Norte del área del estudio está constituido por la divisoria de aguas entre la hoya del río Petorca y las del río Choapa y estero Guaquén; su límite sur es la divisoria de aguas entre la hoya del río Aconcagua y las del río Maipo y estero Marga-Marga; el límite este es el límite internacional con la República Argentina y el límite oeste es el océano Pacífico.

Las coordenadas geográficas extremas del área del proyecto son los paralelos $32^{\circ} 02'$ y $33^{\circ} 11'$ de latitud sur y los meridianos $69^{\circ} 59'$ y $71^{\circ} 33'$, de longitud oeste.

La distancia máximo en dirección norte sur es de 118 km, la que se manifiesta en la longitud $71^{\circ} 03'$, en dirección este oeste, la distancia máxima es de 141 km en la latitud $32^{\circ} 45'$.

El área de estudio queda en su totalidad comprendida en la superficie que cubre la V Región del país, ocupando gran parte de ésta. En efecto la V Región cubre una superficie de 16.378 km², y el área del proyecto alcanza a 12.470 km².

1.2 ANTECEDENTES POLITICOS Y ADMINISTRATIVOS

Chile está dividido en doce Regiones Administrativas, cada una de las cuales conforman una unidad geográfica cuyos recursos naturales y humanos la proveen de una base sólida para su desarrollo socio económico.

Dentro de cada Región, se distinguen unidades geográficas secundarias denominadas Provincias, cuyo destino productivo característico y predominante es diferenciado y contienen un núcleo de atracción urbano (ciudad) al que confluye el sistema vial de la unidad geográfica.

1.1.1.2

En cada Provincia existen Comunas, que corresponden a unidades geográficas menores y que poseen el rol de nexos regional - provincial y local.

Tal como se indicó anteriormente el área del proyecto se encuentra ubicada totalmente dentro de la V Región, la que tienen las Provincias y Comunas que se indican en el cuadro siguiente señalando también la superficie que cubren. En figura N° 1.1.1.1 se muestra la ubicación en planta de cada una de las comunas.

En la figura N° 1.1.1.2 se muestra en líneas generales la estructura de gobierno y administración nacional, regional, provincial y comunal.

El gobierno regional depende directamente del Ministerio del Interior. Los sistemas de gobierno regional, provincial y comunal se estructuran jerárquicamente; El Intendente Regional, autoridad encargada de dirigir y administrar la Región, asesorado por un consejo Regional de Desarrollo y por una secretaría Regional de Planificación y Coordinación; los Gobernadores Provinciales, representan a la autoridad regional en las provincias de la región, asistido por un comité técnico asesor provincial y por un consejo comunal de desarrollo y una secretaría Comunal de Planificación. En la Comuna de Valdivia la base del sistema, ya que en ella tiene lugar la participación organizada de la comunidad.

Los Ministerios dentro del sistema, actúan descentralizadamente, siendo representados en la Región por las secretarías Regionales Ministeriales, de la que dependen los servicios públicos que maneja cada ministerio.

1.1.1.3

DIVISION ADMINISTRATIVA DE LA V REGION

PROVINCIA	CAPITAL	COMUNA	SUPERF.	SUPERF
Valparaíso	Valparaíso	Valparaíso	46.900 <u>1/</u>	273.890
		Viña de Mar	19.950 <u>2/</u>	
		V. Alemana	10.910 <u>2/</u>	
		Quilpué	52.670 <u>1/</u>	
		Casablanca	95.460	
		Quintero	16.040	
		Puchuncaví	31.960	
San Antonio	San Antonio	San Antonio	50.250 <u>1/</u>	164.080
		Sto Domingo	54.400 <u>1/</u>	
		Cartagena	25.520 <u>1/</u>	
		El Tabo	8.500 <u>1/</u>	
		El Quisco	5.450 <u>1/</u>	
		Algarrobo	19.960 <u>1/</u>	
Isla de Pascua	Hanga Roa	Isla de Pascua	16.270 <u>1/</u>	16.270
Quillota	Quillota	Quillota	31.950	161.330
		Nogales	42.900	
		Hijuelas	9.930	
		Calera	21.450	
		La Cruz	5.840	
		Limache	21.230	
		Olmué	22.030	
Petorca	La Ligua	La Ligua	104.120	471.120
		Petorca	154.460	
		Cabildo	169.800	
		Zapallar	26.330	
		Papudo	16.410	
San Felipe	San Felipe	San Felipe	11.850	248.940
		Panquehue	10.650	
		Catemu	35.020	
		Putendo	131.820	
		Santa María	18.700	
		Llay Llay	34.900	
Los Andes	Los Andes	Los Andes	123.240	302.190
		Calle Larga	31.620	
		San Esteban	134.530	
		Rinconada	12.800	
SUPERFICIE TOTAL V REGION				1.631.820

1.1.1.4

- 1/ : Comunas ubicadas fuera del área del proyecto.
- 2/ : De las comunas de Viña de Mar y Villa Alemana, sólo se incluyen en el área del proyecto 9.980 ha y 5.460 ha respectivamente.

Fuente: CONARA, Junio 1976

1.3 DIVISION CON FINES DE ANALISIS Y PLANIFICACION

Debido a la gran extensión del área del estudio y a la complejidad de las distintas situaciones que se visualizan dentro de ella, se ve la necesidad de dividir las áreas homogéneas que permitan analizar racionalmente los diversos factores que definen la estructura de producción.

Para ello, se ha adoptado la división que se consideró en el Estudio Integral de Riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca" efectuado por CICA del año 1982, la que ha considerado la distribución y uso del agua de riego como principal factor de incidencia.

En esta división se han definido siete zonas de planificación y treinta sectores de riego que se explican a continuación y que se muestran en la figura 1.1.1.4.

- Zona 1 Abarca la parte alta del valle de Aconcagua, entre San Felipe y Los Andes y corresponde casi exactamente a la Primera Sección Legal del río. En ella se encuentran los sectores de riego 1 y 2.
- Zona 2 Corresponde al valle del río Putaendo y comprende los sectores 3, 4 y 5.
- Zona 3 Corresponde a la mayor parte de la Segunda Sección Legal del río Aconcagua e incluye los sectores 6 al 9.
- Zona 4 Comprende la parte inferior del valle de Aconcagua y corresponde al conjunto de la Tercera y Cuarta Sección Legal del río. En ella se encuentran los sectores 10 al 16 y parte del 11.1.
- Zona 5 Abarca los valles interfluviales comprendidos entre los valles de Aconcagua y Petorca. Incluye los valles de los esteros Catapilco, Puchuacaví y Quintero en los cuales se hallan parte de los sectores 17 y 24.

1.1.1.5

- Zona 6 Corresponde al valle del río Ligua y sus afluentes;
incluye los sectores 18 al 23 y parte del 24.
- Zona 7 Corresponde al valle del río Petorca y sus afluentes;
incluye los sectores 25 al 30.

En el cuadro de la página siguiente se entrega la relación de las zonas mencionadas con la división administrativa de la V Región.

ZONIFICACION DEL AREA DEL ESTUDIO

ZONA	PROVINCIA	COMUNA	SUPERF. TOTAL (ha)
1	Los Andes	Los Andes	123.240
	Los Andes	Calle Larga	31.620
	Los Andes	Rinconada	12.800
	Los Andes	San Esteban	134.530
	San Felipe	Santa María	18.700
	San Felipe	San Felipe	11.850
Sub Total			332.740
2	San Felipe	Putendo	131.820
3	San Felipe	Catemu	35.020
	San Felipe	Panquehue	10.650
	San Felipe	Llay Llay	34.900
Sub Total			80.570
4	Quillota	Hijuelas	9.930
	Quillota	Calera	21.450
	Quillota	Nogales	42.900
	Quillota	La Cruz	5.840
	Quillota	Quillota	31.950
	Quillota	Limache	21.230
	Quillota	Olmué	22.030
	Valparaíso	Villa Alemana	5.460 <u>1/</u>
	Valparaíso	Viña del Mar	9.980 <u>1/</u>
	Valparaíso	Quintero	16.040
Sub Total			192.810

1.1.1.6

5	Valparaíso	Puchuncaví	31.960
	Petorca	Zapallar	26.330
Sub Total			58.290
6	Petorca	Papudo	16.410
	Petorca	La Ligua (dto. 1 al 6 y dto. 13)	26.030
	Petoca	Cabildo	169.800
Sub Total			212.240
7	Petorca	La Ligua (dto. 7, 11 y 12)	78.090
	Petorca	Petorca	154.460
Sub Total			78.090
TOTAL			1.241.020

1/ : Parcialmente incluidas en el área.

Fuente: CICA 1982

La zonificación establecida para abordar el estudio se ha utilizado para referir a ella tanto la información, edafológica, de riego, de disponibilidad de agua, etc., así como para la posterior evaluación económica de las alternativas de desarrollo, sin perjuicio de establecer sub-zonas o agregar dos o más zonas cuando las condiciones y variabilidad de factores involucrados así lo aconsejen.

1.4 CARACTERISTICAS DEMOGRAFICAS

De acuerdo al censo nacional de 1992, la participación de la V Región en la población nacional es del orden del 10,4%, cifra que no ha variado significativamente en los últimos 30 años. Con más de un millón trescientos mil habitantes, es la tercera del país después del área metropolitana y de la VIII Región.

Aproximadamente el 40% de la población de la Región vive en el área del estudio, y gran parte del resto se concentra en las grandes ciudades que se ubican fuera del área, tales como Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué y San Antonio que concentran aproximadamente un

1.1.1.7

56% de la población de la Región. En el cuadro, que se muestra en al página siguiente, se entrega un detalle de la población total, urbana y rural que registró el censo del año 1992 en las diferentes comunas.

POBLACION V REGION (CENSO 1992)

Provincia	Comuna	Población (N° habitantes)		
		Urbana	Rural	Total
Petorca	La Ligua	19.394	1.928	21.322
	Petorca	2.742	6.531	9.273
	Cabildo	10.713	6.807	11.520
	Zapallar	2.444	2.110	4.554
	Papudo	3.613	283	3.896
		38.906	23.659	62.565
Los Andes	Los Andes	46.346	3.401	49.747
	San Esteban	4.970	1.183	12.153
	Calle Larga	4.829	5.031	9.860
	Rinconada	4.540	1.225	5.765
		60.685	16.840	71.525
San Felipe	San Felipe	46.542	8.049	54.591
	Putendo	6.027	6.779	12.806
	Sta. María	5.466	6.109	11.575
	Panquehue	2.465	3.435	5.900
	Llay Llay	15.142	5.134	20.276
	Catemu	6.058	5.237	11.295
		81.700	34.743	116.443
Quillota	Quillota	56.819	10.188	61.007
	La Cruz	8.435	2.336	10.771
	Calera	44.422	1.354	45.776
	Nogales	14.632	4.037	18.669
	Hijuelas	6.686	1.252	13.938
	Limache	29.693	5.269	34.962
	Olmué	8.602	4.001	12.603
		169.289	34.437	203.726

1.1.1.8

Provincia	Comuna	Población (N° habitantes)		
		Urbana	Rural	Total
Valparaíso	Valparaíso	281.707	1.133	282.840
	Viña del Mar	303.589	614	304.203
	Quintero	16.119	1.677	11.796
	Puchuncavi	8.765	1.896	10.661
	Quilpué	102.233	1.970	104.203
	V. Alemana	70.663	1.009	71.672
	Casablanca	10.302	6.288	16.590
	Jn. Fernandez	0	488	488
		793.378	15.075	808.453
San Antonio	San Antonio	74.742	3.416	78.158
	Cartagena	10.318	1.588	11.906
	El Tabo	4.208	305	4.513
	El Quisco	5.716	381	6.097
	Algarrobo	4.546	1.422	5.968
	Sto. Domingo	2.081	4.137	6.218
		101.611	11.249	112.860
Isla de Pascua	Isla de Pascua	2.686	78	2.764
		1.248.255	136.081	1.384.336

Aproximadamente el 84% de la población del área de estudio habita en el valle del río Aconcagua y sus afluentes, un 5% lo hace en el valle del río Petorca, otro 5% se dispone en el valle del río La Ligua y el 6% restante corresponde a la población ubicada en la costa.

De la población del área de estudio, el 80% se define como urbana y el 20% como rural. En la Región, la población urbana supera al 90% de la total. Las mayores concentraciones de población urbana en el área de estudio se manifiestan en las comunas de la provincia de Valparaíso, que comprometen el área del proyecto, superando hasta el 95% de la población total, las menores concentraciones se manifiestan en la provincia de Petorca llegando la cifra al 62% de la población total de la provincia.

La población mayor de 15 años alcanza aproximadamente al 72% del total de la región, y el 46% de esta población al censo de 1992 estaba activa. En el cuadro siguiente se indica como se distribuía la población ocupada en las diferentes actividades el año 1982 y el 1992, información que se obtuvo de los censos respectivos:

1.1.1.9

Actividad	Participación (%) 1982	Población Activa 1992
Agricultura y pesca	13,8	13,3
Ind. Manufacturera	11,3	13,2
Minería	1,5	1,8
Construcción	4,7	7,9
Comercio	17,3	17,2
Servicios (Electr., Agua, Gas)	0,9	0,7
Transportes, alma- cen., comunicación	8,3	8,8
Otras actividades	42,2	37,1
	100,0	100,0

1.5 CARACTERISTICAS SOCIO ECONOMICAS

En términos generales puede señalarse que la V Región presenta un nivel de desarrollo muy superior al promedio nacional.

Su producto geográfico bruto (P.G.B) ha variado en los últimos 20 años entre un 10 y un 12% del Nacional y sólo es superado por el de la Región Metropolitana. El P.G.B "per capita" de la región también es sólo superado por el del área metropolitana.

En la tabla siguiente se entregan datos del P.G.B. de la región por sectores o actividad al año 1986, último año que se dispone de antecedentes publicados del P.G.B. regional por actividad.

PRODUCTO GEOGRAFICO BRUTO DE LA REGION 1986.

Actividad	P.G.B 10 ⁶ \$ *	Región %
Agropecuaria	2.525	6,57
Pesca	276	0,72
Minería	3.274	8,51
Ind. Manufacturera	10.222	26,58
Electricidad	951	2,47
Construcción	1.779	4,63
Comercio	4.998	13,00
Transporte y comun.	4.351	11,31
Servicios	10.082	26,21
	38.458	100,00

* Moneda base 1971.

El P.G.B de la región el año 1986 fué igual al 10,2% del Nacional. Desde el año 1986 al 1992 el producto geográfico bruto Nacional se ha visto incrementado en un 48,3% y el "per capita" ha aumentado en un 34,4%, cifras que sería válido extrapolarlas para la región. Haciendo estas extrapolaciones se tendría que el producto geográfico bruto de la región en el año 1992 habría alcanzado a 51.003 millones de peso del año 1977 y el "per capita" sería de \$ 41.200 también de moneda del año 1971.

El nivel de educación de la población de la región es superior al medio nacional. De acuerdo a la encuesta CASEN 1992, el grado de analfabetismo de la V Región alcanza a un 2,9%, cifra que es similar al de la región metropolitana y sólo superior al de la 1ª Región (1,8%), el analfabetismo nacional llega al 5,1%. Este analfabetismo se concentra de preferencia en la población de más de 65 años, la población de la región entre los 15 y 24 años presenta un nivel de analfabetismo de sólo un 1,2%.

Apoyándose en la encuesta CASEN 1992, efectuada en Noviembre y Diciembre de 1992 pueden entregarse las siguientes cifras de empleo y subempleo:

1.1.1.11

Situación	Nº de Habitantes	
	Región	Nacional
Ocupados	498.054	4.910.129
Desocupados	29.992	285.812
Fuerza de trabajo	528.046	5.195.941
Inactivos	473.022	4.418.065
Mayores de 15 años	1.001.068	9.614.006

De acuerdo a estas cifras el porcentaje de cesantes a fines del año 1992 habría alcanzado al 5,7% de la fuerza de trabajo de la Región, cifra que es superior al promedio nacional que llegaba al 5,5%. La mayor cesantía se concentraba en el área urbana (6,2%), mientras que en la rural ésta era mucho menor (2,5%).

En el cuadro siguiente se entrega la forma como se distribuían las personas ocupadas en las diferentes actividades, tanto a nivel de región como a nivel nacional.

Actividad	Región		Nacional	
	Nº	Hab. %	Nº	Hab. %
Agricultura, caza, Silvicultura, pesca.	64.408	12,9	833.952	17,0
Minas y canteras	10.536	2,1	102.448	2,1
Ind. Manufactureras	71.253	14,3	816.010	16,6
Electricidad, gas y agua	3.516	0,7	39.429	0,8
Construcción	48.436	9,7	424.301	8,6
Comercio y Restoranes	89.908	18,1	861.391	17,7
Transporte, almacén, comunicaciones.	56.717	11,4	340.025	6,9
Establec. Financieros, seguros.	18.328	3,7	209.105	4,3
Serv. Comunales, sociales y personales	131.920	26,5	1.244.699	25,3
Actividades no bien especificadas.	3.032	0,6	32.676	0,7
Total	498.054	100,0	4.910.129	100,0

En el cuadro siguiente se entrega una comparación a nivel de región entre la ocupación (al año 1992) y el P.G.B. (al año 1986).

1.1.1.12

Actividad	Ocupación % (1992)	P.G.B. % (1986)
Agricultura, caza, silvi - cultura, pesca,	12,9	7,3
Minas y Canteras	2,1	8,5
Industria Manufacturera	14,3	26,6
Electricidad, gas y agua.	0,7	2,5
Construcción	9,7	4,6
Comercio	18,1	13,0
Transporte y Comunicaciones	11,4	11,3
Otras actividades	30,0	26,2

En este último cuadro se aprecia que las actividades agrícolas consumen un 12,9% del campo ocupacional y aportan sólo un 7,3% al P.G.B. regional, algo similar sucede con la construcción y el comercio. Una situación inversa y muy marcada se manifiesta en la minería, la industria manufacturera y los servicios de electricidad, gas y agua.

En el cuadro siguiente se entregan antecedentes relativos a la situación de extrema pobreza (indigencia) y pobreza en la región y a nivel nacional, de acuerdo a los resultados de las encuestas CASEN.

Año	Extrema Pobreza				Pobreza			
	Región Nº de Hab.	Nacional %	Nacional Nº de Hab.	%	Región Nº de Hab.	Nacional %	Nacional Nº de Hab.	%
1987		14,2				40,0		
1990	226.161	16,5	1.790.390		599.077	43,6	5.202.962	
1992	121.392	8,7	1.199.947	8,9	481.172	34,5	4.369.681	32,5

Se considera en extrema pobreza o indigencia la persona que habita en un hogar que no tiene ingreso per cápita para la compra de una canasta básica de alimentos (mensual), que a Noviembre de 1992 valía \$ 12.875 en las zonas urbanas y \$ 9.921 en las zonas rurales. Se considera pobreza a las personas que no tienen ingresos para adquirir 2 canastas básicas en las zonas urbanas y 1,75 canastas básicas en las zonas rurales.

De este último cuadro se desprende que en los últimos años ha habido una disminución en los indigentes y en los pobres, también se aprecia que la situación en la región es similar al promedio nacional.

1.6 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

1.6.1 Transporte.

A. Infraestructura Vial.

La red caminera de la V Región es completa, permitiendo el acceso por buenos caminos a prácticamente toda el área del estudio (Fig. 1.1.1.5).

Los caminos y vías principales corresponden a el Camino Longitudinal Norte (Ruta 5), el camino Internacional Valparaíso - Mendoza (Ruta CH 60), el camino Santiago - Los Andes (Ruta CH 57) y finalmente el camino Santiago - Valparaíso (Ruta CH 68) que queda fuera del área del estudio. Todas estas rutas son pavimentadas.

El camino Longitudinal Norte ingresa al área de estudio por el sector centro sur y sale por el extremo nor poniente.

El camino Internacional se desarrolla íntegramente por el valle del río Aconcagua, centro de gravedad del área de estudio.

El camino Santiago - Los Andes también tendría un carácter de camino internacional, dado que es la ruta más corta de acceso desde el camino internacional (ruta CH 60) a Santiago.

A la parte superior del valle del río Petorca es posible acceder por un camino pavimentado que nace en Cabillo en el Valle del río Ligua, cruza mediante un túnel (de una vía) el cordón de cerros que separa ambos valles y llega a la ciudad de Petorca, de ahí hacia arriba continúa un camino de tierra que llega hasta Chincolco. La parte baja del valle del río Petorca puede recorrerse por un camino de tierra que va por el fondo del valle y que llega a la carretera longitudinal norte en la localidad de Longotoma, próximo a la desembocadura del río Petorca en el mar.

El valle del río La Ligua, es recorrido por un camino pavimentado, que se inicia en el camino Longitudinal Norte a la altura de la localidad de Quinquimo, pueblo que está aproximadamente a 10 km del mar. Los últimos 20 km antes de llegar a Alicahue, punto de término de esta ruta el camino es de tierra.

1.1.1.14

Del camino del valle de La Ligua, salen 3 caminos que empalman con el camino que se desarrolla por le fondo del valle del río Petorca. Además de éste, sale un camino de tierra que se introduce por el valle del Estero Los Angeles, cruzando luego los cerros que lo separan del valle del río Putaendo.

Existe además un camino costero pavimentado, que parte de Quínquimo y sigue la ruta Papudo - Zapallar - Puchuncaví - Quintero - Concón. Este camino tiene una conección pavimentada con el Longitudinal norte que une Catapilco con La Laguna, bajando por el valle de Catapilco, además tiene otra conexión de tierra que une Nogales con Puchuncaví.

Del camino Internacional y a la altura de San Felipe, se desprende un camino pavimentado que se interna por el valle del Putaendo, llegando hasta el pueblo de Putaendo; hacia arriba sigue un camino de tierra.

Dentro de esta red de caminos principales propiamente tal, debe señalarse que en un futuro inmediato se desarrollará la alternativa vial de acceso a las ciudades de la V Región, principalmente Viña del Mar y Valparaíso, que se extenderá entre el camino Longitudinal Norte frente a Tiltill y Viña del Mar, utilizando para ello en forma parcial caminos actualmente en servicio, que se desarrollan por el valle del Estero Limache.

De toda esta red de caminos principales, recién descritos, se desprenden una serie de caminos secundarios, que dan acceso a diferentes areas agrícolas, mineras, industriales y a ciertos núcleos poblacionales. Estos caminos presentan grandes diferencias en estándar y tráfico, los hay pavimentados con alto tránsito (p.e. acceso a Saladillo, Mina El Soldado, etc), como también sendas de penetración, todo fijado por las necesidades de uso.

En resumen puede señalarse que la red vial del area del proyecto, es completa y en ningún caso un factor limitante para el desarrollo de la Región. Como antecedente adicional debe señalarse que la densidad de carretera y la proporción de kilómetros pavimentados son muy superiores a la media nacional, lo que se explica en gran medida por el papel de conexión marítima e internacional vía terrestre con Argentina, que ha desempeñado para Santiago la V Región.

B. Instalaciones Portuarias

En la V Región se disponen los siguientes puertos de importancia a nivel nacional: Valparaíso, San Antonio y Ventanas.

Por ellos se despacha y recibe la mayor parte de la carga del extranjero y de cabotaje del país y prácticamente la totalidad de la carga que se genera o que se recibe en la zona central del país.

La recepción de productos importados y cabotaje es efectuada prácticamente en su totalidad por el puerto de Valparaíso, salvo el Carboncillo que abastece a la Planta de Chilgener en Ventana, que llega al puerto de Ventana, este último es puerto de embarque de todo el concentrado de cobre que llega desde el centro minero de La Andina.

El puerto de San Antonio a pesar de estar en la región carece de importancia para el área de estudio, debido a su ubicación que está bastante retirado de la zona y las dificultades que presentan las comunicaciones viales y ferroviarias al no poseer entronques directos. Sin embargo este puerto, especialmente por su capacidad de descarga de graneles, contribuye a descongestionar el puerto de Valparaíso, permitiéndole a este último despachar un mayor número de exportaciones.

El puerto de Valparaíso presenta un buen acceso de ferrocarril y buenos accesos carreteros, estos últimos perturban seriamente el tránsito de la ciudad de Valparaíso, especialmente en la época de la fruta donde suelen juntarse muchos barcos fruteros. Este puerto cuenta con instalaciones para proporcionar a las naves todo tipo de servicios incluyendo reparaciones, un dique flotante con una capacidad de 5.000 ton y comunicaciones de todo tipo con el resto del mundo. El puerto está enclavado en la bahía de Valparaíso, al sureste de Punta Angeles, posee 10 zonas de atraque con una extensión de 2,0 kilómetros y una zona de abrigo de 56 hectáreas. Los vientos predominantes provienen del suroeste y los temporales del noroeste, constituyendo el típico ejemplo de los puertos que carecen de abrigo natural adecuado y que han debido protegerse por medio de obras de gran envergadura; la amplitud de su rada exterior permite la estadía de un gran número de naves fondeadas a la gira o acordonadas a boyas de retención, lo que constituye una valiosa ventaja para la administración general del puerto.

El puerto de Ventanas está ubicado entre la península de los Molles y la Punta Ventanillas, aproximadamente 50 km al norte de Valparaíso. Está parcialmente protegido de los vientos dominantes y posee fondos moderados que lo hacen apto para el fondeo de naves de mediano calado. Cuenta con muelles que sirven fundamentalmente para el desembarco de carboncillo para la planta termoeléctrica de Ventanas y el embarque de concentrado de cobre de la Andina y movimiento de petróleo de Enap. El puerto cuenta con accesos ferroviarios y carreteras aceptables.

En resumen puede señalarse que los puertos existentes en el área del proyecto cubren con creces las necesidades de desarrollo de la Región y como tal no constituyen un factor limitante.

C. Transporte ferroviario.

El transporte ferroviario del área de estudio, tiene en servicio 350 km de vías principales de trochas 1.0 y 1.7 (Ver fig 1.1.1.5). Las vías de trocha ancha son electrificadas, excepto el ramal a Ventanas, mientras que las de trocha angosta carecen de esta ventaja, salvo el ferrocarril transandino. En las vías no electrificadas el servicio se realiza con locomotoras Diesel.

El ferrocarril Santiago - Valparaíso que corresponde a uno de trocha ancha que está electrificado, entra al área del proyecto junto a la carretera panamericana, y mantiene ese trazado hasta La Calera, luego baja por el valle del Aconcagua alcanzando la localidad de San Pedro, punto donde continua a Limache, Villa Alemana y Valparaíso. El estado actual de la red es satisfactorio. Actualmente el tramo Santiago - Limache se utiliza para transportar cargas esporádicas y variadas moviéndose del orden de 60.000 ton/mes; los fines de semana suele haber un movimiento menor de pasajeros. En el tramo Limache - Valparaíso hay además del movimiento de carga, un intenso movimiento de pasajeros.

De Llaillay sale el ramal que corresponde al ferrocarril trasandino y que actualmente alcanza sólo hasta río Blanco y Saladillo. Este ferrocarril, que presenta sus vías en estado aceptable es de trocha ancha hasta Los Andes y angosta para arriba. Actualmente por este ferrocarril se mueve sólo carga; en el tramo Los Andes - Saladillo se transporta sólo concentrado de cobre a razón de 10.000 ton/mes y en el tramo Llaillay - Los Andes se agregan otras cargas menores.

En Calera parte la red ferroviaria al norte, la que es de trocha angosta, que está en buen estado. Por este ferrocarril se transportan cargas esporádicas y diversas. En el área del proyecto el trazado de la línea se mantiene relativamente cerca de la carretera Panamericana.

Del ferrocarril a Valparaíso, a la altura de San Pedro sale un ramal de trocha ancha, sin electrificar, que está en buen estado, con riel soldado y que baja por el valle del Aconcagua hasta la costa y luego sigue cerca de esta hacia el norte, llegando al puerto de Ventana, después de pasar por Ritoque. Actualmente por este ramal se mueve sólo carga compuesta principalmente de concentrado de cobre, cobre blister y carboncillo; en total el movimiento de carga mensual alcanza a una cifra del orden de 30.000 ton/mes, de las cuales 10.000 corresponden al concentrado de cobre.

La red ferroviaria norte, que sale de Calera, pertenece a la empresa estatal Ferronor, mientras que el resto de la red ferroviaria del área del proyecto, es de propiedad de la empresa Ferrocarriles del Sur.

En resumen, la red ferroviaria del area de estudio cubre practicamente todo el valle del Aconcagua, la zona de Catapilco, las zonas costeras del sur y del norte del area y en general puede señalarse que esta subocupada.

1.6.2 Energía eléctrica.

Los valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca se sitúan en la denominada Tercera Zona Eléctrica del país que se extiende entre Pichidangui y Parral.

Esta tercera zona eléctrica forma parte del sistema Interconectado Central del país, por lo que los valles objetos de este estudio, se alimentan de energía eléctrica a través de centrales generadoras y líneas de transmisión que forman parte de dicho sistema.

También hay en el area algunas centrales generadoras, parte de las cuales (las mayores) están conectadas también al Sistema Interconectado Central.

Las centrales generadoras de servicio público que hay en el area de estudio y su entorno inmediato son las siguientes:

- Ventanas: Que pertenece a Chilgener, se situa en la localidad del mismo nombre. Es una central termoeléctrica a vapor - carbón de 338.000 kw de potencia.
- Sauce: Que pertenece a G.E. Sauce Los Andes, está ubicado próxima a Los Andes. Es una central hidroeléctrica de 1.104 kw de potencia.
- Río Blanco: Que pertenece a Codelco - Chile, se situa en Saladillo (Río Blanco). Es una central termoeléctrica que cuenta con una unidad Diesel de 1.500 kw de potencia.
- Concón: Que pertenece a ENAP, se situa en la refinería de la ENAP en Concón. Es una central a vapor - petróleo de 9.700 kw de potencia.
- Los Quilos: Que pertenece a la Hidroeléctrica Guardia Vieja (Minera Valparaíso), se situa en el valle del Aconcagua a unos 19 km aguas arriba de Los Andes. Es una central hidroeléctrica de 40.000 kw de potencia.
- Aconcagua: Que pertenece a la Hidroeléctrica Aconcagua (Minera Valparaíso), se situa en el valle del Aconcagua a unos 30 km aguas arriba de Los Andes. Corresponde a una Central Hidroeléctrica que está actualmente en construcción y que ya tienen una unidad de 45.000 kw de potencia (Unidad Blanco)

1.1.1.18

funcionando, la segunda unidad quedará operable en el curso del año 1994.

Las centrales mayores (Ventanas, Los Quilos y Aconcagua) están conectadas al Sistema Interconectado Central.

En los valles en estudio se desarrollan diversas líneas de transmisión que unen las centrales generadoras existentes con el resto del Sistema Interconectado Central que cruza toda la zona.

Las principales líneas de transmisión son las siguientes:

- Cerro Navia - San Pedro: Es una línea de 110 kv y 81 km de longitud que une la S/E Cerro Navia con la S/E San Pedro.
- Cerro Navia - San Isidro - Los Vilos: Es una línea de 220 kv que corresponde a la primera parte del sistema de líneas de 220 kw del sistema norte.
- San Isidro - Quínquino - Los Vilos: Es una línea de 110 kv que corresponde a la primera parte de una línea de distribución que llega hasta Pan de Azúcar (La Serena).
- San Pedro - Ventana: Que corresponde a una línea de 110 kv que une la S/E San Pedro con Ventana.
- Aconcagua - Los Quilos - Esperanza: Que une las centrales Aconcagua y Los Quilos con al S/E Esperanza mediante una línea de 110 kv, S/E que se ubica en la zona de Las Vegas, donde se conecta con la línea Cerro Navia - San Pedro.
- Quínquimo - Cabildo: Es una línea de 110 kv que une las localidades de Quínquimo con Cabildo y entra por el valle de la Ligua.

A estas líneas se agregan algunas líneas adicionales de 66 kv y otras de distribución que cubren prácticamente todos los valles que compromete el estudio.

En el área de estudio hay 8 subestaciones primaria y una principal (San Isidro) que constituye un nudo del Sistema Interconectado Central.

1.6.3 Contaminación Industrial.

En el área del proyecto hay dos focos importantes de contaminación industrial, que tienen importancia en este estudio, dado que influyen significativamente el entorno agrícola.

1.1.1.19

Uno de ellos, es el Complejo Industrial Ventanas, donde las fuentes contaminantes son la Fundición Ventanas de Enami y la Central Termoeléctrica Ventanas de Chilgener. El anhídrico sulfuroso y material particulado que sale por sus chimeneas afectan a una superficie de 13.000 ha, que corresponden al secano costero de la zona de Puchuncaví. La contaminación ha eliminado prácticamente al crianza de ovinos y bovinos y ha creado problemas serios en todo lo que se refiere a plantaciones y cultivos. La solución al problema pasa por la reconversión de las plantas industriales, que incluiría entre sus obras una planta de ácido sulfúrico, lo que exige tiempo e inversiones elevadas, trabajos que por resoluciones legales deberán estar terminados y operando el año 2001.

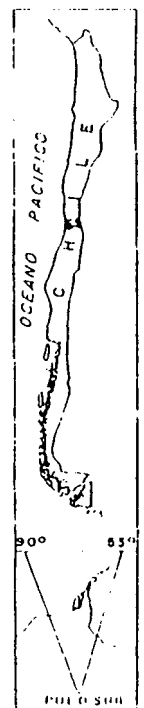
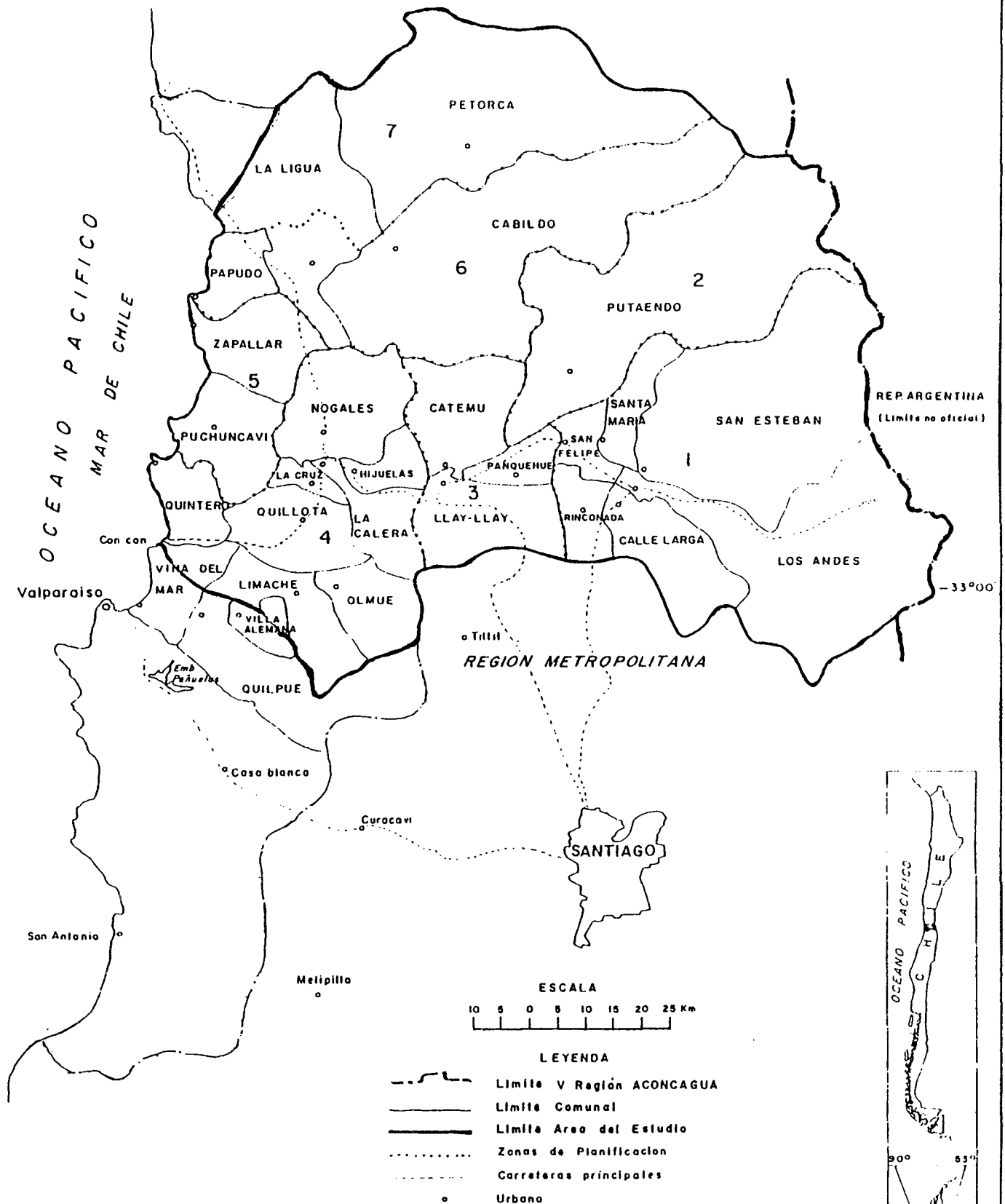
El otro centro de contaminación lo generaba la Fundición Chagre, ubicada en la localidad del mismo nombre, próximo al poblado de Catemu y Llaillay. La contaminación afectaba a 4.000 ha de suelos de muy buena calidad, donde se desarrollan cultivos intensivos y plantaciones frutales, y era de la misma naturaleza que la contaminación del Complejo Industrial Ventanas. En estos últimos años, esta Fundición ha hecho trabajos de reconversión tendientes reducir y eliminar su efecto contaminante, los que ya están parcialmente operando y quedarán totalmente terminadas en Agosto o Septiembre de 1994.

Finalmente debe señalarse que en ambas zonas hay una red de control en contaminación compuesta de 5 estaciones en Ventanas y 4 en Chagre. En estas estaciones se controlan con equipos muy avanzados el anhídrico sulfuroso y el material particulado.

71°00'

FIG. 1.1.1.1

IV REGION DE COQUIMBO



ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE GOBIERNO Y ADMINISTRACION NACIONAL, REGIONAL, PROVINCIAL Y COMUNAL

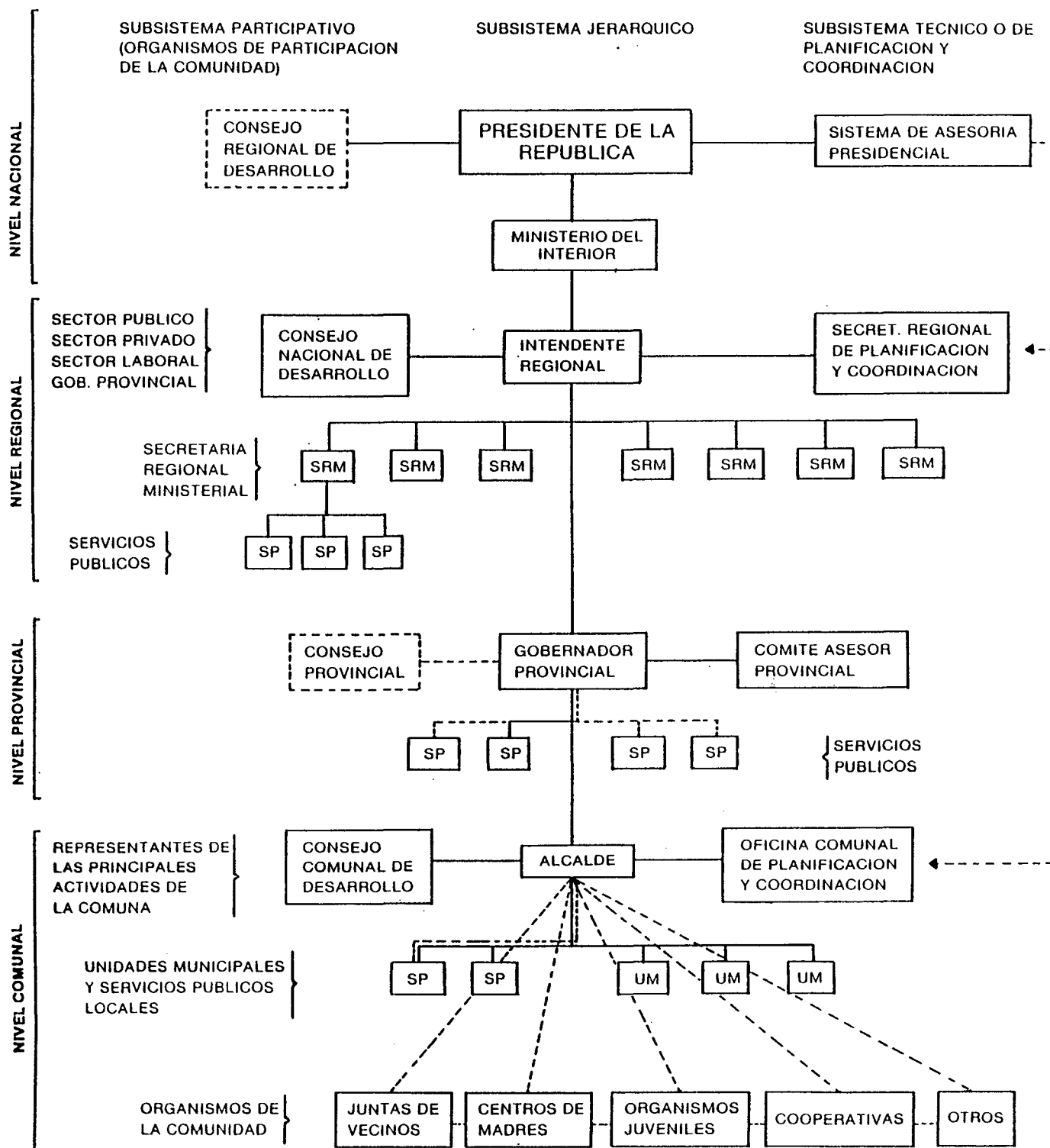


FIG. 1.1.1.3



LEYENDA

- LIMITE TERRITORIAL
- - - LIMITE DEL PROYECTO
- LIMITE DE LA CUENCA
- ~ RIOS, ESTEROS
- POBLADOS MAS IMPORTANTES

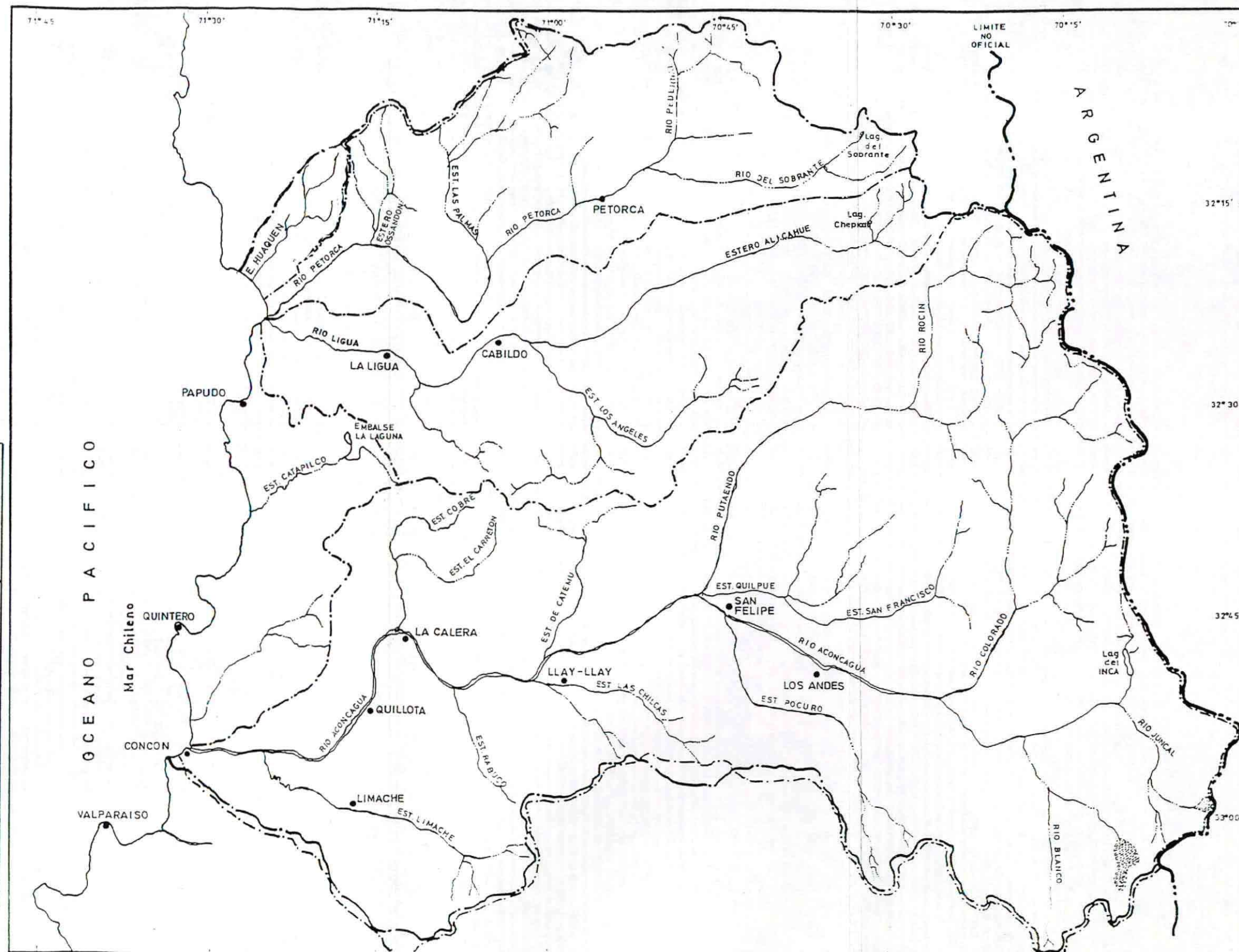
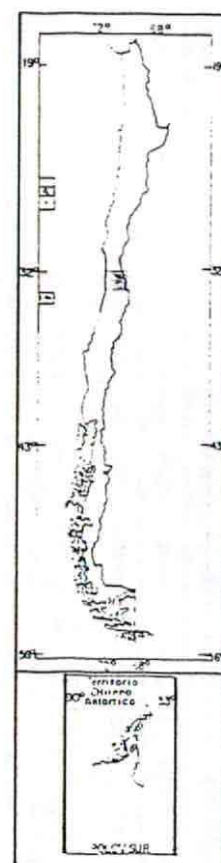


FIG. 1.1.1.4

- LEYENDA**
-  LIMITE TERRITORIAL
 -  LIMITES ZONAS DE PLANIFICACION
 -  SECTOR DE RIEGO
 -  RIOS, ESTEROS
 -  POBLADOS MAS IMPORTANTES

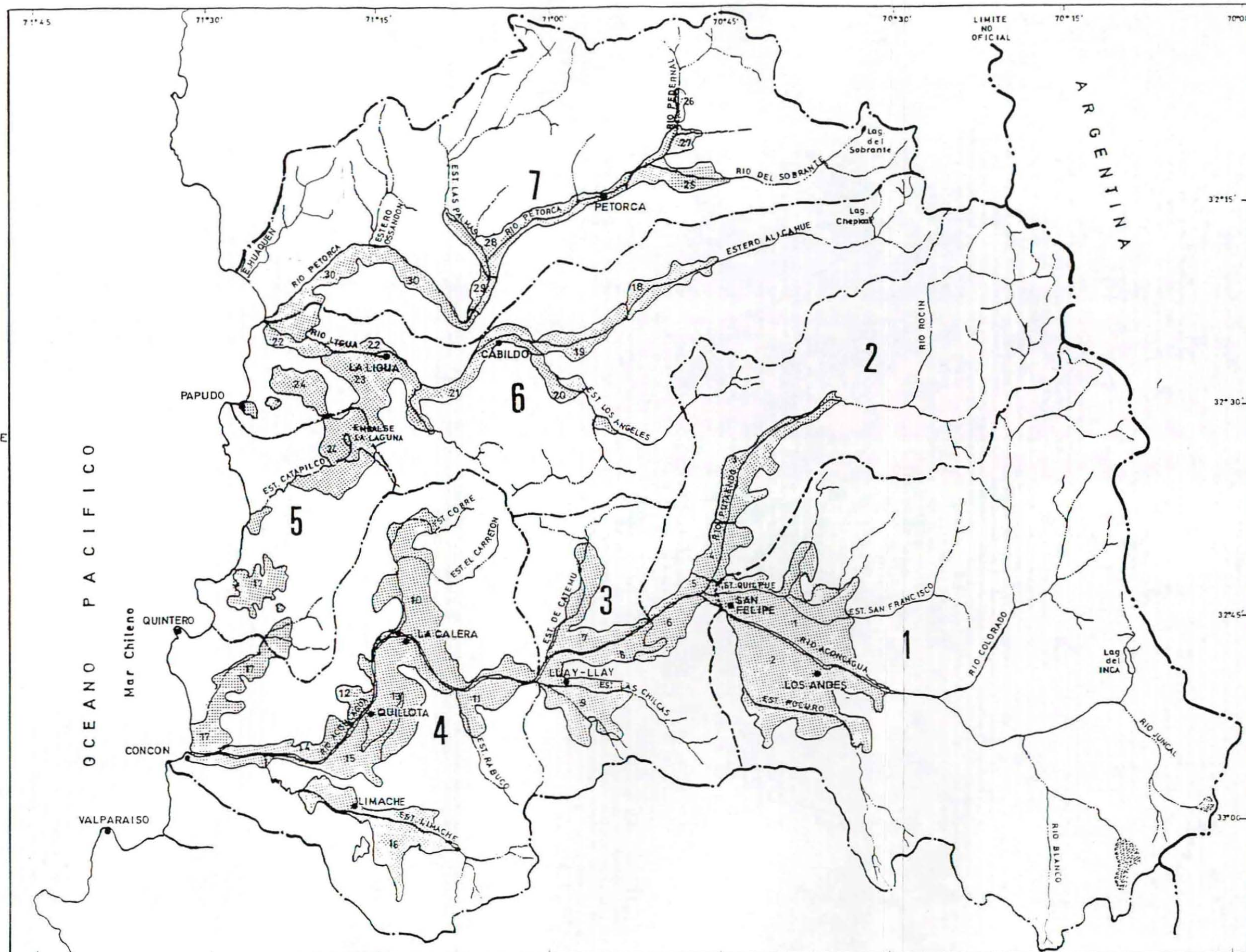
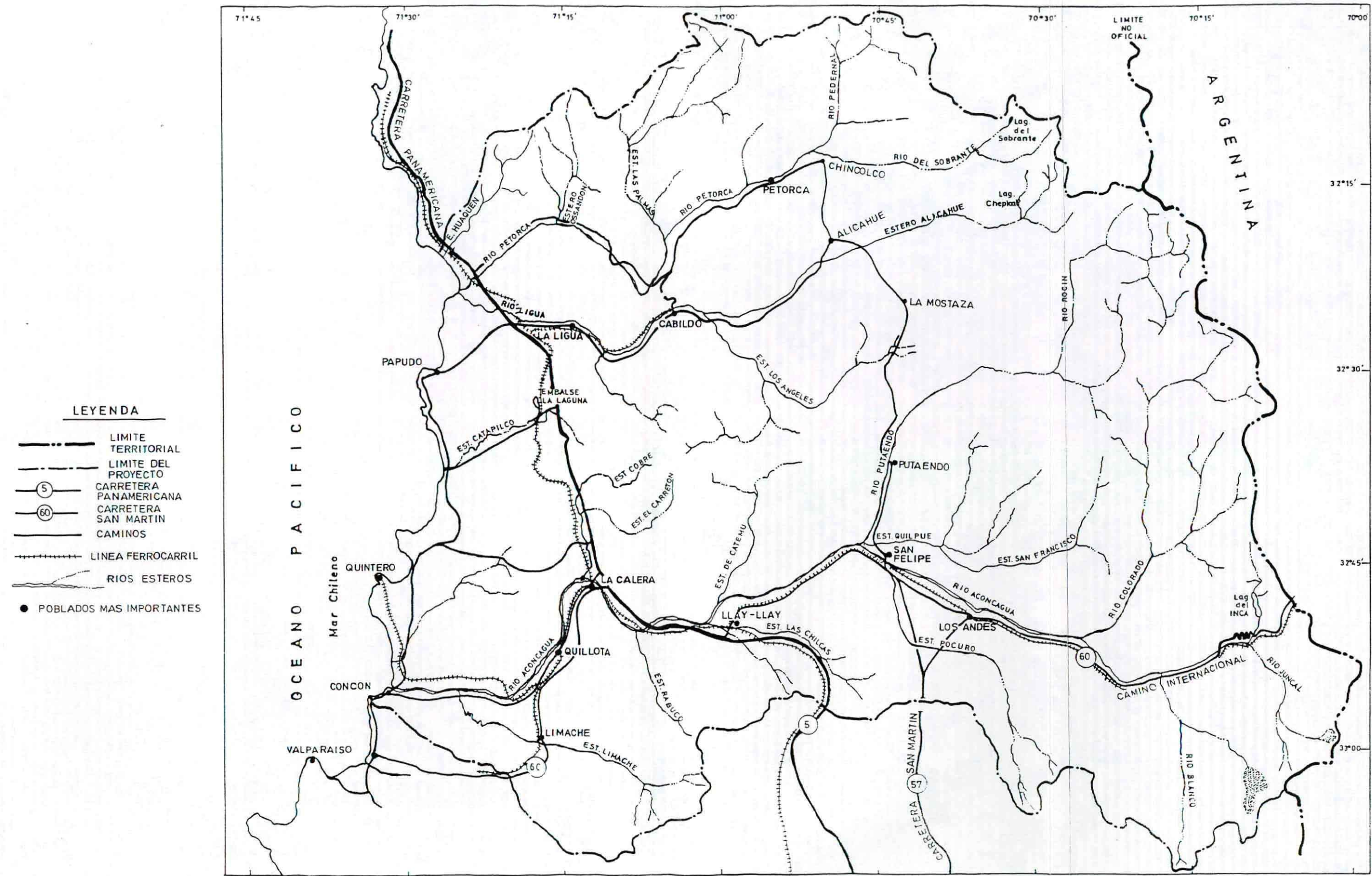


FIG. 1.1.15



1.1.2.1

2. RECOPIACION Y ANALISIS DE ANTECEDENTES

2.1 ANTECEDENTES TOPOGRAFICOS

Para el desarrollo del estudio se dispuso de la siguiente cartografía:

- Plancheta 1:250.000, hojas Quillota 3200 - 7030, con curvas de nivel cada 200 m, preparada por el Instituto Geográfico Militar, y que cubre prácticamente toda el área del estudio.
- Planchetas 1:50.000, hojas Quintero, Limache, Papudo, Placilla, La Calera, Nogales, La Ligua, Llay-Llay, Ñilhue, San Lorenzo, Los Andes, San Felipe, Estero Alicahue, Río Blanco, Río Colorado, Petorca, Tilama, Pichidanguí, Quilimarí, Río Rocín, Río Leiva y Tranquilla con curvas de nivel cada 25 m, preparadas por el Instituto Geográfico Militar y que cubren toda el área del estudio.
- Levantamiento Aerofotogramétrico 1:10.000, láminas 1-3 a 1-7, 1-10, 1-13, a 1-16, 2-1 a 2-15, 3-1 a 3-6, 3-8 a 3-15, 4-1a 4-10, 4-12 a 4-14, 5-1 a 5-14, 6-4 a 6-8, 6-10 a 6-14, 7-4 a 7-15, 8-5 a 8-10, 8-12 a 8-16, 9-4 a 9-10, 9-13, 10-4 a 10-8, 10-10 a 10-11, 11-4 a 11-5 y 12-4 a 12-5, con curvas de nivel cada 5 m en los cerros y cada 2.5 m en el plano, preparado para la Comisión Nacional de Riego por la Oficina de Antonio de Gavardo en 1977 y que cubren todos los valles y zonas planas del área de estudio hasta algunas decenas de metros (en cota) sobre nivel de canal.

Todas esta cartografía está referida al mismo sistema de coordenadas y cotas, por lo que resultan compatibles entre sí.

2.2 ANTECEDENTES AGRONOMICOS

Los estudios relativos a los aspectos agronómicos se realizarán en base a tres tipos de información:

- a) antecedentes bibliográficos,
- b) informes y documentos de trabajo,
- c) entrevistas personales y visitas a terreno.

1.1.2.2

El "Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, La Ligua y Petorca" (CICA, 1982) será la principal base de referencia, tanto en el diagnóstico agroclimático de la región, como en el análisis agronómico actual y futuro.

La información generada en el citado estudio se utilizará como base referencial de trabajo y será complementada con nueva información complementaria y a través de nuevas metodologías que permitan interpretaciones agronómicas más actuales.

En lo referente a información climática e interpretación agroclimática, se usará adicionalmente los "Atlas Agroclimáticos de Chile" publicados por CIREN-CORFO en 1990 y por el profesor Fernando Santibáñez (U. de Chile) en el mismo año.

En el tema de suelos se consultarán los mapas correspondientes a la V región del Instituto Geográfico Militar a distintas escalas. Servirán también como antecedentes los documentos de trabajo elaborados por el Departamento de Economía Agraria P.U.C. (DEAUC): "Mejoramiento de la productividad del secano costero de la V región, 1980" y "Proyecto de desarrollo de la agricultura de secano. Diagnóstico de la micro-región de Puchuncaví, 1993".

Existe en proceso un estudio de los suelos del valle del Aconcagua ubicados sobre las cotas de riego actuales. Este trabajo fue encomendado por CIREN, pero sus resultados no estarán disponibles sino hasta mayo o junio de 1994.

Complementará la información anterior sobre recursos básicos un estudio elaborado por el Instituto de Economía de la P.U.C denominado "Programa de Adiestramiento en Preparación y Evaluación de Proyectos: Embalse Los Angeles" publicado en 1990 y documentos de FAO sobre: "Plant Production and Protection Series" cuyo N°24 de 1985 se refiere a Latinoamérica.

El estudio sobre la situación actual y futura se elaborará en base a las Estadísticas Agropecuarias del año agrícola 1992-1993 del INE, al Catastro Frutícola de la V región (CIREN - CORFO, 1993) y a entrevistas a agricultores de la zona y miembros de la Secretaría Regional Ministerial.

La información estadística se complementará con datos publicados por ODEPA en los siguientes documentos:

- Mercados Agropecuarios (Boletín mensual)
- Cifras y Perspectivas de la Agricultura Chilena (1990)
- Estadísticas Silvoagropecuarias (1987-1992)

1.1.2.3

En todo lo relativo a información base sobre costos y rentabilidad de cultivos y plantaciones, se utilizarán los documentos de trabajo del Departamento de Economía Agraria de la UC "Fichas de Costos y Resultado Económico para Especies Frutales" (1993 - 1994) y "Fichas de Costos Directos y Resultado Económico para Cultivos Hortícolas" (1993 - 1994). Para la determinación de los precios relevantes, se usará el Boletín Mensual de Frutas y Hortalizas en Mercado Mayorista de Santiago (ODEPA), el Boletín Económico y de Mercado (SNA) y los diversos volúmenes de "Panorama de la Fruticultura" (1987 - 1993).

2.3 ANTECEDENTES HIDROLOGICOS Y SEDIMENTOLOGICOS

Se ha efectuado una recopilación de antecedentes y el respectivo análisis crítico de los mismos con el objeto de definir de manera más precisa el estudio hidrológico a realizar. Dichos antecedentes se refieren tanto a precipitaciones como a caudales y sedimentos, correspondientes a las fuentes más importantes desde el punto de vista hidrológico y que se citan a continuación:

- Datos de precipitaciones, caudales y sedimentos observados por la Dirección General de Aguas(DGA) y que se encuentran disponibles en el Banco Nacional de Aguas(BNA).
- Datos observados por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) y que se encuentran disponibles en sus archivos.
- Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. Comisión Nacional de Riego, CICA, 1982.
- Análisis Estadísticos de Caudales en los Ríos de Chile. Etapa II. Dirección General de Aguas, bf Ingenieros Civiles, Diciembre de 1992.
- Embalse Puntilla del Viento. Estudio de Factibilidad Física. Estudio Hidrológico. Dirección de Riego. Electrowatt. Octubre de 1978.
- Recuperaciones del R. Aconcagua y Esteros Afluentes y Pérdidas en Canal. Dirección de Riego. Ings: P. Kleiman y L. Vidal, Febrero de 1970.
- Estudio de las Recuperaciones de un Río. Dirección General de Aguas. IPLA, Octubre de 1974.

1.1.2.4

- Estudio Recuperaciones Valle del Aconcagua. Dirección General de Aguas. IPLA, 1974.
- Valle del Río Aconcagua. Uso de los Recursos de Agua. Diagnóstico General. Dirección General de Aguas. DGA-IPLA, Mayo de 1976.

Respecto a los informes antes señalados caben los siguientes comentarios.

2.3.1 Banco Nacional de Aguas y Dirección Meteorológica de Chile.

Las estadísticas del BNA recopiladas corresponden a la pluviometría y a la fluviometría medidas en diferentes puntos de las cuencas y subcuencas en estudio. Las estadísticas de la DMC, como se sabe, son de carácter meteorológico solamente.

- Estadísticas Pluviométricas.

Las estadísticas de la DGA, en su gran mayoría, provienen de instalaciones de su red efectuadas a partir del año 1962, por lo que se contempla utilizar algunas estaciones de la DMC con el objeto de formar un patrón de precipitaciones que cubra un período estadístico no inferior a 40 años, lo que se ve factible. Para lo anterior, se contaría, en principio, con unas 10 estadísticas para iniciar el estudio de un patrón de precipitaciones, de manera que al elegir las más adecuadas por su ubicación y confiabilidad se dejen unas 5 o 6 estadísticas básicas.

Las estadísticas recopiladas obedecen al listado que se adjunta, el que incluye el nombre de la estación y el período de observación.

- Estadísticas Fluviométricas.

Las estadísticas disponibles en el Banco Nacional de Aguas de la DGA, salvo unas 4 de ellas, todas las demás se inician alrededor del año 1961. Las estadísticas recopiladas obedecen al listado que se adjunta, el que incluye el nombre de la estación y el período de observación.

Dado que para caracterizar el régimen hidrológico de forma confiable se requiere contar con unos 40 años de observación, se considera adecuado ampliar estadísticas fluviométricas hasta

1.1.2.5

el año hidrológico 1950/51. De esta manera el período 1950/51-1991/92 permitiría un período estadístico de 42 años.

Por otra parte, la información fluviométrica disponible en la DGA ha estado sometida, en los últimos años, a una revisión sistemática de sus curvas de descarga, lo que ha obligado lógicamente al recálculo de estadísticas. Lo anterior, conduce a que las ampliaciones que se requieren se basarían en estadísticas más confiables que las que se utilizaron en estudios anteriores a la mencionada revisión; en tal situación se encuentra el informe CICA(1982).

Las estadísticas en régimen natural que son posibles de ampliar al período estadístico mencionado son las siguientes:

- Putaendo en resguardo los Patos
- Aconcagua en San Felipe
- Aconcagua en Chacabucuito (Embalse Puntilla del Viento)
- Colorado en Colorado
- (Aconcagua en río Blanco)
- (Juncal en Juncal)
- Alicahue en Colliguay
- Pedernal en Tejada
- Sobrante en Piñadero

Ciertamente, aguas abajo se puede requerir la estadística en algún punto del río en el cual el régimen se encuentra alterado por extracciones de tipo consuntivo. Para las estaciones que sea el caso, se tomará el mismo período de análisis antes señalado, si la información disponible permite correlaciones aceptables.

En la lista de estadísticas se señalan con paréntesis dos estaciones altas, que miden caudales que más abajo quedan nuevamente incluidos en la estación de Aconcagua en Chacabucuito. Sin embargo, son estadísticas naturales, de régimen fuertemente nival y levemente pluvial que sirven de apoyo para conocer los recursos en cabecera del río Aconcagua.

- Estadísticas Sedimentométricas.

Se han recopilado las estadísticas de sedimentos en suspensión de algunos cauces en el área del estudio y de otros fuera de ella, por ser de interés al efecto de determinar tasas de sedimentos. Los antecedentes provienen del Banco de Nacional de Aguas de la DGA e involucra a las siguientes estaciones:

1.1.2.6

ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS

ESTACION	LAT	LONG	ALT	PERIODO
Choapa en Cuncumén	31 58	70 36	960	1986/90
Choapa en Salamanca	31 47	70 58	500	1974/86
Choapa en Limahuida	31 44	71 09	275	1965/74
Illapel en las Burras	31 30	70 49	1150	1965/90
Río Blanco en Río Blanco	32 55	70 19	1420	1966/90
Río Aconcagua en Río Blanco	32 54	70 18	1410	1966/83
Río Aconcagua en los Quilos	32 51	70 24	1070	1966/92
Río Colorado en Colorado	32 52	70 24	1060	1965/92
Río Aconcagua en Chacabucuito	32 51	70 30	950	1966/92
Río Putaendo en Resguardo los Patos	32 30	70 35	1190	1966/92
Aconcagua en Tabolango	32 54	71 22	60	1966/73
Embalse los Aromos	32 18	70 41	40	1986/92
Sobrante en Piñadero	32 14	70 43	1300	1986/92
Alicahue en Colliguay	32 18	70 41	1050	1986/92

Se dará preferencia en la elección de las estaciones a procesar a las seleccionadas por la DGA como más confiables, que son 10 estaciones de la lista anterior.

2.3.2 Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. CICA (1982).

Desde el punto de vista de la hidrología, este informe tiene aspectos metodológicos interesantes que podrían aprovecharse en el presente estudio. Sin embargo, en relación con la base estadística que estuvo disponible para esa oportunidad caben los comentarios que siguen, los que como se verá, conducen a que es necesario un reestudio del régimen hidrológico.

1.1.2.7

- Pluviometría.

Desde el punto de vista de las precipitaciones resulta pertinente la utilización de algunos datos del informe CICA. Sin perjuicio de lo señalado, se adoptará, como es lógico, el mismo período de análisis de los caudales.

- Estadísticas Fluviométricas.

La revisión de estadísticas de caudales, efectuada por la DGA, modificó, en mayor o menor grado, los datos observados que en su oportunidad dispuso CICA para realizar el estudio.

Por otra parte, CICA, para conseguir el período estadístico de 35 años que requería (1942/43-1976/77), debió ampliar la mayor parte de las estadísticas de caudales medios mensuales en 20 años o más.

En relación con lo anterior, se estima que la caracterización del régimen de caudales que contiene este estudio debe ser mejorada en atención a las nuevas estadísticas que se dispone actualmente, tanto por extensión como por calidad. En orden a conseguir tal mejoría, el presente estudio considerará el período 1950/51-1991/92, en el que sólo se amplían 10 años de estadísticas, sobre la base de datos de mayor confiabilidad y, además, se agregan 15 años de nuevas estadísticas observadas que son las que van desde 1977 a 1992, consiguiendo con ello un período de análisis de 42 años, frente a los 35 del informe CICA.

Colateralmente ocurre que la DGA, en su plan de mantención y mejoramiento de la información del Banco Nacional de Aguas, ha estudiado los períodos estadísticos más adecuados para las estaciones de su red hidrométrica. El lapso 1950/51-1991/92 se fijó para la zona del presente estudio como también para el Choapa, estudio de desarrollo que también está llevando adelante la Comisión Nacional de Riego, simultáneamente con el presente del Aconcagua.

Por todo lo anterior, se estima conveniente caracterizar el régimen hídrico de las diferentes cuencas del presente estudio a partir de la nueva información disponible y en el período de 42 años que se discutió.

1.1.2.8

2.3.3 Análisis estadístico de Caudales en los ríos de Chile. BF Ingenieros Civiles (1992).

- Estadísticas Fluviométricas.

Este informe contiene el análisis de algunas estadísticas fluviométricas que son de interés a los efectos del presente estudio. Además, dicho análisis estadístico fue realizado con posterioridad a la revisión de la DGA anteriormente aludida, por lo que es de toda legitimidad su utilización. En consecuencia, se hará una verificación de los métodos utilizados en el proceso de las estadísticas y de los resultados obtenidos para integrarlos en propiedad al presente estudio.

2.3.4 Estudio de Factibilidad. Embalse Puntilla del Viento Estudio Hidrológico. Electrowatt (1978).

Este informe contiene un análisis de precipitaciones y caudales medios orientado a evaluar los recursos hídricos del embalse Puntilla del viento.

- Pluviometría.

Contempla un análisis pluviométrico de la cuenca afluente al embalse que termina con el trazado de isoyetas medias anuales en esa misma área. El período estadístico considerado es 1937/38-1977/78, por lo que deberá modificarse según lo comentado en el punto 3.2 anterior.

- Estadísticas Fluviométricas.

De la misma manera que las precipitaciones, contempla este informe un análisis de recursos hídricos afluentes al embalse, vale decir, la estadística de la estación fluviométrica de Aconcagua en Chacabuquito principalmente. Al respecto cabe señalar lo comentado antes respecto al informe CICA en relación a la vigencia de los datos de caudal utilizados, por lo que se mantiene la idea de realizar un nuevo estudio de caudales.

- Precipitaciones y Caudales Extremos.

El informe contiene un análisis bastante completo de los valores extremos tanto de precipitaciones como de caudales. Los caudales de crecidas que definen las obras corresponden a

1.1.2.9

precipitaciones líquidas, siendo las crecidas por deshielo de menor magnitud. Por lo tanto, resulta fundamental el análisis de precipitaciones extremas (Precipitación Máxima Probable), del hidrograma unitario y de la infiltración.

Se estima que esta parte del informe de Electrowatt es aplicable al presente estudio, por lo que se hará una verificación de los resultados obtenidos, actualizando las series de precipitaciones y caudales extremos y reestudiando la infiltración. De este análisis resultará el caudal de crecida y el período de retorno asociado que se adoptará para el embalse Puntilla del Viento.

El análisis de valores extremos, ciertamente contempla utilizar toda la información disponible, es decir, si alguna estación iniciara sus registros antes de 1950, como es el caso de la estación Aconcagua en Chacabuquito, se tomará la serie completa de caudales extremos disponibles.

2.3.5 Recuperaciones del río Aconcagua y esteros afluentes y pérdidas en canales (1970).

Este informe contiene un análisis de los datos fluviométricos colectados en la segunda y tercera secciones de riego del río Aconcagua, con el objeto de evaluar recursos provenientes de recuperaciones. El análisis efectuado es interesante por cuanto contempla la evaluación de recursos durante los años secos de 1968 y 1969.

Las recuperaciones se evalúan en los principales esteros afluentes a las dos secciones del río Aconcagua, esto es, en los esteros Lo Campo, Catemu y Las Vegas para la segunda sección, y en los esteros Romeral y Rabuco para la tercera sección. Cabe señalar que se entiende por recuperación, en este informe, a la suma de los caudales de canales que salen desde el estero más el caudal del estero en su desembocadura en el río Aconcagua.

2.3.6 Informes relativos al tema de las recuperaciones. Mediciones.

Se están revisando en detalle los informes relativos a las recuperaciones que se listan anteriormente. Los análisis que se efectúan respecto al tema se basan en mediciones puntuales realizadas durante las temporadas de riego de 1950, 1968 y una serie de aforos efectuados entre 1969 y 1972. Este último período se refiere a un estudio que corresponde a una campaña

bastante completa que emprendió la Oficina de IPLA en conjunto con la DGA. De ello quedaron los dos informes que se mencionan anteriormente editados en el año 1974. La campañas mencionadas fueron llevadas adelante sobre la base de un balance de agua a nivel de río y a nivel de valle. En este último caso, considerando las pérdidas evapotranspirativas.

2.3.7 Generación de nueva información Hidrológica

En consideración al análisis de los antecedentes que se presenta en los acápites anteriores, se entrega a continuación un esquema de la generación de nueva información, atendiendo al tipo de información y a su respectiva fuente.

Pluviometría. Los datos se obtendrán en el Banco de Datos de la DGA y en la DMC. Datos puntuales para rellenos eventuales de las series se extraerían del informe CICA. De este último informe se utilizará también parte de la base metodológica por encontrarse adecuada al estudio. El análisis de los datos se hará enteramente nuevo, en el período elegido.

Recursos Hídricos. Las estadísticas mensuales y anuales de los controles de cabecera se extraerán del Informe de BF Ingenieros Civiles, de Diciembre de 1992. Antes se revisarán las correlaciones y metodología general por ellos empleada. Los datos complementarios para extender las series hasta el año 1991/92 se obtendrán de la Base de Datos de la DGA. Otros puntos de control, que sean de interés al estudio, se generarán por correlaciones gráficas. No se utilizarán las estadísticas obtenidas por CICA en su oportunidad por estar, en la actualidad, obsoletas debido a las revisiones que ha efectuado la DGA a los datos.

Sedimentos. Se utilizarán los datos de sedimentos de la DGA, los que consisten en concentraciones diarias en (g/m^3). A partir de aquí se calcularán las estadísticas de gasto sólido diario en $\text{ton}/\text{día}$, para lo que se recopilarán las series de gasto líquido, a nivel diario.

ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO DEL PROYECTO ACONCAGUA V – REGION

DIAGRAMA DE BARRAS DE LA ESTADISTICA FLUVIOMETRICA

ESTACION	CONTROL	1942 a 1950	1951 a 1960	1961 a 1970	1971 a 1980	1981 a 1992
PUTAENDO EN RESGUARDO LOS PATOS	DGA					
CANAL PARRY Nº2	DGA					
E. QUILPUE EN DESEMBOCADURA	DGA					
E. CATEMU EN DESEMBOCADURA	DGA					
E. ROMERAL EN DESEMBOCADURA	DGA					
EST. EXPERIMENTAL LLIU LLIU	UCH					
COLORADO EN COLORADO	DGA					
JUNCAL EN JUNCAL	DGA					
BLANCO EN RIO BLANCO	DGA-END					
ACONCAGUA EN RIO BLANCO	DGA					
ACONCAGUA EN LOS QUILOS	DGA					
ACONCAGUA EN CHACABUQUITO	DGA					
POCURO EN EL SIFON	DGA					
POCURO EN DESEMBOCADURA	DGA					
ACONCAGUA EN SAN FELIPE	DGA					
E. LO CAMPO EN DESEMBOCADURA	DGA					
ACONCAGUA EN ROMERAL	DGA					
LAS VEGAS EN LAS VEGAS	DGA					
C. LAS VEGAS EN BOCATOMA	DGA					
ACONCAGUA EN PTE. LO ROJAS	DGA					
E. RABUCO EN FDO. RABUCO	DGA					
ACONCAGUA EN TABOLANGO	DGA					
ACONCAGUA EN PTE. BOCO	DGA					
LITRE EN PANAMERICANA	DGA					
ACONCAGUA EN PANAMERICANA	DGA					
E. LO ROJAS EN DESEMBOCADURA	DGA					
E. LIMACHE EN DESEMBOCADURA	DGA					
E. LO CAMPO AGUAS ABAJO C. MOLINO	CORFO-DGA					
E. LAS VEGAS AGUAS ABAJO C. LAS VEGAS	CORFO-DGA					
ALICAHUE EN COLLIGUAY	DGA					
LIGUA EN PLACILLA	DGA					
LA CERRADA EN EMBALSE	DGA					
PEDERNAL EN TEJADA	DGA					
SOBRANTE EN PIÑADERO	DGA					
LAS PALMAS EN PALQUICO	DGA					
CHALACO EN C. LARGA	DGA					

REGISTROS LIMNIGRAFICOS

REGISTROS LIMNIMETRICOS

REGISTROS INCOMPLETOS

ESTUDIO A NIVEL DE DIAGNOSTICO DEL PROYECTO ACONCAGUA
V – REGION

DIAGRAMA DE BARRAS DE LA ESTADISTICA PLUVIOMETRICA

ESTACION	PROP	1901 a 1915	1916 a 1930	1931 a 1945	1946 a 1960	1961 a 1975	1976 a 1992
LOS CONDORES	OMC						
PICHIDANGUI	OMC						
HUAQUEN HDA.	OMC						
COIRON	OMC						
CHINCOLCO	DGA						
HDA. EL SOBRANTE	DGA						
PETORCA	OMC						
TRAPICHE FDO. LONGOTOMA	OMC						
LA ARENA HDA. ALICAHUE	OMC						
ADMINISTRACION HDA. ALICAHUE	DGA						
LAS CASAS HDA. ALICAHUE	OMC						
LA MOSTAZA HDA. ALICAHUE	OMC						
SAN LORENZO	OMC						
PULLALLY HDA.	OMC						
LA LIGUA	DOS						
LA HIGUERA HACIENDA	OMC						
EL INGENIO FUNDO	OMC						
CABILDO	OMC						
PAPUDO	OMC						
CATAPILCO	OMC						
QUINTEROS	OMC						
PUCHUNCAVI HACIENDA	OMC						
PUTAENDO E.A.P.	EAP						
SAN FELIPE	DOS						
CATEMU	DGA						
SAN ESTEBAN RETEN	OMC						
CHAGRES	OMC						
LA CALERA	OMC						
LA CRUZ CHACRA BELLAVISTA	OMC						
LOS ANDES	OMC						
LLAY LLAY	OMC						
EL SAUCE FUNDO	OMC						
RIO BLANCO	OMC						
VILCUYA	DGA						
EL TABON	OMC						
RIECILLOS	DGA						
CUESTA CHACABUCO	OMC						
LIMACHE	DOS						
RESGUARDO LOS PATOS	DGA						
LAGUNITAS	DGA						
LLUJ LLUJ (EL LLANO)	UCH						
MONTEMAR	OMC						
EL BELLOTO	OMC						
VALPARAISO PTA. ANGELES	OMC						
VALPARAISO CERRO ALEGRE	OMC						
VILLA ALEMANA D.O.S.	DOS						
QUILPUE	OMC						
MARGA MARGA EMBALSE	OMC						
PUNTA CURAUMILLA	OMC						
PEÑUELAS LAGO	OMC						
CASABLANCA	OMC						
HACIENDA SAN JERONIMO	OMC						
FUNDO HUALLILEMO	OMC						
RUNGUE	DGA						
TIL TIL	OMC						
POLPAICO	OMC						
CALEU CARABINEROS	DGA						
COLLIGUAY BOQUERON	DGA						

LEYENDA : AÑOS COMPLETOS 
 AÑOS INCOMPLETOS 

1.1.2.11

El procesamiento de los datos se hará enteramente de nuevo. Se utilizarán, como referencia, tasas de sedimentos extraídas de otros informes.

Recuperaciones

Se utilizarán los datos fluviométricos que la DGA mide en los esteros que desembocan en el Aconcagua para el análisis de datos estivales.

Las recuperaciones en el Aconcagua se caracterizarán sobre la base de las mediciones que realizó IPLA-DGA. Se probarán las correlaciones de los caudales de Putaendo en R. Los Patos con estas recuperaciones medidas.

Para las cuencas Petorca y Ligua, en que las recuperaciones tienen magnitudes absolutas menores, del orden de las decenas de litros por segundo, se darán los rangos de ellas según el balance hidrogeológico del Informe CICA.

2.4 ANTECEDENTES RECURSOS HIDRICOS SUBTERRANEOS

Los antecedentes sobre recursos hídricos subterráneos se han extraído de diversos estudios y datos, los cuales se recopilaron en las bibliotecas de la Comisión Nacional de Riego, Dirección de Riego, Dirección General de Aguas y SERNAGEOMIN, así como de nuestros propios archivos. Entre los estudios reunidos los de mayor importancia son los siguientes:

- CICA, "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca", C.N.R., 1982.
- CEDEC, "Estudio de Factibilidad de Riego del Valle de Putaendo", C.N.R., Nov 1991.
- PROAS, "Recursos Hidrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Ligua", CORFO, 1968.
- PROAS, "Recursos Hidrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Petorca", CORFO, 1968.

1.1.2.12

- ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA., "Análisis Red Medición Niveles Aguas Subterráneas", DGA, Dic 1987.
- ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA., "Contaminación de Aguas Naturales, Inventario de Contaminación, Etapa I", DGA, Feb 1989.

En el Capítulo 4.12 se adjunta la bibliografía completa, y el origen de ella.

Los antecedentes recolectados se han analizado críticamente y se han resumido en 11 capítulos conforme a la siguiente pauta:

- Levantamientos Hidrogeológicos
- Catastro de Sondeos, Norias y Vertientes
- Estudios Hidrogeológicos Puntuales y Zonales
- Mediciones de Niveles Estáticos y Dinámicos en diferentes fechas
- Ejecución de Pruebas de Bombeo y Determinación de Características Hidráulicas
- Mediciones y determinaciones de Calidad Química de las Aguas
- Determinación de Volúmenes Extraídos desde los diferentes pozos
- Balances de Aguas Subterráneas por Sectores
- Estudios de Pérdidas y Recuperación de los Lechos de los Ríos
- Otros Antecedentes de Interés Hidrogeológico General

2.4.1 Levantamientos Geológicos

En este capítulo se describen las formas geológicas existentes, la geología regional, división estructural, historia geológica y geología de subsuperficie. Los antecedentes que aquí se exponen son el resultado de un análisis crítico de la bibliografía¹.

2.4.1.1 Geomorfología

El Valle del Río Aconcagua puede dividirse en 2 secciones claramente diferenciables :

- La primera, que se extiende desde la Cuenca San Felipe-Los Andes hasta el límite con Argentina, está constituida por

¹Referencias bibliográficas N° 1, 2, 7 y 17

1.1.2.13

valles estrechos y profundos originados por la erosión glacial y fluvioglacial. Estos valles tienen una potencia de relleno muy escasa, conformada por materiales clásticos de origen morrénico y aluviales de origen reciente constituídos por material de elevada granulometría.

- La segunda, que abarca desde los contrafuertes de la Cordillera de Los Andes hasta el Oceano Pacífico, comprende un sector en que los cerros tienen una altura entre 650 y 800 m.s.n.m. y circundan una gran planicie ubicada entre San Felipe y Los Andes, cuyo ancho máximo es de 20 Km, a la altura de Rinconada de Los Andes. El otro sector que se extiende desde San Felipe hasta Con-Con, donde los cerros presentan las mismas alturas pero el relleno disminuye por efecto de que el valle se angosta alcanzando tan sólo 7,5 Km en su mayor amplitud, frente a Quillota. Desde Quillota hasta Con-Con el relleno está constituido por varias terrazas de solevantamiento a diferentes niveles, las que se ven interrumpidas por esteros y quebradas.

2.4.1.2 Geología Regional

El basamento rocoso de la región se halla conformado por rocas de tipo metamórfico, sedimentario, volcánico e intrusivo; cuya combinación ha determinado diferentes formaciones, que datan de distintas edades geológicas. El relleno data del período cuaternario y se ha originado mediante procesos fluviales y fluvioglaciales. En el Cuadro 1.1.2.1 se pueden apreciar las edades geológicas de cada una de las formaciones de la región, y a la vez la composición y ubicación geográfica de cada una de ellas.

Geología Regional

E d a d Geológica	Formación	Composición	Localización Geográfica
Paleozoico	El Cajón	Gneissés, filitas, metaareniscas, cuarcitas y rocas volcánicas, intruidas por granitoides	Catapilco, El Melón, Quillota
Triásico	La Ligua	Lavas de queratófiro, brechas y tobas con intercalaciones de pizarras, areniscas y cuarcitas.	Valle La Ligua : desde Pulla-lli hasta Quebrada Seca y desde La Higuera hasta Cerro Cuentas.
Jurásico	Quebrada El Pobre	Areniscas y Lutitas con intercalaciones de rocas volcánicas y areniscas cuarcíferas	Quebradas El Pobre y Granadillos
	Ajial	Lava queratófica con intercalaciones de tobas, brechas y rocas sedimentarias lenticulares	N-NO Ciudad de Quillota
	Cerro Calera	Secuencia sedimentaria marina conformada por areniscas tobáceas, calcarenitas, calizas, lutitas, y conglomerados de diversos colores	N-NO Localidad de La Calera
	Horqueta	Lavas queratófiricas alternadas con tobas, areniscas brechas, y conglomerados	Flanco Este del Valle Estero El Melón
	Lagunillas	Secuencia sedimentaria marina compuesta de evaporitas, rocas volcánicas y rocas continentales	Estero Lagunillas
Cretácico	Lo Prado	Andesitas, queratófiro y tobas intercalados con areniscas, areniscas calcáreas y conglomerados marinos	Norte de Olmué hasta el Río Ligua
	Veta Negra	Estratos continentales intercalados con areniscas y metareniscas	Localidad de Ocoa
	Las Chilcas	Brechas, tobas, areniscas tobíferas y lutitas	Localidad de Las Vegas
	Lo Valle	Serie volcánica interestratificada con lutitas, areniscas y conglomerados	Entre la localidad de Chacabuco y Montenegro
	San José	Calizas marinas	Cajón de San José
	Cristo Redentor	Rocas sedimentarias clásticas	Límite con Argentina
	Abanico	Secuencia volcanoclástica continental	Entre Cajón San José y límite con Argentina
Terciario	Parellones	Rocas volcanoclásticas continentales	Entre Los Andes y límite con Argentina
	Horcón	Areniscas y arcillolitas	Entre las localidades de Maitencillo y Horcón
Cuaternario	Volcánicas	Colados de lava y cuello volcánico	Cerros Pedernal y Bayos
	Sedimentarias	Depósitos morrénicos fluvioglaciales y erosión fluvial cuyo origen son las rocas volcánicas e ígneas intrusivas	Valles de los ríos Aconcagua, Ligua, Petorca y Putaendo; y esteros de San Francisco, El Cobre, El Melón, etc.

2.4.1.3 Estructura

La Región de Aconcagua se encuentra dividida en 3 provincias estructurales denominadas Cordillera de la Costa, Graben Central y Cordillera de los Andes.

a) Provincia Estructural de la Cordillera de la Costa

Esta provincia se extiende desde el Océano Pacífico por el Poniente hasta la zona de fallamiento de Los Angeles por el Oriente ubicada a unos 55 Km de la costa e inmediatamente al Este de la Cordillera de la Costa. Los límites Norte y Sur están constituidos por las fronteras de la Cuenca del Río Aconcagua.

Esta área se encuentra conformada por rocas sedimentarias y volcánicas intruídas, cuya edad fluctúa entre el Paleozoico y Cretácico. Las formaciones más antiguas se encuentran en la costa y las más jóvenes hacia el Oriente.

La zona de fallas de Los Angeles es un cinturón irregular y poco definido de algunos kilómetros de ancho, cuyo rasgo estructural predominante corresponde a fallas semi-paralelas de fuerte ángulo, algunas rectilíneas y otras curvas, las que en general muestran desplazamientos hacia abajo del bloque oriental. Se reconoce geográficamente entre Chacabuco y el Río Petorca, siguiendo la dirección N-S, puesto que aparece como una zona de alteración de colores claros, compuesta por roca triturada y que alcanza hasta varias decenas de metros de ancho.

b) Provincia Estructural del Graben del Valle Central

Esta área se extiende entre las fallas de los Angeles y Pocuro y los límites Norte y Sur de la Cuenca del Río Aconcagua. La distancia aproximada entre ambas fallas es de unos 20 Km.

La conformación geológica de la provincia consiste en rocas volcánicas intruídas con andesitas, dioritas y basaltos.

La Falla de Pocuro se manifiesta en el lecho del Estero del mismo nombre, donde las rocas están milotinizadas y presentan una textura microcataclástica. Su orientación resulta vertical u Oeste, extendiéndose desde Santiago hasta el límite Norte de la Región de Aconcagua.

c) Provincia Estructural de la Cordillera de Los Andes

Abarca desde la falla de Pocuro hasta el límite con Argentina. En ella se distinguen 2 subprovincias : Las Ollas y Juncal.

La Subprovincia de Las Ollas se extiende desde la Falla de Pocuro hasta un límite paralelo a la falla localizado a 35 Km al Este de esta. Geológicamente se encuentra constituida por rocas estratificadas intruídas.

La Subprovincia de Juncal limita al Poniente con la subprovincia Las Ollas y al Oriente con Argentina. Se caracteriza por una topografía elevada en que los cerros y montañas tienen 4.000 m o más, combinada con cortes verticales y valles.

2.4.1.4 Historia Geológica

El Ciclo Andino, que abarca desde el Jurásico al Terciario, es el responsable de las actuales características que presenta la zona en estudio. En este período se produjo la formación de grandes rocas volcánicas con intercalaciones de rocas sedimentarias. En el área Oriental se desarrollan cuencas periandinas con depósitos continentales y en el área central se produce el desarrollo de cordones volcánicos que se extienden hacia el occidente. El primero de estos cordones es el de Abanicos; en el Paleoceno se desarrolla el arco volcánico de Farellones; y después de la fase incaica se generan los actuales cordones montañosos orientales. Le sucede a éste un período en que se originan grandes planicies por efecto de la erosión, cuya expresión actual son extensiones de la Cordillera de la Costa. Luego viene una etapa en que la tectónica produce fallamientos de dirección principal N-S y ambas cordilleras tienen un ascenso relativo sobre el Valle Central. Posteriormente se suceden 4 períodos glaciares e interglaciares, en que en los primeros se produjo el arrastre de morrenas y en los segundos el avance del mar con la consiguiente formación de terrazas marinas.

2.4.1.5 Geología de Subsuperficie

En el relleno de la Cuenca del Río Aconcagua, entre las localidades de Los Andes y Tabolango, se pueden distinguir 4 tipos de estratos diferentes los que se han denominado A, B, C y D. Los estratos más abundantes son los del tipo B y D, en tanto A y C sólo aparecen localmente entre San Felipe y Los Andes.

Los depósitos que constituyen la unidad A se despliegan por el sector Sur del Valle de Aconcagua entre las localidades de Los Andes y Curimón, sin alcanzar la ribera Sur-Poniente del río, puesto que se encuentran con los estratos de la unidad B. Los depósitos de esta unidad se hallan conformados por arenas y gravas, con una matriz compuesta de arcillas y fracciones de ripio y bolones, los que se han constituido bajo la acción del Estero Pocuro y efectos de borde del Río Aconcagua.

La unidad B, que se extiende por todo el Valle desde Los Andes hasta Con-Con, está constituida por sedimentos de granulometría gruesa a media, del rango ripios gravillentos, cuya matriz suele ser arenosa y contaminada con finos hacia los flancos del valle. Probablemente se ha originado por el acarreo fluvial, formando conos de deyección en los principales ríos y esteros de la cuenca, en un proceso que dura hasta hoy en día.

Los sedimentos que constituyen la unidad C se despliegan por el sector Norte del Valle de Aconcagua entre las localidades de Los Andes y Curimón, sin alcanzar la ribera Nor-Poniente del río, puesto que se encuentran con los estratos de la unidad B. Estos sedimentos, cuya granulometría es muy heterogénea, se hallan conformados por gravas y arenas gruesas, medias y finas, ripios, bolones y bloques aislados; con una matriz arcillosa-limosa. El origen de estos sedimentos son las corrientes de barro, esencialmente gravitacionales.

La unidad D, que se extiende desde Los Andes hasta Tabolango, corresponde a un conjunto de sedimentos de granulometría fina del tipo arenas finas, con una matriz abundante en arcillas. Estos depósitos han resultado del arrastre y depositación durante diversos procesos glaciares. Esta unidad subyace a la unidad B en todo el valle hasta Mauco. Aguas abajo de esta localidad y hasta la desembocadura del río, se reconocen sedimentos de granulometría gruesa del rango gravas-arenosas, con fracciones de ripios y bolones subordinados que constituyen la continuación de la unidad B. Bajo este relleno aparecen otros 2 cuyas características son las siguientes : el primero es un conglomerado arcilloso de origen marino, en tanto el segundo es un estrato de granulometría heterogénea donde existen ripios, bolones y arcillas.

2.4.2 Catastro de sondeos, norias y vertientes

Los datos para el Catastro de Sondeos que se acompañan en el presente capítulo se han obtenido de 2 fuentes, a saber: el Catastro de Pozos realizado por nuestra oficina con objeto del estudio N°5 de la Referencia, y el Catastro de CEDEC efectuado para el estudio del Valle de Putaendo (Referencia N° 2). De

1.1.2.18

modo que la única información posible de contrastar es la de Putaendo, en la que se puede observar lo siguiente:

- El Catastro de nuestra oficina por el hecho de ser más antiguo tiene menos sondeos en inventario.
- Existen algunas diferencias en la información en cuanto a la propiedad de cada sondeo, por la misma razón anterior.
- Mientras CEDEC aporta algunos niveles estáticos que datan de Junio de 1991, ALAMOS Y PERALTA incluye antecedentes legales y carta IGM.

El Catastro de nuestra oficina consiste en un inventario de 819 pozos que abarca toda la Cuenca del Aconcagua. En este se halla registrada la siguiente información :

- Rol BNA
- Rol Corfo
- Rol CONARA
- Carta IGM
- Cuenca
- Comuna
- Nombre Predio
- Rol Predio
- Nombre o Razón Social Propietario
- Constructor y número constructor
- Cota
- Profundidad Perforada
- Profundidad Habilitada
- Caudal Extraído (de 535 sondeos)
- Nivel Estático (de 614 sondeos)
- Nivel Dinámico (de 535 sondeos)
- Fecha Término Construcción
- Uso
- Disponibilidad Análisis Químico
- Disponibilidad Estratigrafía
- Disponibilidad Registros de Niveles

El Catastro del estudio de CEDEC contiene básicamente el mismo tipo de antecedentes, con algunas diferencias que son las que ya se han establecido en párrafos anteriores. Este consiste en un inventario de 28 sondeos, de los cuales 19 tienen registros de nivel estático, 17 de nivel dinámico y 20 del caudal extraído.

2.4.3 Estudios hidrogeológicos zonales

Los principales informes en que se ha basado la recopilación de antecedentes corresponden precisamente a estudios hidrogeológicos zonales, como son los de los Valles de La Ligua, Putaendo y Petorca mencionados en la introducción del

Capítulo 4. Por otra parte, en el Estudio Integral de Riego de la cuenca (Referencia N°1) se realizan análisis hidrogeológicos de diversos sectores del Valle del Aconcagua y de los valles ya mencionados. Los sectores estudiados del Aconcagua son : Los Andes-San Felipe, Río Putaendo, San Felipe-Romeral, Estero Catemu, Llay-Llay, Romeral-Tabolango, Estero Los Litres, Estero Limache y Tabolango-Concon. Otros antecedentes de interés son los informes de las Referencias N°'s 17 y 7, en los cuales se analiza la hidrogeología del sector de Con-Con y del Valle del Aconcagua, respectivamente. La información contenida en ellos puede compararse con la del Estudio Integral de Riego (Referencia N°1), de manera de establecer parámetros iniciales para cada embalse subterráneo de la cuenca.

2.4.4 Mediciones de niveles estáticos y dinámicos en diferentes fechas

Los antecedentes de que se dispone son principalmente los registros de niveles actualizados de la Red de Medición de la DGA para las estaciones contenidas en la cuenca del presente proyecto, complementados con otros obtenidos con motivo de la elaboración de diversos estudios como son el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca"(Ref.N°1), "Hidrogeología del Valle del Aconcagua"(Ref.N°7), "Estudio de Factibilidad de Riego del Valle de Putaendo"(Ref.N°2), y "Problema de Drenaje del Area de Llay-Llay"(Ref.N°13).

Acuíferos Cuenca Aconcagua

Se dispone de todos y cada uno de los registros de la red de medición de la DGA existentes en la V Región, los cuales coinciden con la Cuenca del Río Aconcagua, la de los Ríos Ligua y Petorca, a la vez que las cuencas costeras intermedias entre las desembocaduras de los ríos Petorca y Ligua y la localidad de Con-Con. Estos registros se graficarán para construir los planos de variación hiperanual de niveles, correspondientes al informe de la etapa N°4.

Acuífero Valle Río Aconcagua

Los antecedentes de la Referencia N°1 son las Figuras 6.5, 6.8, 6.14, 6.17, 6.19, 6.21, 6.22 y 6.23 correspondientes a ese informe. En el Cuadro 1.1.2.2 adjunto se resume la información contenida en dichos limnigramas, indicando la coordenada, nombre y período de datos de la captación.

En la Referencia N°7 aparecen 12 limnigramas correspondientes a 12 sondajes del Valle del Aconcagua y sus tributarios, los registros contenidos en ellos se resumen en el Cuadro 1.1.2.3.

1.1.2.20

Los registros del estudio N°13 de la bibliografía corresponden a 4 limnigramas que promedian los niveles de 82 sondeos contruïdos con motivo del proyecto, los que datan de todos los meses de 1977 y 1978. No se ha considerado en este estudio el limnigrama de cada sondeo sino el promedio de ellos, puesto que éstos se ubicaron a 500 m entre sí en un área reducida de Llay-Llay, y esta información se considera suficiente para los fines del estudio.

Acuífero Valle Río Putaendo

En el informe de la referencia N°2 figuran 10 gráficos (de 10 pozos) con estadísticas de variaciones de nivel entre los años 66 y 89, cuyo detalle se adjunta en el Cuadro 1.1.2.4.

ESTADISTICAS DE VARIACION DE NIVELES VALLE RIO ACONAGUA (INFORME REFERENCIA N° 1)

ESTACION		año																											
DESIGNACION	ROL COREO	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79								
Pimichán	3230 7040 - F-1																												
AP. Putaendo	3230 7040 - D-1																												
AP. Putaendo	3230 7040 - D-2																												
Rinconada de Sil	3230 7040 - D-3																												
Las Cabras	3240 7020 - A-9																												
Fdo. Bucalem	3240 7030 - C-12																												
P. Esmeralda	3240 7020 - C-5																												
Las Peñas	3240 7030 - C-6																												
Barrancas	3240 7040 - A-1																												
El Aliento	3240 7040 - A-2																												
La Grania	3240 7040 - A-3																												
As. Pallawina	3240 7040 - A-4																												
21 de Mayo	3240 7040 - B-2																												
El Aliento	3240 7040 - B-4																												
Putaendo N° 3	3240 7040 - B-7																												
Carami	3240 7050 - A-1																												
As. Catemu	3240 7050 - C-2																												
As. Rosaral	3240 7100 - D-3																												
La Calavera	3240 7100 - D-4																												
El Carmen	3240 7110 - B-12																												
As. El Melon	3240 7110 - B-15																												
Los Litres	3240 7110 - F-18																												
LOS Litres	3240 7110 - F-20																												
As. Nodales	3240 7110 - B-27																												
As. Nodales	3240 7110 - F-9																												
LOS Matones	3250 7040 - B-2																												
Fdo. Florence	3250 7100 - A-1																												
Fdo. Florence	3250 7100 - A-4																												
Ocoa	3250 7100 - B-4																												
---	3250 7100 - C-1																												
As. Los Laureles	3250 7110 - C-9																												
Lajarillas	3250 7120 - C-23																												
Cou Cou	3250 7120 - C-39																												
Cou Cou	3250 7120 - C-42																												
Cou Cou	3250 7120 - C-7																												
Cou Cou	3250 7120 - C-8																												
Cou Cou	3250 7120 - B-4																												
Fdo. El Modelo	3300 7110 - B-4																												
Graniso	3300 7110 - B-7																												

Cuadro 1.1.2.3

[illegible]

Cuadro 1.1.2.4

[illegible]

2.4.5 Ejecución de pruebas de bombeo y determinación de características hidráulicas

Los informes que se han considerado para estos efectos son el Catastro de Sondajes efectuado por nuestra oficina, el Catastro en Putaendo efectuado por CEDEC, el informe N° 7 de la bibliografía, el estudio de Petorca (Ref.N°4), la Ligua (Ref.N°3) , el Estudio realizado por John Moore, que corresponde a la referencia N°9 y el informe del área de Con-Con (Ref.N°17).

Acuíferos Cuenca Aconcagua

Los 2 catastros mencionados permiten calcular solamente el caudal específico de la prueba de bombeo de la fecha de término de la construcción, ya que contienen los datos de caudal extraído y depresión experimentada. De acuerdo con lo expresado en el Capítulo 4.2, existirían 535 pruebas con sus datos completos catastradas por ALAMOS Y PERALTA y 17 de las catastradas por CEDEC. Luego, se puede calcular el valor del caudal específico de unos 550 sondajes por esta vía.

Acuífero Valle Río Aconcagua

En el informe de la Ref. N°7 se presenta el caudal específico de 18 sondajes, los cuales coinciden con los pozos del catastro con antecedentes de bombeo; 10 valores de transmisividad obtenidos en pruebas de bombeo de 7 sondajes y pruebas de recuperación de 3 sondajes. El cuadro 1.1.2.5 resume lo comentado.

En el Anexo N°3 del Informe de John Moore se adjuntan los resultados de 72 pruebas de bombeo, en las que se calcularon 39 valores de transmisividad, para 39 sondajes.

En el estudio de Con-Con se efectuaron 6 pruebas de bombeo que arrojaron datos respecto de las características hidráulicas del acuífero, obteniéndose 22 de Transmisividad, 1 de coeficiente de almacenamiento, y 6 de Caudal Específico.

Acuífero Valle Río Putaendo

En el estudio de CEDEC se calcularon 19 valores de T en 15 pozos.

Acuífero Valle Río Ligua

En el Río Ligua se realizaron 32 pruebas de bombeo en 12 pozos con motivo del estudio ya comentado. Los resultados de estas pruebas permiten calcular 31 valores del caudal específico, en

1.1.2.25

tanto se obtuvieron 19 valores de transmisividad y 21 de permeabilidad, como lo resume el Cuadro 1.1.2.6.

Acuífero Valle Río Petorca

En el Río Petorca se realizaron 23 pruebas de bombeo en 11 pozos y una noria, con motivo del estudio ya comentado. Los resultados de estas pruebas son 22 valores de T, 22 de K y 12 de S, como puede apreciarse en el Cuadro 1.1.2.7.

PRUEBAS DE BOMBEO RIO
ACONCAGUA (REFERENCIA N°7)

N°	ROL CORFO	N°PRUEBAS BOMBEO	N°DATOS T (1)	N°DATOS CE (2)
1	3240 7030 C 5	1	2	1
2	3240 7030 C 6	1	0	1
3	3240 7030 C 7	1	1	1
4	3240 7040 D 2	1	2	1
5	3240 7040 D 3	1	0	1
6	3240 7040 D 5	1	0	1
7	3240 7040 D 6	1	0	1
8	3240 7040 D 7	1	0	1
9	3240 7040 D 8	1	0	1
10	3240 7040 D 9	1	0	1
11	3240 7040 D 10	1	0	1
12	3240 7040 D 11	1	0	1
13	3240 7040 D 12	1	0	1
14	3240 7040 D 13	1	1	1
15	3240 7040 D 14	1	1	1
16	3250 7030 A 1	1	0	1
17	3250 7040 B 1	1	2	1
18	3250 7040 B 2	1	1	1

TOTAL	18	10	18
-------	----	----	----

(1) T : TRANSMISIVIDAD

(2) CE : CAUDAL ESPECIFICO

PRUEBAS DE BOMBEO RIO
LIGUA (REFERENCIA N°2)

N°	SONDAJE	N° PRUEBAS BOMBEO	N° DATOS T (1)	N° DATOS K (2)
1	CELZAC 410	4	3	3
2	CELZAC 453	1	1	1
3	CELZAC 473	5	3	3
4	CELZAC 467	1	1	1
5	DOS 355	1	1	1
6	CORFO 197	9	2	2
7	DOS 435	1	1	1
8	CORFO 341	5	3	3
9	CORFO 317	2	3	3
10	CORFO 163	1	1	1
11	EL BOSQUE	1	0	1
12	NVO.CABILDO	1	0	1

TOTAL	32	19	21
-------	----	----	----

(1) T : TRANSMISIVIDAD

(2) K : PERMEABILIDAD

PRUEBAS DE BOMBEO RIO PETORCA
(REFERENCIA N°3)

N°	SONDAJE	N°PRUEBAS BOMBEO	N°DATOS T (1)	N°DATOS K (2)	N°DATOS S (3)
1	CORFO 292	3	2	2	0
2	CORFO 306	2	1	1	0
3	CORFO 423	2	1	1	1
4	CORFO 286	2	2	2	1
5	CORFO 247	3	3	3	1
6	CORFO 392	1	2	2	2
7	CORFO 307	3	1	1	0
8	CORFO 481	1	1	1	1
9	CELZAC 471	2	1	1	0
10	CORFO 464	1	2	2	0
11	CORFO 499	1	1	1	1
12	N.EL ALGODON	2	5	5	5

TOTAL	23	22	22	12
-------	----	----	----	----

(1) T : TRANSMISIVIDAD

(2) K : PERMEABILIDAD

(3) S : COEF.ALMACENAMIENTO

2.4.6 Mediciones y determinaciones de calidad química de las aguas

Acuíferos Valles Ríos Aconcagua y Putaendo

En el informe del "Análisis de la Red de Medición de Aguas Subterráneas"(Ref.Nº5) se han encontrado 403 análisis físico químicos del agua extraída de sondeos del acuífero de los Valles de Aconcagua y Putaendo, de los cuales 4 son completos, 2 parcialmente completos y en 397 se consideran los elementos y compuestos más importantes presentes en el agua subterránea, como son Total de Sólidos disueltos, pH, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Magnesio, Calcio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Litio, Cobre, Hierro, Manganeseo, Arsénico, Boro, Zinc, Sílice, Nitratos, Flúor, Fosfatos y Aluminio.

Del informe "Hidrogeología del Valle del Aconcagua"(Ref.Nº7) se han recopilado 88 análisis físico-químicos de agua subterránea consistentes en la determinación del Total de Sólidos Disueltos, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Nitrato, Silicio, Boro, Hierro y Manganeseo.

Se realizaron 22 determinaciones de calidad físico-química del agua subterránea de 22 sondeos, ubicados en las cercanías de Cón-Cón, con objeto del estudio de la referencia Nº 17. Los parámetros medidos fueron Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Carbonato, Bicarbonato, Cloruro, Sulfato, Nitrato, pH, Dureza Total, Dureza Bicarbonácea, Total de Sólidos Disueltos, Conductancia Específica y Turbiedad.

Como elemento adicional de estudio de la calidad de las aguas subterráneas en estos valles se cuenta con un listado de 50 fuentes de contaminación (Ref.Nº6), de las cuales se indican las características, magnitud de la descarga, elementos predominantes, y lugar de vertidos.

Acuífero Valle Río Ligua

En el informe del "Análisis de la Red de Medición de Aguas Subterráneas"(Ref.Nº5) se han encontrado 12 análisis físico químicos para sondeos del acuífero, de los cuales 6 son completos y 6 del tipo en que se consideran los elementos y compuestos más importantes presentes en el agua subterránea, como son Total de Sólidos disueltos, pH, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Magnesio, Calcio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Litio, Cobre, Hierro, Manganeseo, Arsénico, Boro, Zinc, Sílice, Nitratos, Flúor, Fosfatos y Aluminio.

1.1.2.30

Del informe "Recursos Hidrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Ligua"(Ref.Nº3) se han recopilado 40 análisis físico químicos de aguas subterráneas de los cuales 2 son completos, 8 exclusivamente de Cloruros y 30 consistentes en la determinación del Total de Sólidos Disueltos, pH, Conductividad, % Sodio, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Oxhidrilo, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Nitrato y Sílice.

Como elemento adicional de estudio de la calidad de las aguas subterráneas en estos valles se cuenta con un listado de 7 fuentes de contaminación (Ref.Nº6), de las cuales se indican las características, magnitud de la descarga, elementos predominantes, y lugar de vertidos.

Acuífero Valle Río Petorca

En el informe del "Análisis de la Red de Medición de Aguas Subterráneas"(Ref.Nº5) se ha encontrado 1 análisis físico químico para el agua extraída de 1 sondaje del acuífero, donde se consideran los elementos y compuestos más importantes presentes en el agua subterránea, como son Total de Sólidos disueltos, pH, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Magnesio, Calcio, Sodio, Potasio, Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Litio, Cobre, Hierro, Manganeso, Arsénico, Boro, Zinc, Sílice, Nitratos, Flúor, Fosfatos y Aluminio.

Del estudio "Recursos Hidrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Petorca"(Ref.Nº4) se han recopilado 11 análisis físico químicos de aguas subterráneas consistentes en la determinación del Total de Sólidos Disueltos, pH, Conductividad, % Sodio, Dureza Carbonatosa y No Carbonatosa, Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Oxhidrilo, Carbonato, Bicarbonato, Sulfato, Cloruro, Nitrato y Sílice.

Como elemento adicional de estudio de la calidad de las aguas subterráneas en estos valles se cuenta con un listado de 2 fuentes de contaminación (Ref.Nº6), de las cuales se indican las características, magnitud de la descarga, elementos predominantes, y lugar de vertidos.

2.4.7 Determinación de volúmenes extraídos desde los diferentes pozos

Acuífero Valle Río Aconcagua

En el informe de la Referencia N°1 se han realizado Balances Hidrológicos y calculado la extracción artificial para 6 de los

1.1.2.31

8 sectores en que se ha dividido el valle, de manera que se cuenta con 6 datos de caudal extraído zonalmente, que sumados son equivalentes a la extracción artificial total del acuífero, como se presenta a continuación, en el Cuadro 1.1.2.8.

Cuadro 1.1.2.8

CAUDAL EXTRAIDO ACUIFERO V. ACONCAGUA

Nº	SECTOR	Q extraído (m3/s)
1	Los Andes-San Felipe	0,13
2	San Felipe-Romeral	1,62
3	Estero Catemu	0,29
4	Valle de Llay-Llay	0,00
5	Romeral-Tabolango	?
6	Estero Los Litres	0,00
7	Limache	?
8	Tabolango-ConCon	0,11
Total		2,15

1.1.2.32

En el "Balance Hidrogeológico Preliminar de la Hoya del Aconcagua"(Ref.Nº11) se estimó sólo una extracción artificial total de 2 m³/s desde los acuíferos de ambos valles, para el período 1959-1968.

En el informe de la Referencia Nº7 existe un capítulo completo dedicado a la explotación del embalse subterráneo, donde se explica que se han mensurado los volúmenes de agua extraídos en cada sondeo a través de una encuesta donde se midió este volumen y consumo eléctrico en un lapso de tiempo determinado, para luego prorratear la relación: (volúmenes medidos/unidad de consumo eléctrico), por el consumo eléctrico total anual, obtenido por intermedio de la Compañía de Distribución respectiva. El resultado final es de 0,65 m³/s para todos los pozos del Valle, que sumado a 1,6 m³/s de la Galería Las Vegas (Valor promedio estadística 1969-76, Ref.Nº1) da un total de 2,25 m³/s.

Conforme a lo expuesto en los párrafos anteriores, la extracción artificial total desde este acuífero bordearía los 2-2,25 m³/s para los años 60-70; en tanto debiera ser superior a 2,15 m³/s para el 82.

Acuífero Valle Río Putaendo

Los antecedentes de extracción artificial en este acuífero provienen de 2 estudios : Integral de Riego (Ref.Nº1) y Factibilidad Riego Valle Putaendo (Ref.Nº2). En el primero se ha realizado una estimación del caudal saliente hacia el embalse del Aconcagua y de las recargas conforme a un modelo hidrológico, estimándose cero extracción artificial en un año promedio. Lo anterior es cierto, sin embargo resulta un análisis limitado puesto que en años de sequía el bombeo se incrementa notablemente, como se verificó en la encuesta del segundo informe mencionado, en que alcanzó 0,11 m³/s. En este último estudio se desglosa el bombeo conforme al uso y estación.

Acuífero Valle Río Ligua

En el informe de la Referencia Nº1 se han realizado Balances Hidrológicos y calculado la extracción artificial clasificándola según uso (Agua Potable) y tipo de captación (Sondeo, Noria, Vertiente). De acuerdo con este antecedente la extracción total anual del año 1977 fue de 0,59 m³/s.

Acuífero Valle Río Petorca

En el informe de la Referencia Nº1 se han realizado Balances Hidrológicos y calculado la extracción artificial clasificándola según uso (Agua Potable) y tipo de captación

(Sondaje, Noria). De acuerdo con este antecedente la extracción total anual fue de 0,065 m³/s.

Cabe considerar que desde la década del 70, en que se realizó el Estudio Integral, se han construido bastantes pozos en la Cuenca del Aconcagua de manera que el volumen actualmente extraído probablemente supere la suma de las extracciones históricas de los 3 acuíferos mencionados. El dimensionamiento de ésta variable se realizará en el Estudio Hidrogeológico.

2.4.8 Balances de aguas subterráneas por sectores

Acuíferos Valle Río Aconcagua

Tal como se ha expresado en el capítulo anterior, existen varios estudios en que se han efectuado Balances Hidrológicos de los acuíferos del Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. En el estudio Integral (Ref.Nº1) se efectuaron 9 Balances Hidrológicos anuales, tomando como base las estadísticas de las décadas del 60 y 70. De los 9 Balances 1 corresponde al acuífero del Putaendo, 1 al del Ligua, 1 al del Petorca y 6 a diferentes sectores del Valle del Río Aconcagua.

En el informe "Balance Hidrológico Preliminar Hoya del Aconcagua" (Referencia Nº11) se efectúa un Balance del acuífero del Río Aconcagua, considerando las entradas y salidas mensuales del sistema obtenidas en base a valores promedio de 1959 a 1968.

Acuífero Valle Río Putaendo

La información al respecto es la mencionada en los párrafos anteriores(Ref.Nº1) y la del estudio de CEDEC (Ref.Nº2). Este último no tiene un balance sino aporta antecedentes procesados de estadísticas de precipitaciones y caudales, así como estimaciones de la cuantía de la extracción artificial obtenidas en base a una encuesta.

Acuífero Valle Río Ligua

En el estudio ya mencionado de la zona (Ref.Nº3) se han realizado 45 Balances de Aguas superficiales, en 7 zonas, utilizando 6 corridas de aforo practicadas en el Río, Canales, y aportes laterales como son los Esteros, Vertientes, etc. Estos permitirán estimar algunas variables del Balance Hídrico Subterráneo, como son las infiltraciones o recuperaciones, evaporación y evapotranspiración, infiltración desde el Río y Canales, etc. Además, se dispondrá de los Balances de Aguas Subterráneas de la Referencia Nº1.

Acuífero Valle Río Petorca

En el estudio ya mencionado de la zona (Ref.Nº4) se han realizado 7 Balances de Aguas superficiales, en 9 zonas, utilizando 6 corridas de aforo practicadas en el Río, Canales, y aportes laterales como son los Esteros, Vertientes, etc. Estos permitirán estimar algunas variables del Balance Hídrico Subterráneo, como son las infiltraciones o afloramientos, evaporación y evapotranspiración, infiltración desde el Río y Canales, etc. Además, se dispondrá de los Balances de Aguas Subterráneas de la Referencia Nº1.

2.4.9 Estudio de pérdidas en canales e infiltración en predios de regadío

Acuíferos Valle Río Aconcagua

Existen 3 estudios que se refieren a pérdidas por infiltración en canales y predios de regadío, estos son : "Recuperaciones del Río Aconcagua y Esteros afluentes y Pérdidas en Canal"(Ref.Nº12), "Problema de Drenaje del Area de Llay-Llay : Antecedentes para un diagnóstico"(Ref.Nº13), e "Influencia del Embalse Puntilla del Viento en los Recursos de Agua de la Hoya Intermedia del Río Aconcagua"(Ref.Nº20). Los 2 primeros contienen datos de corridas de aforos simultáneos en canales y el tercero contiene un análisis de infiltraciones totales, calculadas en base a un balance hidrológico de la Hoya Intermedia del Aconcagua.

En el informe de la referencia Nº12 se adjuntan los datos de 6 aforos simultáneos , practicados en Enero de 1970, en las secciones anteriores al primer marco de los Canales San Rejis y Petaca de la Primera Sección del Río, Catemu del Alto y Llay-Llay de la 2ª, y Purutún y Waddington de la 3ª. En cada uno de estos experimentos se determinó la infiltración en cada tramo expresada en l/s y en l/s/Km.

En el estudio de la Referencia Nº13 se adjuntan las medidas de 12 corridas de aforo simultáneas practicadas en 4 canales del sector de Llay-Llay en 3 fechas diferentes, con la determinación de la pérdida porcentual por infiltración en cada canal. Los canales aforados fueron el Lorino, Valdesano (o Llay-Llay), Comunero y Las Vegas. Los experimentos se efectuaron en Octubre de 1976, Diciembre de 1976 y Marzo de 1977.

En el Informe del Embalse Puntilla del viento se calcularon las pérdidas por infiltración totales (lluvia, riego, etc.), en el Valle del Aconcagua entre Chacabuquito y San Felipe, por medio de la diferencia entre las Entradas y Salidas del embalse

subterráneo del sector, para los años hidrológicos desde 1943-44 hasta 1969-70. Conforme a esto se calcularon 27 años de infiltración, lo que se resume en un gráfico infiltración m^3/s v/s entradas totales m^3/s . La gráfica resultante es una recta con pendiente 25% en años normales y 60% en años de sequía. De modo que se cuenta con 2 estimaciones de la infiltración total en una zona determinada del Valle.

Acuífero Valle Río Putaendo

En este acuífero no figuran experimentos ni balances para determinar la infiltración.

Acuífero Valle Río Ligua

En el estudio de la Referencia N°3 han calculado 45 valores de infiltración o afloramiento por medio de balances de aguas superficiales en 7 zonas, utilizando 6 series de corridas de aforo simultáneas practicadas en el Río, Canales, y aportes laterales como son los Esteros, Vertientes, etc. Las corridas se practicaron en los meses de Noviembre de 1966, Febrero de 1967, Mayo de 1967, Septiembre de 1967, Enero de 1968 y Mayo de 1968. El Valle del Río Ligua se dividió en 8 zonas, realizándose medidas en sólo 7, que son : Río Alicahue desde Colliguay hasta toma Canal La Arboleda, Río Alicahue desde toma Canal La Arboleda hasta toma Canal De La Arena, Río Alicahue desde el punto anterior hasta la junta con el Estero Los Angeles, Estero Los Angeles, Río Alicahue desde junta con Estero Los Angeles hasta Río Ligua aguas arriba toma Canal Los Loros, Río Ligua desde toma Canal Los Loros hasta toma Canal Lobino, Río Ligua desde toma Canal Lobino hasta junta con Estero Jaururo, y Estero Jaururo.

Acuífero Valle Río Petorca

En el estudio de la Referencia N°4 se han calculado 36 valores de infiltración o afloramiento por medio de Balances de Aguas Superficiales en 6 zonas, utilizando 6 series de corridas de aforo simultáneas practicadas en el Río, Canales, y aportes laterales como son los Esteros, Vertientes, etc. Las corridas se practicaron en los meses de Noviembre de 1966, Febrero de 1967, Mayo de 1967, Septiembre de 1967, Enero de 1968 y Mayo de 1968. El Valle del Río Petorca se dividió en 6 zonas que son: Río Sobrante en Piñadero hasta aguas abajo Junta con Río Chalaco, Río Petorca aguas abajo de la junta con Río Chalaco hasta bocatoma Canal Callejones, Río Petorca bocatoma Canal Callejones hasta junta con Estero Las Palmas, Río Petorca aguas abajo junta con Estero Las Palmas hasta Canal Canela o Lital, Río Petorca desde bocatoma Canal Canela hasta Estero La Chicharra, Río Petorca desde Estero La Chicharra hasta la Carretera Panamericana.

Algunos de los antecedentes que aparecen en este capítulo, como son las infiltraciones totales en diferentes sectores de los valles en estudio, no sólo se encuentran relacionados con las infiltraciones por riego sino que con todo tipo de pérdidas por infiltración en los embalses subterráneos. Entre éstas se cuentan en especial las pérdidas en los lechos de los ríos, a las que se refiere el siguiente capítulo.

2.4.10 Estudio de pérdidas y recuperación en los lechos de los ríos

Acuíferos Valle Río Aconcagua

Los antecedentes recopilados son aquellas experiencias y estimaciones de los informes "Río Aconcagua, Informe Preliminar"(Ref.Nº15) y "Estudio de Recuperaciones del Valle del Aconcagua"(Ref.Nº23).

En el primero de éstos se encuentran 27 experiencias de recuperaciones realizadas regularmente entre los años 50 y 60, en 4 sectores del Valle : los 2 primeros corresponden a las secciones 1ª y 2ª, el tercero es aquél comprendido entre Chagres y La Calera, y el cuarto entre Calera y Puente Colmo. En cada experiencia se midieron los caudales del Río en Chacabuquito y en cada uno o algunos de los sectores, determinando los caudales recuperados por medio de un balance hídrico.

El segundo informe contiene 120 datos de experiencias de recuperaciones en el Río y 120 determinaciones de éstas, las que se reparten de a 30 en cada uno de 4 sectores. Las experiencias se realizaron entre el 18/02/69 y el 03/08/72, y consistieron en medir simultáneamente los caudales del Río en la entrada y salida de cada sector, a la vez que aforar los esteros afluentes y los canales, de manera que las recuperaciones en cada tramo se obtuvieron por diferencia entre los aportes y saques. Por otra parte, los 4 sectores en que se dividió el Río fueron los siguientes : Río Aconcagua en Chacabuquito hasta el Puente Carretero en San Felipe, desde el puente hasta la estación del Río en Romeral, desde la estación de Romeral hasta el Puente Calera, y la última desde el Puente Calera hasta el Puente Colmo. En el proceso de cálculo de recuperaciones hubieron de medirse , en el mismo período y con la misma frecuencia mencionada, los caudales del Río Aconcagua a la entrada y salida de cada sección, los caudales entrantes a 20 canales en el primer sector, 17 en el segundo, 12 en el tercero y 14 en el cuarto; los caudales salientes del Río Putaendo y 3 esteros en el primer sector; 3 esteros y 1 dren en el segundo sector, 3 esteros en el 3º sector y 3 en el cuarto. Junto con el cálculo de recuperaciones en el Río se calcularon

las diferencias entre entradas y salidas totales a cada sector de manera que con estos datos pueden estimarse las infiltraciones o recuperaciones cuyo origen es el Río y las que son de otro origen, como el riego.

Otros Valles

Como ya se ha comentado en el capítulo anterior, existen antecedentes de carácter global respecto de las infiltraciones o recuperaciones en los Valles de Petorca y La Ligua, los que permitirán estimar la suma de infiltraciones de diverso origen.

2.4.11 Otros antecedentes de interés hidrogeológico general

Existen otros antecedentes de interés hidrogeológico general como son los perfiles estratigráficos de varios pozos y cortes hidrogeológicos, que aparecen en las referencias N°1, 2, 3, 4, 17, 25, 26 y 27; estos vendrán a complementar los antecedentes para levantamientos hidrogeológicos de cada acuífero.

También se dispone de planos de Isopiezas para varios períodos que vendrán a apoyar los planos de las características de la capa que se generen con motivo del presente. Estos se encuentran en los estudios de la referencia N°1, 2, 9, 13, 15, 17 y 18. En lo que respecta a las características de la capa, el estudio de Contaminación del Río Aconcagua(Ref.N°21) si bien no aporta con análisis específicos de determinados sondeos, entrega una visión general de la calidad del agua subterránea en el Valle de este Río que ayudará al estudio de los datos.

Existen otros antecedentes que permitirán calcular los Balances Hídricos en los embalses subterráneos, como son los hidrológicos (Estadísticas de Lluvia y Fluviometría), superficie regada, trazado y longitud de canales, modelos, etc. los que se encuentran en nuestro archivo y en algunos estudios mencionados en la bibliografía.(Ref.N°1, 2, 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 y 23).

2.4.12 Bibliografía

- (1) CICA, "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca", C.N.R., 1982.
- (2) CEDEC, "Estudio de Factibilidad de Riego del Valle de Putaendo", C.N.R., Nov 1991.
- (3) PROAS, "Recursos Hídrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Ligua", CORFO, 1968.

- (4) PROAS, "Recursos Hidrológicos y Posibilidades de Mejoramiento del Regadío en el Valle del Río Petorca", CORFO, 1968.
- (5) ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA., "Análisis Red Medición Niveles Aguas Subterráneas", DGA, Dic 1987.
- (6) ALAMOS Y PERALTA INGENIEROS CONSULTORES LTDA., "Contaminación de Aguas Naturales, Inventario de Contaminación, Etapa I", DGA, Feb 1989.
- (7) SECCION AGUAS SUBTERRANEAS DEPARTAMENTO RECURSOS HIDRAULICOS CORFO, "Hidrogeología del Valle del Aconcagua", CORFO, Nov 1969.
- (8) SECRETARIA EJECUTIVA C.N.R., "Programa Integral de Desarrollo del Proyecto Aconcagua", C.N.R., 1985.
- (9) MOORE, JOHN, "Water Resources Investigation Program for Rio Aconcagua Valley Chile", MOP.
- (10) CEPLA-DEA-IREN, "Proyecto Aconcagua : Análisis de Alternativas de Uso Optimo de los Recursos Agua y Tierra en el Valle del Río Aconcagua-Chile", CORFO, 1976.
- (11) RODRIGUEZ, FERNANDO; "Balance Hidrológico Preliminar Hoya del Aconcagua", CORFO, Ene 1970.
- (12) KLEIMAN, PABLO Y VIDAL, LUIS, "Recuperaciones del Río Aconcagua y Esteros Afluentes y Pérdidas en Canal", DR-MOP, Feb 1970.
- (13) "Problema de Drenaje del Area de Llay-Llay, Antecedentes para un Diagnóstico", SAG, 1977.
- (14) Ossa, Oscar, "Estudio Tasas de Riego de Aconcagua", DR-MOP, 1971.
- (15) KLEIMAN, PABLO Y TORRES, J., "Río Aconcagua, Informe Preliminar", CORFO, Sep 1960.
- (16) RICARDO EDWARDS G.-INGENIEROS CONSULTORES, "Catastro de Usuarios de Aguas de la 2ª Sección Río Aconcagua y Canal El Melón, V Región", DGA, Nov 1989.
- (17) DIAZ, GERARDO Y ORELLANA, JORGE, "Hidrogeología de la Zona de Con-Con", CORFO, Abr 1972.
- (18) ALAMOS, F., RODRIGUEZ, F., SUZUKI, O.; "Uso de Técnicas Isotópicas en el Estudio Hidrológico del Valle Aconcagua", Sep 1973.
- (19) HOJAS, AGUSTIN; "Uso de Modelos en Hidrología, su aplicación : área de Los Andes-San Felipe y Valle del Río Putaendo", CORFO, Jun 1971.
- (20) RODRIGUEZ, FERNANDO; "Influencia del Embalse Puntilla del Viento en los Recursos de Agua de la Hoya Intermedia del Río Aconcagua", CORFO, Abr 1972.
- (21) VALLEJOS, ENRIQUE; "Estudio de la Contaminación del Río Aconcagua", CORFO, Ago 1971.
- (22) PULIDO, GONZALO; "Embalse Puntilla del Viento : Simulación Hidrológica", DR-MOP, Oct 1974.
- (23) IPLA; "Estudio de Recuperaciones Valle del Aconcagua", DGA-MOP, Abr 1974.
- (24) MOSCOSO, RAMON; "Geología de la Hoja Los Andes, Región de Valparaíso", IIG, 1980.

1.1.2.39

(25) BRÜGEN, JUAN; "Informe Geológico y Aguas Subterráneas sobre la Provisión de la Refinería de Petróleo de Con-Con", CORFO, 1949.

(26) BRÜGEN, JUAN; "Informe sobre el Primer Sondaje para la Refinería de Petróleo de Con-Con", 1949.

(27) BRÜGEN, JUAN; "Informe Geológico sobre el Agua Subterránea en la Fábrica de Cerveza de Limache", 1949.

2.5. ANTECEDENTES DERECHOS DE AGUAS

El objeto de este estudio es el de determinar cual es la situación de los Derechos de Agua, tanto superficiales como subterráneos.

Se han revisado en general las fuentes de información básica, que son :

- Los documentos en poder de las organizaciones de usuarios.
- Los documentos en poder de la Dirección General de Aguas.

Se han contactado las Juntas de Vigilancia de las secciones 1ª y 3ª del Río Aconcagua, las cuales tienen sus listados de distribución de aguas según derechos de cada canal. Además, se han consultado los catastros de usuarios realizados por la DGA de manera de contrastar la información entregada por las Juntas. En los Cuadros 1.1.2.9 y 1.1.2.11, adjuntos, se pueden apreciar los derechos de cada canal conforme a las fuentes citadas para las secciones 1ª y 3ª, respectivamente.

La segunda y cuarta secciones del Río Aconcagua no tienen Junta de Vigilancia, por lo que se ha recurrido tanto a documentos de la DGA (Dirección General de Aguas) como de las propias asociaciones de canalistas para conocer la forma de distribución de las aguas. Estos listados se incluyen en los cuadros 1.1.2.10 y 1.1.2.11, para la 2ª y 4ª sección, respectivamente. En estos cuadros, Como en los mencionados en el párrafo anterior, se han especificado las acciones para los derechos permanentes, además los caudales para los derechos eventuales y los caudales de los derechos no consuntivos.

Los canales de los Ríos Ligua y Petorca tienen derechos reconocidos, expresados como l/s y son de carácter permanente y consuntivo. Ambos ríos están divididos en 3 secciones y cada sección cuenta con un determinado número de canales, tal como lo presentan los cuadros 1.1.2.12 y 1.1.2.13 donde se presentan los canales de cada sección y los derechos de cada uno.

En cuanto a la información recogida en la DGA se puede sectorizar en tres partes, a saber :

- La Primera se refiere a los catastros de usuarios de la DGA, en los que se han analizado las 4 secciones del Río Aconcagua, y los Ríos Putaendo, Ligua y Petorca. En ellos figuran tanto los canales de riego como el desglose de los diferentes usuarios de cada canal. En realidad, rara vez se encuentra el detalle de las acciones de cada uno, sólo hacen referencia a superficie regada la cual, como se sabe, no tiene ninguna relación con los derechos de agua. No obstante es rescatable de

1.1.2.41

ellos el esquema y diagrama unifilar de los diferentes ríos y secciones. En ellos se colocarán posteriormente las acciones correspondientes a cada uno.

- Los listados de las organizaciones de usuarios legalmente establecidas y registradas en la DGA. Con estos datos se hará una comparación con los datos de las organizaciones de usuarios existentes mediante encuesta de campo.

- La tercera información se refiere a los libros de registro de derechos de agua de la DGA, en los cuales figuran los derechos concedidos, con su respectivo número de resolución. De todos ellos se ha hecho un listado y una clasificación separando los de aguas superficiales y subterráneas, distinguiéndoles por comuna y río. El listado resumen de esto se encuentra asimismo en cuadro adjunto (1.1.2.14).

**DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO ACONCAGUA**

Cuadro 1.1.2.9

SECCION	CANAL	FTE.: DGA		FTE.: JUNTA DE VIGILANCIA	
		DER.CONCED. CONSUNTIVOS		DER.CONCED. CONSUNTIVOS	
		PERMANENTES	EVENTUALES	PERMANENTES	EVENTUALES
1ª	Ahumada	800 acc	117,6 1/s	800 acc	211,68 1/s
	Cerro Verde	75 acc(1)	18 1/s(1)	75 acc	18 1/s
	Club de Campo	-	-	-	-
	Curimón	400 acc(1)	90 1/s(1)	400 acc	90 1/s
	Chacabuco o Polpaico	-	-	-	2998,8 1/s
	Del Pueblo	230 acc(1)	183,6 1/s(1)	-	-
	El Calvario 1	-	-	-	-
	El Calvario 2	-	-	-	-
	Estanquera	227 acc(1)	41,4 1/s(1)	227 acc	41,4 1/s
	Herrera	-	-	467 acc	149,4 1/s
	La Petaca o Sn.Vicente	394,125 acc(1)	1260 1/s(1)	394,125 acc	1260 1/s
	La Pirca	74 acc(1)	39,6 1/s(1)	74 acc	39,6 1/s
	Las Viscachas o Zamora	33 acc(1)	-	33 acc	-
	Los Cantos	-	-	300 acc	204,75 1/s
	Los Quilos	228,125 acc	540 1/s	228,125 acc	540 1/s
	Montenegro o Almendral	529 acc	127,8 1/s	529 acc	127,8 1/s
	Pueblo de Sn.Felipe	-	-	230 acc	183,6 1/s
	Quilpué	1,22 1/s	-	853 acc	153 1/s
	Ramírez	83 acc(1)	257,4 1/s(1)	83 acc	257,4 1/s
	Rinconada	6,04 1/s	-	2500 acc	573,4 1/s
	Salero	67 acc(1)	540 1/s(1)	67 acc	540 1/s
	Santander	76 acc(1)	36 1/s(1)	76 acc	36 1/s
	Sauce o Encon	500 acc	180 1/s	500 acc	180 1/s
	Sn.Miguel	1610 acc(1)	360 1/s(1)	1610 acc	360 1/s
	Sn.Rafael	1550 acc	500 acc	1500 acc	1260 1/s
	Sn.Regis o Hurtado	600 acc(1)	1080 1/s(1)	600 acc	1080 1/s
	Sta.Rosa	1227,75 acc	1260 1/s	1227,75 acc	1260 1/s
	CANAL	DER.CONCED.NO CONSUNTIVOS		DER.CONCED.NO CONSUNTIVOS	
		PERMANENTES	EVENTUALES	PERMANENTES	EVENTUALES
	1ª Quebrada			16,2 1/s	
	Aconcagua	7500 1/s(1)	-	7500 1/s(1)	
	Colorado			2500 1/s	
	Chacay			9,45 1/s	
	Luz Eléctrica			14000 1/s	4000 1/s
	Parry			1500 1/s	
	Soc.Industrial			5000 1/s	

(1) : Derechos No Constituidos

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO ACONCAGUA

Cuadro 1.1.2.10

SECCION	CANAL	FTE.: DGA		FTE.: JUNTA DE VIGILANCIA	
		DER.CONCED. CONSUNTIVOS		DER.CONCED. CONSUNTIVOS	
		PERMANENTES	EVENTUALES	PERMANENTES	EVENTUALES
2*	Agustinos y la Redonda				500 1/s(1)
	Catemu Alto	260 acc(1)			3700 1/s(1)
	Catemu Bajo	200 acc(1)			2000 1/s(1)
	Cisneros				100 1/s(1)
	Comunero o Ucuquer				3000 1/s(1)
	Comunidad de Romeral				400 1/s(1)
	Comunidad Panquehue				1600 1/s(1)
	Chacay o Pedregada				1200 1/s(1)
	Econ o del Cerro	34 acc(1)			400 1/s(1)
	El Alamo		36,21 regad. (1)		
	El Melon		4050 1/s(1)		
	Enrique Correa				750 1/s(1)
	Escorial o del Medio				400 1/s(1)
	Estancilla o Chagres				350 1/s(1)
	La Isla				100 1/s(1)
	La Sombra O Grande				1000 1/s(1)
	Las Vegas Molinos				1400 1/s(1)
	Manzanet				150 1/s(1)
	Mercedes		19,77 regad. (1)		700 1/s(1)
	Pepino o Huidobro		280,23 regad. (1)		1650 1/s(1)
	Puente o Culebra				260 1/s(1)
	Santa Isabel				500 1/s(1)
	Turbina				500 1/s(1)
	Turbino		36,21 regad. (1)		
	Valdesano o Llay Llay		2500 1/s(1)		2500 1/s(1)
	Varillano		57,54 regad. (1)		

(1) : Derechos No Constituidos

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO ACONCAGUA

FTE.: JUNTA DE VIGILANCIA

FTE.: ARCHIVO A Y P

SECCION	CANAL	DER.CONCED. CONSUNTIVOS		DER.CONCED. CONSUNTIVOS	
		PERMANENTES	EVENTUALES	PERMANENTES	EVENTUALES
3*	Boco	230 acc(1)			
	Candelaria	816 acc(1)			
	Cerveceria		1200 1/s(1)		
	Hijuela	584 acc(1)			
	Marfan	60 acc(1)			
	Mauco		1300 1/s(1)		
	Melon		4050 1/s(1)		
	Molino Rauten	300 acc(1)			
	Ocoa	800 acc(1)			
	Ovalle	1000 acc(1)			
	Pefurens	400 acc(1)			
	Pozo Baz	1919 acc(1)			
	Purutun	2600 acc(1)			
	Rauten	600 acc(1)			
	San Pedro	1300 acc(1)			
	Serrano	30 acc(1)	750 1/s(1)		
	Silva de la Fuente		920 1/s(1)		
	Torrejon		99 1/s(1)		
	Waddington	1000 acc(1)			
4*	Colmo			22 regad.	
	Con Con Alto			21 regad.	
	Con Con Bajo			2 regad.	
	San Victor			74 regad.	
	Tabolango			36 regad.	

(1) : Derechos No Constituidos

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO LIGUA

Cuadro 1.1.2.12

SECCION	CANAL	FTE.: CORFO	
		DERECHOS CONCEDIDOS	
		PERMANENTES CONSUNTIVOS	EVENTUALES
1ª	Algarrobo Abajo	40 l/s	
	Algarrobo Arriba	60 l/s	
	Algarrobo o Bartolillo	200 l/s	
	Arboleda	800 l/s	
	Cancarucas	80 l/s	
	Canelito o La Polcura	200 l/s	
	Castillo	150 l/s	
	Cerrito	50 l/s	
	Culen	60 l/s	
	De La Planta	70 l/s	
	Del Alto	250 l/s	
	Del Cuadro	100 l/s	
	Del Tranque	200 l/s	
	Del Zanjón	800 l/s	
	El Arrayan	50 l/s	
	El Chacay	30 l/s	
	El Espino	30 l/s	
	El Maitenal	200 l/s	
	El Muitenas	200 l/s	
	El Peligro	50 l/s	
	El Tome	30 l/s	
	Embalse Camarones	200 l/s	
	Embrollo	200 l/s	
	Encierrita	100 l/s	
	Guayacan	120 l/s	
	Hospital	150 l/s	
	Huicoco	150 l/s	

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO LIGUA

Cuadro 1.1.2.12

SECCION	CANAL	FTE.: CORFO	
		DERECHOS CONCEDIDOS	
		PERMANENTES CONSUNTIVOS	EVENTUALES
1ª	La Arena	120 1/s	
	La Bomba	90 1/s	
	La Canoa	150 1/s	
	La Fragua	800 1/s	
	La laguna	100 1/s	
	La Mora	100 1/s	
	La Vega	650 1/s	
	La Viña	450 1/s	
	Las Carditas	50 1/s	
	Las Higueras	50 1/s	
	Las Hijuelas	100 1/s	
	Las puertas	100 1/s	
	Los Camarones	150 1/s	
	Los Culenes	450 1/s	
	Los Tordos	200 1/s	
	Pajonal	200 1/s	
	Piden	120 1/s	
	Potrero Nuevo	100 1/s	
	Punta Blanca	100 1/s	
	Quemado	150 1/s	
	Rabanos	200 1/s	
	Romeral	200 1/s	
	Sauzal	60 1/s	
	Serrano	250 1/s	
	Trapiche	800 1/s	
	Usillar	200 1/s	
	Vallico	200 1/s	

**DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO LIGUA**

Cuadro 1.1.2.12

FTE.: CORFO			
SECCION	CANAL	DERECHOS CONCEDIDOS	
		PERMANENTES CONSUNTIVOS	EVENTUALES
2ª	Canal Del Bajo	350 l/s	
	Canal Del Medio	300 l/s	
	El Ingenio	75 l/s	
	La Laja	250 l/s	
	La Ligua	100 l/s	
	La Palma	250 l/s	
	La Vertiente	50 l/s	
	Las Garzas	150 l/s	
	Las Rosas	500 l/s	
	Los Cardos	100 l/s	
	Los Loros	150 l/s	
	Llay Llay	90 l/s	
	Monte grande	350 l/s	
	Valle Hermoso	300 l/s	
3ª	Comunero de Placilla	150 l/s	
	Fdo. Jaururo N° 1	90 l/s	
	Fdo. Jaururo N° 2	30 l/s	
	Illalolen	350 l/s	
	La Isla	50 l/s	
	Las Salinas	100 l/s	
	Lobino	300 l/s	
	Quebradilla	50 l/s	

**DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO PETORCA**

Cuadro 1.1.2.13

SECCION	CANAL	FTE.: CORFO		
		DERECHOS CONCEDIDOS		
		PERMANENTES CONSUNTIVOS		EVENTUALES
1ª	Alquitran	50	1/s	
	Calle Larga	100	1/s	
	Campanas	400	1/s	
	Claveria	100	1/s	
	Chincolco	1000	1/s	
	Damasco	50	1/s	
	De Los Briones	500	1/s	
	Del Arroyo	100	1/s	
	Del Indio	300	1/s	
	Del Indio	50	1/s	
	Del Molino	500	1/s	
	Doraznos	100	1/s	
	El Arenal	40	1/s	
	El Llano	60	1/s	
	El Palquin	100	1/s	
	El Sauce	80	1/s	
	Gauyacan	150	1/s	
	Hda. Chalaco	120	1/s	
	La Chacra	40	1/s	
	La Laja	150	1/s	
	Las Marias	25	1/s	
	Las Vacas	150	1/s	
	Los Hornos	400	1/s	
	Manguaco	300	1/s	
	Toma Del Valle	50	1/s	
	Trapiche	150	1/s	
	Valle de Los Olmos	120	1/s	
	Vieiria	500	1/s	

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO PETORCA

Cuadro 1.1.2.13

FTE.: CORFO

SECCION	CANAL	DERECHOS CONCEDIDOS	
		PERMANENTES CONSUNTIVOS	EVENTUALES
2ª	Angostura	100 l/s	
	Artificio	100 l/s	
	Callejones	150 l/s	
	Camino Blanco	100 l/s	
	Canal Los Loro	50 l/s	
	Canal Poblacion	200 l/s	
	Chimba Norte	100 l/s	
	Chimba Suroriente	100 l/s	
	Chimba Surponiente	100 l/s	
	Donosino	100 l/s	
	Espino	100 l/s	
	Frances	150 l/s	
	Granado de La Vega	100 l/s	
	Hierro Viejo	150 l/s	
	Junta de Los Rios	200 l/s	
	La Polcura	100 l/s	
	Marin	160 l/s	
	Palquico	100 l/s	
	Pedegua	500 l/s	
	Pejerrelles Negro	100 l/s	
	Pimiento	100 l/s	
	Quiscal	150 l/s	
	Santa Ana	200 l/s	
	Santa Julia	320 l/s	
	Zapallar	150 l/s	

1.1.2.50

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUPERFICIALES
CANALES HOYA RIO PETORCA

Cuadro 1.1.2.13

SECCION	CANAL	FTE.: CORFO		
		DERECHOS CONCEDIDOS		
		PERMANENTES		EVENTUALES
		CONSUNTIVOS		
3*	Canela o Lital	600	1/s	
	De La Arena	200	1/s	
	De Las Cuadras	50	1/s	
	La Alamilla	50	1/s	
	La Engorda	600	1/s	
	Pichilemu	150	1/s	
	Ramadilla	40	1/s	
	Trapiche	250	1/s	
	Vegas o San Manuel	300	1/s	

**DERECHOS DE APROVECHAMIENTO
CONCEDIDOS AGUAS SUBTERRANEAS**

Cuadro 1.1.2.14

VALLE	COMUNA	LIBRO	# CONCESIONES
Aconcagua	Los Andes, Sn.Felipe, Llay-Llay	4.0	8
		4.1	16
	Quillota, La Cruz, Sn.Pedro, La Calera	4.0	38
		4.1	53
	Limache, Olmué	4.0	8
		4.1	27
	Nogales	4.0	7
		4.1	3
	Sub-Total		160
Putendo	Putendo	4.0	0
		4.1	8
	Sub-Total		8
La Ligua	Cabildo	4.0	15
		4.1	21
	La Ligua	4.0	9
		4.1	32
	Sub-Total		77
Petorca	Petorca	4.0	21
		4.1	25
	Sub-Total		46
Costeros	Papudo, Cachagua, Zapallar	4.0	2
		4.1	12
	Quintero, Valparaíso, Cón-Cón, Ventana, Quilpué, Puchuncaví, Maitencillo	4.0	12
		4.1	9
	Sub-Total		35
	TOTAL		326

1.1.2.52

Además de los documentos analizados se recurrirá en caso de duda a los conservadores de agua en cada caso y a los proyectos de saneamiento de títulos de derechos de agua realizados por el SAG (Servicio Agrícola y Ganadero) para los predios provenientes de la Reforma Agraria.

En general hoy en día se dispone de un panorama completo de los derechos de agua a nivel de canal en cada uno de los ríos que contempla el estudio. Tanto en derechos permanentes como eventuales y en derechos consuntivos y no consuntivos. A lo anterior se suma la situación de los derechos de agua subterránea.

Finalmente, como una información adicional se han agregado 2 cuadros (1.1.2.15 y 1.1.2.16) con los derechos en trámite, los que en su mayoría son subterráneos, o superficiales eventuales.

Todos estos antecedentes constituyen una base sólida para el análisis de las disponibilidades de agua para las diferentes alternativas de desarrollo hidráulico del valle.

1.1.2.53

CUADRO 1.1.2.15

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO EN TRAMITE AGUAS SUBTERRANEAS
CUENCA ACONCAGUA
RESUMEN SOLICITUDES

VALLES	COMUNA	# SOLICITUDES	CAUDAL (l/s)
PETORCA Y LA LIGUA	PETORCA	19	233
	LA LIGUA	55	633
	CABILDO	37	591
SUB-TOTAL		111	1457
ACONCAGUA	CATEMU	1	22
	HUJUELA	7	50
	LA CALERA	3	64
	LA CRUZ	8	90
	LIMACHE	13	153
	LLAY LLAY	3	165
	OLMUE	23	107
	QUILLOTA	20	193
	SAN FELIPE	7	794
	NOGALES	3	32
SUB-TOTAL		88	1670
COSTEROS	PAPUDO	1	11
	PUCHUNCAVI	10	30
	QUILPUE	3	61
	QUINTERO	30	568
	ZAPALLAR	9	48
SUB-TOTAL		53	718
TOTAL		252	3845

CAPTACION	# SOLICITUDES	CAUDAL (l/s)
DREN	2	140
NORIA	7	62
POZO	206	2817
PUNTERAS	11	182
VERTIENTES	26	644
TOTAL	252	3845

1.1.2.54

CUADRO 1.1.2.16

DERECHOS DE APROVECHAMIENTO EN TRAMITE AGUAS SUPERFICIALES
CUENCA ACONCAGUA
RESUMEN SOLICITUDES

VALLES	COMUNA	# SOLICITUDES	CAUDAL (l/s)
PETORCA Y LA LIGUA	PETORCA	1	317
	LA LIGUA	3	65
	CABILDO	0	0
SUB-TOTAL		4	382
ACONCAGUA Y PUTAENDO	CATEMU	0	0
	HIJUELA	4	86
	LA CALERA	3	63
	LA CRUZ	0	0
	LIMACHE	1	32
	OLMUE	5	23
	PUTAENDO	1	2
	QUILLOTA	6	1644
	SAN FELIPE	1	5
	NOGALES	1	22
SUB-TOTAL		22	1877
COSTEROS	PAPUDO	0	0
	PUCHUNCAVI	0	0
	QUILPUE	1	30
	QUINTERO	1	2
	ZAPALLAR	1	280
SUB-TOTAL		3	312
TOTAL		29	2571

2.5.1 Organización de usuarios

En esta etapa de recolección de antecedentes se ha contactado a las diferentes Juntas de Vigilancia, las cuales están conformadas por las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua. Sobre la base de estos listados y el conocimiento que de ellos se tiene, se hará una encuesta con el propósito de determinar y diagnosticar su funcionamiento sobre la base de cuatro capacidades, que son: capacidad técnica, administrativa, legal y económica.

Una vez realizada dicha encuesta y diagnóstico se propondrán los programas o acciones necesarias para reforzar el funcionamiento de estas organizaciones en esos mismos cuatro aspectos, siempre sobre la base de mantener el principio de interdependencia y de autogestión existente.

2.6 ANTECEDENTES ANTEPROYECTOS OBRAS

2.6.1 Embalse Puntilla del Viento

Se dispone de un "Estudio de Factibilidad Física del Embalse Puntilla del Viento", que fué desarrollado para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, por las empresas Electrowatt Ingenieros Consultores S.A. y PAL Proyectistas Asociados Ltda. entre los años 1978 y 1980.

En este estudio se analizaron, dos posibles ubicaciones del muro de presa que se identificaron con los nombres de Puntilla del Viento y Vilcuya, que se encuentran separadas en 1500 m una de otra.

En la ubicación Puntilla del Viento se estudiaron 4 presas de relleno que permitían embalsar 80×10^6 , 150×10^6 , 300×10^6 y 400×10^6 m³ de agua y 1 presa de hormigón gravitacional que posibilitaba el embalsamiento de 80×10^6 m³ de agua, mientras que en la ubicación de Vilcuya se analizaron presas que permitían almacenar 80×10^6 y 150×10^6 m³ de agua, tanto con la solución de muro de tierra como también de hormigón gravitacional.

Para el desarrollo de este estudio se efectuó una detallada exploración de subsuperficie, en la que se ejecutaron 710 m de sondaje distribuidos en 9 perforaciones, 3000 m de perfiles geoléctricos, 4200 m lineales de perfiles de refracción sísmica, 239 m de pozos y 12 zanjaz de exploración, todo esto distribuido en el lugar de emplazamiento de las presas, como

también en las áreas de yacimientos. Además se efectuaron estudios geológicos detallados de las área de las obras.

En lo que a topografía se refiere, para el desarrollo de este estudio se contó con un levantamiento 1:5000 de todo el área de las obras y del embalse y un levantamiento 1:1000 en la zona del muro de Puntilla del Viento. Todos estos levantamientos tienen sus cotas y coordenadas referidas al sistema del Instituto Geográfico Militar.

En el estudio se analizaron y diseñaron también las soluciones para resolver los problemas de interferencia que presentaba el embalse con el Ferrocarril Transandino, el Camino Internacional Los Andes - Mendoza, la Central Hidroeléctrica Los Quilos, las línea de transmisión existentes y las tomas de agua.

Todos los anteproyectos desarrollados fueron cubcados y debidamente costeados.

En el proceso de selección del tipo de muro a construir, se descartaron las soluciones de muros de tipo bóveda y tipo arco. En el caso de los muros gravitacionales, estos se consideraron aptos para las dos soluciones estudiadas en la angostura de Vilucura y sólo para la solución más baja de la alternativa Puntilla del Viento, en el caso de las más altas no se estudió este tipo de solución por razones geotécnicas. Finalmente en lo que a presa de relleno se refiere, sólo se analizó el caso de presa zonada con un núcleo impermeable y se descartó la solución de presa de relleno con revestimiento de hormigón por aguas arriba por razones de tipo económico.

El estudio desarrollado fué bien ejecutado y se apoya en antecedentes geológicos - geotécnicos sólidos, por lo tanto la información que éste entrega es básica y suficiente para el desarrollo del estudio motivo de este informe, sin embargo es necesario su actualización en especial en lo que dice relación al tipo de presa, dado que en los últimos años han habido cambios significativos en los procedimientos de construcción de presas, que han reducido significativamente los costos de los muros gravitacionales de hormigón al introducir en ellas las técnicas del hormigón rodillado y los muros de rellenos con pantalla de hormigón al admitir en su ejecución rellenos diferentes a los enrocados tradicionales. Otro cambio significativo que se ha producido se deriva de la ampliación que ha sufrido la Central Los Quilos, la que ha pasado de un potencia de 17 MW a 40 MW, después de agregar una nueva unidad y modernizar las existentes, ampliando también su sistema de transmisión.

2.6.2 Embalse Los Angeles y túnel Veta del Agua

Se dispone del estudio "Proyecto Los Angeles y Túnel Veta del Agua - Factibilidad Física", que fué desarrollado para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, por la empresa Guillermo Noguera y Asoc. Ing. Consultores Ltda., entre los años 1978 y 1979.

En este estudio se analiza un embalse que tendría su muro ubicado en el estero Los Angeles, aproximadamente 1500 m aguas abajo de su confluencia con el estero Guayacán, el que se alimentaría con una aducción de agua que partiría en el río Putaendo y por el canal El Tártaro, operando en serie con el túnel Veta del Agua de aproximadamente 5900 m de largo, entregaría las aguas al Estero Los Angeles varios km aguas arriba del embalse.

Se estudiaron soluciones para cuatro capacidades de embalse, que fueron 70, 120, 200 y 300 hm³. El túnel Veta del Agua se estudió para dos capacidades de porteo, 10 y 25 m³/s respectivamente.

Para el desarrollo de este estudio se efectuó una detallada exploración de subsuperficie. Para el muro de presa y sus obras anexas se ejecutaron 1300 m lineales de sondajes, distribuidos en 20 perforaciones, aproximadamente 3300 m lineales de perfiles sísmicos, 332 m lineales de pozo de reconocimientos y 3 sondajes eléctricos. En el túnel Veta del Agua se ejecutaron 2 sondajes, 1 perfil sísmico de 250 m de largo y 4 pozos de reconocimientos. Todo esto fué complementado con los estudios geológicos - geotécnicos respectivos. En lo que a topografía se refiere, para el desarrollo del estudio se contó con un levantamiento aerofotogramétrico escala 1:5000 del área del embalse y del túnel Veta del Agua, un levantamientos escala 1:2000 de la zona del muro de presa y levantamientos escala 1:500 de los empotramientos del muro y de los portales del túnel Veta del Agua. Todos estos levantamientos tienen sus cotas y coordenadas referidas al sistema del Instituto Geográfico Militar.

En el estudio se analizaron y diseñaron también las soluciones para resolver los problemas de interferencia que presentaba el embalse con el camino público Cabildo - Putaendo, el camino San Lorenzo - Cerro Negro, el sistema de riego Guayacan del asentamiento Los Angeles y el Aerodromo Pitipeumo.

Todos los anteproyectos desarrollados fueron cubiertos y debidamente costeados.

En el proceso de selección del tipo de muro a construir se descartaron por razones técnicas, las soluciones de muros de hormigón, adoptándose una solución de muro de rellenos con un núcleo central.

El estudio desarrollado fué bien ejecutado y se apoya en antecedentes y geológicos - geotécnicos sólidos, por lo tanto la información que éste entrega es básico y suficiente para el desarrollo del estudio-motivo de este informe, sin embargo es necesario su actualización en especial en lo que dice relación al tipo de presa, dado que en los últimos años han habido cambios significativos en los procedimientos de diseño y construcción de las presas de relleno y en especial de las presas con pantalla de hormigón por aguas arriba, lo que se ha traducido en una reducción de costo de este tipo de obras.

2.6.3 Canales Jahuel y El Tártaro

Se dispone de un "Estudio de la Factibilidad Altimétrica de los Canales Jahuel y El Tártaro", que fué desarrollado el año 1978 para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas por la empresa Guillermo Noguera y Asoc. Ing. Consultores Ltda.

En este estudio se analiza la factibilidad física de desarrollar los canales Jahuel y El Tartaro considerando solamente el aspecto altimétrico, aducciones que permitirían llevar las aguas del embalse Puntilla del Viento a la boca de entrada del túnel Veta del Agua y de ahí al embalse Los Angeles.

Los cálculos se hicieron considerando tres capacidades hidráulicas, que corresponden a 4 m³/s, 10 m³/s y 15 m³/s para el canal Jahuel y 10 m³/s, 20 m³/s y 25 m³/s para el canal El Tártaro.

El estudio se hizo en base a la cartografía 1:10.000 que se dispone para el estudio actual, haciendo en ésta una definición general del trazado, definiendo también las obras de arte mayores. Se definieron también las secciones tipo de canales y de los túneles.

El estudio desarrollado fué bien ejecutado y por lo tanto los antecedentes que se derivan de él pueden ser usados en el estudio actual.

2.6.4 Canal alimentador embalse Aromos.

Se dispone de un estudio denominado "Proyecto Canal Alimentador Embalse Aromos" que fué desarrollado el año 1976, para la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas por el ingeniero Civil Hans Niemeyer F.

El canal proyectado estaba destinado a llevar aguas de crecidas del río Aconcagua para alimentar al Embalse Aromo, supliendo las deficiencias del estero Limache.

En este estudio se analizaron varias alternativas de trazado, eligiendo finalmente una, para la que se desarrolló un proyecto definitivo con una capacidad de porteo de 15 m³/s. El trazado elegido tiene 13,5 km de largo, en el que se incluye un túnel de 1700 m de largo, que permite cruzar el cordón de cerros que separa el valle del Aconcagua del valle del Limache.

El proyecto desarrollado considera todas las obras del canal y del túnel y sus correspondientes obras de arte, las que se ubicaron y costearon, incluido la bocatoma en el río Aconcagua, también se efectuó el estudio de exploraciones.

2.6.5 Anteproyectos estudio CICA 1982.

Para el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca" preparado para la Comisión Nacional de Riego por la Comunidad de Ingenieros Consultores Asociados "CICA" entre los años 1978 y 1980, se prepararon una serie de anteproyectos preliminares de obras tales como presas, canales, bocatomas, sistemas de drenajes, sistemas de captación de aguas subterráneas mediante pozos rehabilitaciones de canales, embalses de regulación y otra serie de obras menores.

Estos anteproyectos fueron ubicados y posteriormente costeados.

Dado el nivel de ese estudio y el del estudio actual, se estima que gran parte de esta información es de uso válido en el estudio actual, ajustándola eso si a las nuevas condiciones que resulten de los análisis que se hagan.

1.2 DIAGNOSTICO ACROCLIMATICO DE LA REGION

1. INTRODUCCION

Se ha procedido a la actualización, complementación y análisis de los aspectos clima y suelo, tomando como base el "Estudio Integral de Riego de los Valles Aconcagua, Putaendo, La Ligua y Petorca, CICA 1982.

La producción silvoagropecuaria, en especial la producción frutícola, se define principalmente en la actualidad en base al clima, el que pasa a ser el factor más importante, al menos en el caso de producciones de especies subtropicales y de "primores". El suelo en consecuencia resulta generalmente menos limitante, en el sentido que hay tecnologías productivas económicamente factibles, que permiten corregir o superar las limitantes de suelo, (pendiente, profundidad, drenaje, humedad).

A continuación se analiza por separado el suelo y el clima (agroclima). En ambos casos el enfoque es una interpretación desde el punto de vista de las posibilidades prácticas de producción que se relacionan con los factores clima y suelo.

2. CLIMA Y AGROCLIMA

2.1 Generalidades

La elaboración del presente informe agroclimático de la V región se ha realizado de acuerdo al siguiente método:

- a) Recopilación de informes previos pertinentes a los propósitos de este estudio. Estos documentos se citan en la bibliografía consultada, al final de este capítulo.
- b) Investigación de datos climáticos disponibles desde la década del 70 hasta el presente, con el fin de actualizar la información climática. Para ello se recurrió a tres fuentes: Dirección Meteorológica de Chile; Dirección General de Aguas y CIREN-CORFO. Pese a la intensa actividad cumplida en este cometido los logros fueron modestos debido a insuficiencias de datos, dificultad de acceso a los registros y a la desuniformidad temporal o espacial entre estaciones meteorológicas de interés. Los casos en que se logró cierta consistencia de datos, por ejemplo temperatura, la actualización no cambió sustancialmente el promedio ni la tendencia detectada en informes anteriores. Esta aparente limitación, sin embargo, es superada por el trabajo de actualización o reelaboración de base de datos implícito en los estudios realizados entre 1985 y 1990 que han sido consultados.
- c) Interpretación de las condiciones agroclimáticas de la región sobre la base de datos de informes previos y a la luz de conceptos y criterios vigentes concernientes a las relaciones entre climatología y fisiología vegetal. Esta interpretación ha querido conciliar algunos aspectos dispares existentes entre diferentes informes previos, y reafirmar el interés de determinadas características agroclimáticas ya conocidas con anterioridad. Se ha pretendido con ello lograr mayor coherencia entre las distintas fuentes de información y sobretodo discernir las causas fundamentales de las diferencias agroclimáticas locales dentro de la región. De este modo, se ha propuesto una división que distingue, en un mapa, unidades climáticas jerarquizadas y que sirven de referencia básica a las características principales del clima regional. Es preciso, no obstante, advertir que la fijación de límites en todo mapa climático es una necesidad forzosa de expresión, pero no real puesto que separan en forma tajante o drástica lo que por naturaleza es de suyo muy gradual. Por consiguiente, el usuario debe ejercer cautela e interpretar juiciosamente los deslindes según la

1.2.2.2

comprensión que se tiene de la dinámica meteorológica en función de los factores genéticos del clima local.

2.2 Descripción de las principales variables Meteorológicas

2.2.1 Factores generadores del clima regional

Los principales fenómenos que actúan genéticamente sobre el clima de la región son: la circulación general de la atmósfera, la presencia del océano Pacífico y la fisiografía o relieve.

De acuerdo a la influencia del relieve sobre las condiciones climáticas, es posible distinguir una franja costera expuesta directamente a los vientos del oeste, que se extiende ampliamente hacia el interior sobre la plataforma litoral en el norte y además asciende la cordillera de la Costa al sur del Aconcagua, e incluye las depresiones y valles prelitorales. Hacia el oriente se encuentra la franja de los valles transversales, que comprende los valles y cordones transversales y los valles afluentes de orientación noreste - sur. Esta área se encuentra parcialmente protegida de la influencia moderadora del aire marino. La tercera franja altitudinal corresponde a la cordillera e incluye un primer tramo de valles y laderas andina hasta 2.000 m de altitud, en el cual la altura comienza a ejercer su influencia notoria en las condiciones climáticas. Esta tercera franja queda excluida en el presente análisis por ser irrelevante a los propósitos de este estudio. Esta fisiografía genera una fuerte variabilidad de condiciones climáticas locales debida a diferentes grados de ventilación, exposición a la brisa marina y drenaje del aire frío nocturno.

El rasgo más característico del anticiclón perteneciente a la circulación general de la atmósfera sobre el Pacífico, además de su desplazamiento hacia el sur en el verano, es el aumento del gradiente bórico en esta estación del año, debido al desarrollo de una baja térmica en el noroeste argentino. Los vientos soplan paralelamente a las isobaras y en sentido contrario a los punteros del reloj en torno a los anticiclones. Su intensidad media es proporcional al gradiente de las isobaras, y ello explica la mayor persistencia y fuerza de los vientos del sur en Enero con respecto a Julio, tan notorios en toda la región.

Las estaciones meteorológicas abiertas a la influencia litoral (por ejemplo, Quillota y Pta Angeles) exhiben una clara dominancia de los vientos del S y SO, en oposición a las

1.2.2.3

estaciones interiores (por ejemplo Los Andes) donde casi no existe una dirección dominante. Este hecho es provocado por la vecindad del macizo andino que en verano genera circulaciones convectivas relativamente enérgicas, pero cuya intensidad decrece en los meses fríos. La localidad de Llay Llay, ubicada en la ladera sur de una cadena de cerros que se extiende de oeste a este, tiene de preferencia vientos del oeste mientras que los registros de El Belloto, con marcada componente del oeste, reflejan la fuerte influencia de la brisa marina durante el día (Cuadro 1, ANEXO 1.2.1). Frecuentemente, detras de los cordones costeros se recibe un efecto Foehn, es decir, vientos cálidos y secos que descienden por las laderas generando núcleos cálidos y particularmente áridos.

2.2.2 Situación Hídrica

a. Precipitación

La zona central de Chile presenta el típico clima mediterráneo, con marcada concentración invernal de las precipitaciones y un verano prolongado y seco. La sequía estival se debe principalmente al desplazamiento hacia el sur que experimenta en verano el anticiclón del Pacífico, generando frecuentes estados de tiempo anticiclónico entre octubre y marzo con alta frecuencia de días despejados y viento sur. Durante el invierno, la retirada del anticiclón hacia el norte permite la incursión de frentes de mal tiempo, de origen ciclónico, provenientes del sur. Estos frentes llegan en invierno con periodicidad de 5 a 7 días y avanzan hacia el noreste por sobre la zona central. Aquellos de poca energía se disipan provocando un manto nuboso y algunos chubascos, mientras que aquellos cargados de una gran energía generan lluvias invernales de 2 a 3 días de duración. Ocasionalmente los frentes se superponen originando períodos de mal tiempo de una semana o más. El período de lluvia está concentrado entre mayo y agosto, con magnitudes entre unos 250 y 450 mm anuales; el déficit hídrico del período cálido octubre - marzo tiene valores que fluctúan entre 400 mm en el litoral y 900 mm en los valles transversales. El período seco es de 8 meses en gran parte del territorio regional y sólo hacia la cordillera disminuye a 7, en tanto que el período húmedo en la costa es por lo general de 3 meses, y de 2 en los valles transversales y la cordillera de los Andes.

Durante el invierno cae el 70% de las precipitaciones anuales y durante los meses de verano, solamente el 2%. Las perturbaciones ciclónicas que originan la precipitación traen asociados vientos de componente NO en los niveles intermedios y altos, de modo que las laderas

1.2.2.4

expuestas a esta dirección, intensifican la precipitación, en tanto que las opuestas atenúan sus montos. Los registros de las estaciones de Punta Angeles y Belloto manifiestan el acentuamiento orográfico, en tanto que San Felipe se ve afectado por la sombra pluviométrica (Cuadro 2, ANEXO 1.2.1).

b. Humedad Relativa

La humedad del aire está principalmente influida por el relieve y la distancia al océano (Cuadro 3, ANEXO 1.2.1).

El estado de saturación del aire es elevado en la costa con humedades relativas mayores de 70% casi todo el año, lo que atenúa fuertemente la evaporación, y suaviza el déficit hídrico estival. Las neblinas que ocurren durante la noche en la costa son frecuentes, debido al enfriamiento nocturno que sufren las masas de aire cargadas de humedad. Son frecuentes los "apozamientos" de niebla en los sectores bajos y sin drenaje del aire frío.

En enero, la humedad relativa varía desde valores alrededor de un 80% en el sector litoral hasta alrededor de 55% en la zona cordillerana, al este de Los Andes. Para el mes de Julio estos valores extremos aumentan sólo en un 5% observándose más de 85% en la costa y 60% en toda la región cordillerana. La influencia oceánica se manifiesta en el invierno a través de humedades relativas altas que se extienden claramente por los valles hacia el interior; así en Llay Llay se observan valores cercanos al 85%. En verano, en cambio, la zona en torno a Llay Llay no sobrepasa 65% y los sectores La Calera y Quillota presentan valores de alrededor de 75%. Como consecuencia de lo anterior, el bolsón de San Felipe-Los Andes presenta en verano una humedad relativa homogénea, entre 55 y 65%, mientras que en invierno oscila entre 60% en su sector oriental y 80% en el occidental.

La variación mensual de la humedad relativa es mínima en Zapallar, menos de 4%. Aumenta la amplitud a medida que se avanza por el valle de Aconcagua (12% en La Cruz, 27% en Llay Llay y Los Andes).

2.2.3 Situación Termal

a. Insolación

La intensidad y duración de la radiación solar, principal factor del patrón térmico de la región, experimenta

1.2.2.5

modificaciones locales en virtud de la nubosidad asociada a la particular dinámica eólica y grado de saturación hídrica del aire de los distintos sectores.

La presencia anticiclónica en verano, genera una inversión térmica sobre el océano, cuyo techo se ubica a 1.000 m. de altitud. Por debajo de esta línea, el aire es enfriado por el contacto con la superficie particularmente fría que ofrece la corriente marina de Humboldt. El enfriamiento de la baja atmósfera, unido a la intensa evaporación desde el océano origina una capa nubosa de estratocúmulos que penetra algunos kilómetros hacia el continente durante la mañana. Cuando este último se calienta comienza el movimiento convectivo. Hacia el mediodía esta capa de estratocúmulos se disipa marcando un típico ciclo diario de nubosidad baja en la franja litoral. El régimen de nubosidad costero se caracteriza por presentar nubosidad abundante, es decir entre 4 y 6 décimas de cielo, y corresponde fundamentalmente a dichos estratocúmulos. El ciclo anual denota un mínimo nuboso en verano y corresponde a la tendencia a despejarse siempre después de mediodía. En invierno la tendencia a despejarse es menos pronunciada que en verano.

La zona correspondiente al curso medio del Aconcagua (El Belloto, Quillota y Llay Llay), muestra una nubosidad decreciente a medida que se avanza por el valle y una amplitud anual más acentuada que en la zona costera. Así, la nubosidad media mensual varía entre 2,5 y 6 décimas en Belloto, entre 2 y 5 décimas en Quillota y entre 1,5 y 4,5 aproximadamente en Llay Llay. Esta variación espacial se debe a la influencia del aire marítimo que penetra por el valle con su nubosidad asociada. (Cuadro 4, ANEXO 1.2.1).

En Los Andes, la disminución de la nubosidad se observa sólo en verano, ya que probablemente la nubosidad de origen frontal, característica del período invernal, tarda más en disiparse al pie de la cordillera que en el curso medio del valle.

La información de horas de sol y radiación solar disponible para la región es muy escasa. La observación empírica y los escasos registros indican que la radiación solar presenta un máximo en los valles transversales (por ejemplo, en Los Andes con 389 ly/día como promedio anual); en la costa son menores debido a la cobertura de estratocúmulos propia del régimen anticiclónico de la costa oeste (por ejemplo, Pta. Angeles en Valparaíso, con 318 ly/día como promedio anual)(Cuadro 5, ANEXO 1.2.1).

1.2.2.6

b. Temperatura del aire

La distribución de temperaturas está también afectada fuertemente por el relieve y la distancia al océano.

La proximidad de océanos tiende invariablemente a homogeneizar los regímenes térmicos, La gran inercia térmica del agua modera las temperaturas máximas en el litoral, las que rara vez sobrepasan los 24°C , y las temperaturas mínimas, que raramente descienden de 5°C . La amplitud térmica diaria es inferior a 10°C en la costa, mientras hacia el interior ella sobrepasa los 15 y a veces 20°C .

La temperatura media anual en la costa es cercana a los 14°C y al interior de los valles transversales es de 16°C .

La diferencia de calentamiento entre el litoral y el interior se incrementa por efecto del enclaustramiento del curso medio de los ríos provocado por una mejor delimitación de la cordillera de la Costa que ejerce un bloqueo más efectivo de la influencia de la brisa marina hacia el interior.

La oscilación anual aumenta desde la costa alcanzando un máximo en los valles interiores: en la costa se observan amplitudes anuales de 5 a 6°C ; en el curso inferior de los valles, de 8°C (La Ligua, La Cruz y Quillota) y en el sector medio se superan los 10°C (Petorca). En el sector de San Felipe-Los Andes los valores superan los 12°C .

Es interesante notar la distribución de la temperatura estival e invernal en función de la altura. (ANEXO 1.2.1). En Enero se observa que el máximo de temperatura ocurre en el sector San Felipe - Los Andes, acompañado de un gran oscilación diaria representada por la separación entre valores de temperatura máxima y mínima. En julio desaparece el núcleo cálido de San Felipe-Los Andes si se considera la temperatura media, pero aún se observa en la temperatura máxima. La convergencia de los valores extremos hacia el nivel del mar muestra la influencia oceánica. Por encima de los 2.000 m de altitud la variación de la temperatura con la altura se acerca al valor medio observado en la atmósfera ($-6,5^{\circ}\text{C}/\text{km}$).

1.2.2.7

- Temperaturas Estivales:

Las temperaturas máximas de enero, aumentan desde la costa (22°C) hacia el fondo de los valles. Hay un gradiente marcado cerca de la costa en las zonas en que el relieve sube rápidamente. En los cerros de la Cordillera de la Costa la temperatura disminuye con la altura hasta 24°C, mientras que en los valles adyacentes es de alrededor de 28°C. En la zona de San Felipe - Los Andes se alcanza un máximo que supera los 32°C (Cuadro 9, ANEXO 1.2.1).

La temperatura mínima de enero presenta pocas variaciones espaciales. La temperatura decrece desde la costa (13°C) hacia el interior (11°C en La Ligua y Quillota) y luego aumenta en el fondo de los valles (12°C en Petorca y San Felipe - Los Andes). Por efecto de la altura, las cumbres de los cerros de la Costa muestran temperaturas menores de 10°C (Cuadro 10, ANEXO 1.2.1).

En enero las temperaturas medias aumentan desde la costa (17°C) hacia el interior de los valles, hasta un máximo que supera los 21°C en el sector Petorca - Río La Ligua y los 22°C en San Felipe - Los Andes. Los cerros de la costa muestran temperaturas menores de 20°C (ANEXO 1.2.1).

- Temperaturas Invernales:

En julio, debido a la menor insolación, las variaciones de temperatura no son muy pronunciadas. Las temperaturas máximas oscilan entre 15°C en la costa y 17°C en el interior de los valles; las cumbres de la Cordillera de la Costa muestran valores menores de 15°C. En la Costa se observan temperaturas mínimas de 8°C, con un gradiente algo marcado en la zona litoral, disminuyendo a 5°C en Quillota y La Ligua. En las cumbres de la Cordillera de la Costa se presentan temperaturas menores de 2°C y en el sector San Felipe - Los Andes, mayores de 2,5°C (Cuadro 9, ANEXO 1.2.1).

En julio la distribución de temperatura media muestra pocas variaciones espaciales. En la costa se observan temperaturas superiores a 11°C, disminuyendo a unos 10°C en Petorca y en el sector de San Felipe - Los Andes. Las cumbres de la Costa presentan valores bajo los 8°C (Cuadro 11, ANEXO 1.2.1).

Toda la región está afecta a la ocurrencia de heladas; el período libre de heladas disminuye de norte a sur y de oeste a este. En la costa este período dura entre 11 y 9 meses, disminuyendo al ascender las laderas de la

1.2.2.8

Cordillera de la Costa; en el sector de valles transversales varía entre 10 y 6,5 meses y en el sector cordillerano andino alcanza a sólo 6 meses.

2.3 Divisiones agroclimáticas e implicancias agronómicas

Comprendidas las características del clima regional en función de los factores genéticos locales y atendiendo al influjo integral de la meteorología sobre la fisiología vegetal, se pueden delimitar áreas con determinada homogeneidad climática y de distinto grado de generalidad (Cuadro 1.2.2.1 y Mapa 1.2.2.1).

En un primer nivel jerárquico, o de mayor generalidad, se distinguen tres zonas agroclimáticas: una zona litoral, una zona costera interior y una zona central, que se distribuyen en sentido longitudinal entre el océano Pacífico y la cordillera de los Andes.

En un segundo nivel jerárquico se distinguen distritos agroclimáticos cuya homogeneidad interior está definida por la integración de diversas variables agroclimáticas que determinan un característico patrón hidrotermal estacional. Si bien cada distrito representa un alto grado de regularidad climática espacial se advierten localmente sectores dentro de ellos con peculiaridades distintivas que merecen destacarse por su relevancia agronómica, configurándose así un tercer nivel jerárquico en la interpretación agroclimática de la región. (Cuadro 1.2.2.2).

1.2.2.9

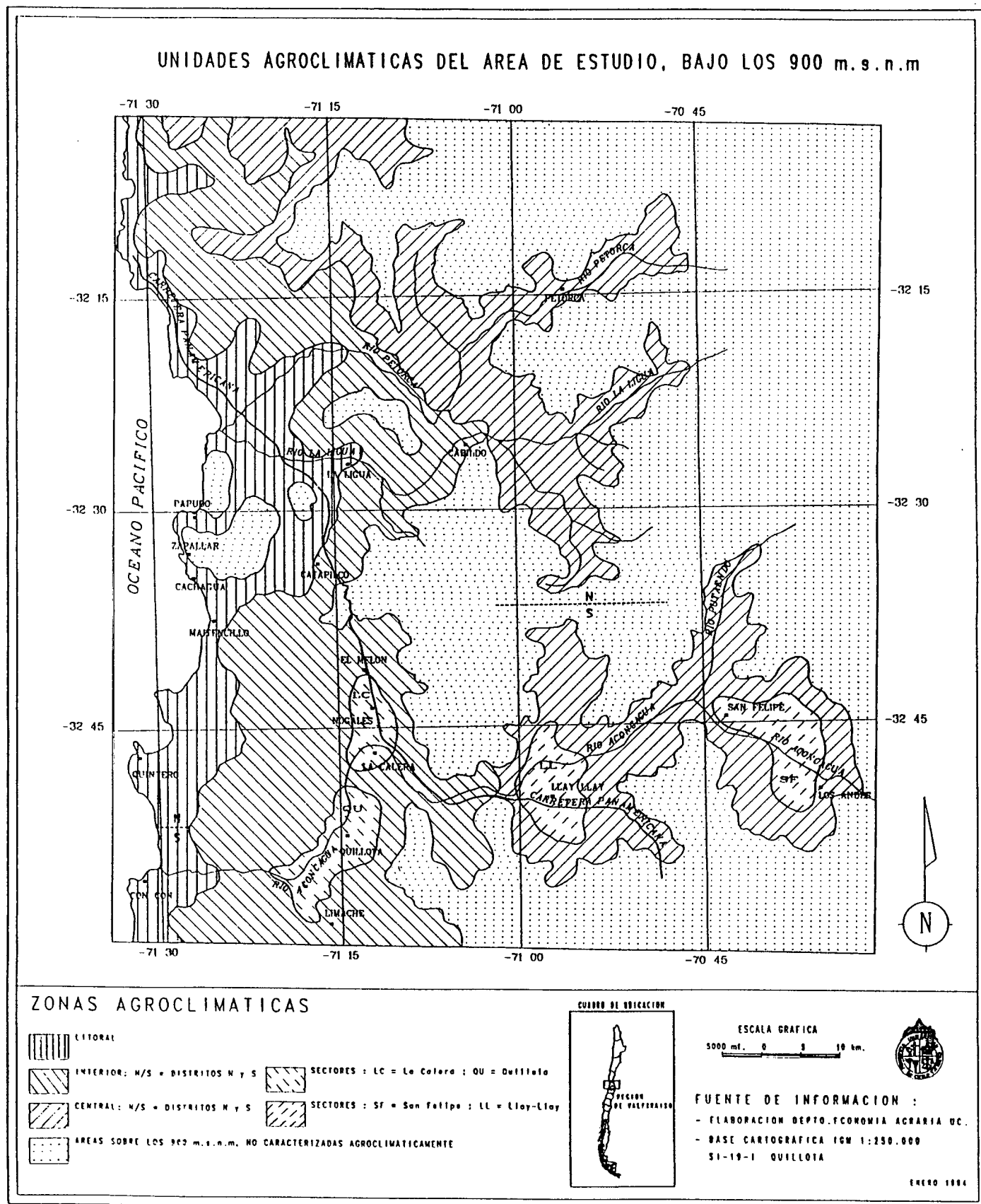
CUADRO 1.2.2.1

**DIVISIONES AGROCLIMATICAS DEL AREA
DE ESTUDIO, BAJO LOS 900 m.s.m.m.**

ZONA	DISTRITO	SECTOR
Z. Agroclimática Litoral	D. Litoral Norte D. Litoral Sur	
Z. Agroclimática Interior	D. de Valles Prelitorales	S. La Calera (LC) S. Quillota (QU)
Z. Agroclimática Central	D. Norte de Valles Transversales D. Sur de Valles Transversales	S. Llay Llay (LL) S. San Felipe (SF)

1.2.2.10

MAPA 1.2.2.1



1.2.2.11

CUADRO 1.2.2.2

**CRITERIOS DIAGNOSTICOS PARA DISTINGUIR
UNIDADES AGROCLIMATICAS EN LA V REGION,
BAJO LOS 900 m DE ALTITUD**

PARAMETRO (*)	LITORAL	ZONAS AGROCLIMATICAS Prelitoral		CENTRAL
PLH, días	> 333	300	- 333	< 300
STV, grados-día	< 1000	1000	- 1200	> 1200
HFA, h	< 500	500	- 800	> 800
TME / TMJ	< 3,1	3,1	- 5,6	> 5,6
ETPV / mm	< 450	450	- 500	> 500
DHV, mm	< 750	750	- 860	> 860

- (*) PLH = Período Libre de Heladas
STV = Suma Térmica Verano (sep-mar)
HFA = Horas Frío Anuales
TME = Temperatura Máxima Media de enero
TMJ = Temperatura Mínima Media de julio
ETPV = Evapotranspiración Potencial de Verano (dic-feb)
DHV = Déficit Hídrico de Verano (oct-mar)

2.3.1 Zona Agroclimática Litoral

Esta zona comprende la plataforma costera hasta los lomajes al pié de la vertiente occidental de la cordillera de la costa, abarcando el territorio situado a menos de 125 m.s.n.m. Acusa una fuerte influencia reguladora del océano; el régimen térmico fresco acumula menos de 1500 grados - día al año; su oscilación térmica diaria y anual es baja; acumula también pocas horas de frío anual, lo cual impone restricciones a especies de altos requerimientos de frío, y está casi totalmente libre de heladas severas.

Abarca dos distritos diferenciados latitudinalmente: un distrito litoral norte situado entre Pta. Lobos y Quintero y un distrito litoral sur, entre Valparaíso y Algarrobo, cuyos parámetros agroclimáticos pueden compararse en el Cuadro 1.2.2.3.

La amplitud térmica invierno - verano, considerando las temperaturas medias del período frío junio - agosto y del período cálido octubre - marzo, varían entre 4°C y 5°C. La menor amplitud se encuentra en el distrito Valparaíso - Algarrobo con temperaturas invernales altas. La temperatura máxima media de enero en el litoral es cercana a 22°C y la mínima varía entre 5,3°C y 8,8°C. La acumulación térmica supera los 850 grados - día en el período septiembre - febrero, sin alcanzar a los 1.000 grados - día. La acumulación de frío aumenta de norte a sur de 300 a 500 horas de frío anuales. El período medio libre de heladas es de 11 meses y las heladas ocurren con 50% de probabilidad entre la segunda quincena de junio y la primera semana de julio. No hay período de receso vegetativo térmico.

La humedad relativa del aire varía entre 74 y 82% en el período cálido y aumenta al rango de 84 - 87% en el período frío. La evapotranspiración potencial diciembre - febrero oscila en torno a 400 mm y el déficit hídrico octubre - marzo entre 650 y 750 mm, teniendo ambos parámetros valores mayores en el distrito Valparaíso - Algarrobo. El período seco es de 8 meses, mientras que la duración del período húmedo aumenta gradualmente de 2 a 3 meses de norte a sur.

Por tratarse de una zona con apreciable influencia marina, es relativamente fresca en verano y relativamente templada en invierno. Esta circunstancia le confiere una aptitud más bien limitada para cultivos de verano exigentes en acumulación térmica, (maíz). Estos cultivos pueden realizarse, pero con rendimientos más bien mediocres. Por el contrario, las leguminosas y los cereales de invierno (arveja, trigo, avena) encuentran condiciones favorables en esta zona climática. Esto se debe al invierno comparativamente suave y casi carente de

CUADRO 1.2.2.3

CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL AREA DE ESTUDIO

ZONA DISTRITO SECTOR	LITORAL		INTERIOR V. PRELITORALES	QU	LC	CENTRAL		LL	SF
	NORT	SUR				NORTE	SUR		
PLH, días	358	334	331	333	314	299	249	265	247
STV, °C.día	882	964	1071	1157	199	1239	1268	1251	1470
TME, °C	22	22.4	24,6	25.8	28	27	27	29	30.8
TMV, °C	15.5	16.2	17,1	18	18.9	18.6	16.6	19.9	19.8
HRV, %	82	74	74	69	70	71	56	70	64
RSE, ly/día	500	490	630	604	425	602	608	609	607
PRV, meses	0	0	0	0	1	2	4	3	3
HFA, horas	300	500	570	540	879	800	1570	1070	1200
TMJ, °C	7.3	8.8	5,2	5	5	4.5	2.5	4	3
TMI, °C	7.3	12.2	11,2	11.1	10	10	8.5	9.5	10
HRI, %	87	84	81	82	78	80	71	85	75
RSJ, ly/día	157	149	170	160	181	177	170	180	180
DPS, meses	8	8	8	8	9	7	7	8	8
DHV, mm	688	746	851	783	783	923	893	864	970
ETPV, mm	400	443	492	480	462	581	508	600	540
DPH, meses	2	3	3	3	3	2	2	2	2

PLH = Período libre de heladas
 STV = Suma térmica sep-feb
 TME = Temperatura máxima media de enero
 TMV = Temperatura media oct-mar
 HRV = Humedad relativa media del aire oct-mar
 RSE = Radiación solar de enero
 PRV = Duración del período de receso vegetativo
 HFA = Horas de frío anuales
 TMJ = Temperatura mínima media de julio
 LL = Sector Llay - Llay

TMI = Temperatura media jun-ago
 HRI = Humedad relativa media del
 aire jun-ago
 RSJ = Radiación solar de julio
 DPS = Duración del período seco
 DHV = Deficit hídrico oct-mar
 ETPV = Evapotranspiración potencial
 dic-feb
 DPH = Duración período húmedo
 QU = Sector Quillota
 LC = Sector La Calera
 SF = Sector San Felipe

1.2.2.14

heladas. La primavera fresca favorece una maduración lenta del cultivo, alcanzándose rendimientos potenciales interesantes. Las condiciones son relativamente favorables para el cultivo sin riego en invierno (lenteja, arveja, garbanzo, cereales) pero es imposible la producción de cultivos de verano sin regadío.

El número de horas de frío de este agroclima no es suficiente para los frutales caducifolios (manzano, peral, duraznero). Pequeños déficits térmicos aparecen en las especies más exigentes (limonero, palto, duraznero, kiwi). Sin embargo en algunos sectores su excesiva nubosidad resulta una limitante para el desarrollo óptimo de la fruticultura. Tiene restricciones para los cultivos anuales dependiendo del tipo de especies que se cultive. El invierno relativamente templado ofrece ventajas para el cultivo de la alfalfa.

2.3.2 Zona Agroclimática Costera Interior

Corresponde a localidades situadas a altitudes comprendidas entre 125 y 250 m.s.n.m. y más alejadas del océano por cuya causa la acumulación térmica supera ya los 1.500 grados-días anuales. Las heladas son comunes, pero al menos 240 días al año están libres de ellas. Se reconoce básicamente un sólo distrito que caracteriza el agroclima de los valles prelitorales y dos sectores localizados en el eje San Pedro -La Cruz (Sector Quillota) y en el eje Artificio - El Melón (Sector La Calera) (Cuadro 1.2.2.3). El distrito prelitoral corresponde a valles que han rebajado el relieve de la cordillera de la costa y permiten el paso de las brisas costeras y su acción moderadora sobre las condiciones térmicas, de humedad relativa y aminoran la evapotranspiración potencial.

Se diferencia térmicamente de los distritos litorales por el aumento de la oscilación entre las temperaturas medias del período cálido y período frío a valores desde 6°C en el litoral a 10,5°C aproximadamente y a variaciones de temperaturas máximas medias de enero y mínimas medias de julio entre 19,5°C y 21°C. Este aumento de variación térmica estacional se debe a la disminución de la acción moderadora de la brisa marina por la mayor distancia al mar y los obstáculos orográficos a su paso. Consecuentemente con la disminución de las temperaturas mínimas, disminuye el período libre de heladas de 11 meses en el litoral a 10 meses y existe 50% de probabilidad de excedencia de heladas entre la segunda semana de junio y la primera de septiembre en términos globales para el área. El sector menos afectado por las bajas temperaturas es Quillota, sin período de receso vegetativo. La acumulación de frío oscila entre 570 y 810 horas de frío anuales, mientras que la acumulación de temperatura varía levemente entre 1.000 y 1.100 grados - días entre septiembre y febrero.

1.2.2.15

La humedad relativa del aire disminuye respecto al litoral y en el período cálido alcanza entre 61 y 74%, mientras que en el período frío varía entre 76 y 81% entre los diversos sitios. La evapotranspiración potencial disminuye de norte a sur entre 490 y 440 mm entre diciembre - febrero; el déficit hídrico octubre - marzo entre 850 y 770 mm en el mismo sentido. El período seco es de 8 meses, en tanto que en el período húmedo es de 3.

El sector La Calera se encuentra al abrigo de la brisa costera, lo cual redundo en disminución de la humedad relativa del aire de 74 a 70% en el período cálido y de 81 a 78% en el período frío. Junto a ello, aumenta la oscilación térmica entre las temperaturas medias del período octubre - marzo y el período junio - agosto de 5,9°C a 7,9°C y la diferencia entre la temperatura máxima media de enero y la mínima media de julio crece de 19,4°C a 23°C. Con ello se produce el aumento de la acumulación térmica septiembre - febrero, el aumento de la acumulación de frío, la disminución del período libre de heladas, el aumento del déficit hídrico octubre - marzo y la extensión en un mes del período seco.

Como zona de transición entre la banda costera y el clima interior de la depresión central goza de las ventajas de la influencia oceánica que atenúa las heladas invernales y de las ventajas del clima interior, con veranos relativamente cálidos.

Los cultivos de verano exigentes en temperaturas, tienen expectativas interesantes en rendimientos (maíz, frejol). Las leguminosas de invierno no encuentran las mismas condiciones excepcionales de las áreas más litorales, no obstante lo cual, esta área les es bastante favorable. Los cultivos de invierno en secano, encuentran condiciones algo menos favorables que en la zona agroclimática anterior, debido a las mayores tasas de evapotranspiración hacia la primavera.

Los frutales en general, tienen un potencial interesante como consecuencia del régimen de heladas, atenuado en invierno y, de un verano suficientemente cálido. Este agroclima tiene mejores condiciones para los frutales de hoja perenne que para los de hoja caduca, debido a que sólo tienen un corto período de heladas. Su luminosidad es mayor que el agroclima litoral. No tiene restricciones para el cultivo de forrajeras, si para la floricultura y permite un desarrollo satisfactorio de la mayoría de las hortalizas de invierno, haciendo posible el cultivo de primores. Las fechas de cosecha pueden retrasarse en una semana con respecto a la zona 3 ubicada más al interior.

2.3.3 Zona Agroclimática Central

Aquí están los sectores más elevados del área de interés, situados sobre los 250 m.s.n.m. Estos comprenden valles transversales y lomajes orientales de la cordillera de la costa localizados ambos mayoritariamente entre los 400 y 800 metros de altitud. Se reconoce un distrito agroclimático norte donde se encuentran los valles de los ríos Petorca y Ligua y los de sus esteros tributarios; y un distrito agroclimático sur, correspondiente al valle del río Aconcagua y el de sus afluentes. Al interior de este último distrito se destacan agroclimáticamente los sectores Llay Llay - Catemu y San Felipe - Los Andes (Cuadro 1.2.2.3).

El clima de esta zona está definido por su mayor aridez ambiental y por las amplias oscilaciones térmicas diarias y estacionales.

La diferencia fundamental entre los distritos de esta zona agroclimática radica en la mejor comunicación relativa con la costa que tiene el distrito norte a través de los dos valles, respecto al distrito sur, que se encuentra bloqueado hacia el oeste, por una mejor delineada cordillera de la Costa. La menor influencia de brisas marinas en el valle del Aconcagua queda de manifiesto en la fuerte diferencia de la humedad relativa entre estos distritos, que varía de 71 a 80% entre verano e invierno al norte y de 56 a 71% al sur; como también en octubre - marzo y el frío junio - agosto, de 6° C en el primer caso y de 8° C en el segundo, y en el mayor descenso de las temperatura mínima de julio en el distrito sur. El período libre de heladas es casi dos meses superior en el distrito norte, el período de receso vegetativo aumenta de 2 a 4 meses en el distrito sur y la acumulación de frío casi se duplica de 800 a 1.570 horas anuales. Ambos poseen 7 meses de período seco, pero en el distrito sur hay 100 mm menos déficit hídrico octubre - marzo.

El distrito sur está fuertemente encajonado entre los cordones transversales del Cerro Calvario por el norte y de Chacabuco por el sur, los cuales, además, poseen estribaciones hacia el interior del valle, dando lugar a dos sectores de orientación aproximada norte - sur en los cuales ocurren condiciones climáticas particulares. En el sector occidental se distingue el distrito Llay Llay y en el oriental el distrito San Felipe. Se distinguen del valle principal por ser sectores de menor altitud en los cuales aumenta fuertemente la temperatura; disminuye el período de receso vegetativo a 3 meses y disminuye la acumulación de frío y presentan aumento de la humedad relativa del aire. Junto al aumento térmico, aumenta la evapotranspiración potencial y el período seco se ve incrementado a 8 meses.

1.2.2.17

El sector Llay Llay posee temperaturas algo más moderadas que San Felipe debido a su proximidad relativa al sector de ventilación costera hacia el valle interior y presenta menor acumulación de temperatura y de frío, mayor período libre de heladas, mayor humedad relativa de aire y menor déficit hídrico. Ubicado más al interior y a mayor altitud, el distrito San Felipe posee temperaturas extremas de verano e invierno más acentuadas, acumula mayor cantidad de temperatura entre septiembre y febrero, pero también mayor número de horas de frío; disminuye el período libre de heladas a 8 meses y aumenta el déficit hídrico octubre - marzo.

Esta zona adquiere rasgos francamente interiores, lo que se manifiesta por un verano cálido y un invierno con heladas que pueden alcanzar una intensidad considerable, especialmente aquéllas tardías que afectan a los frutales.

Los cultivos de verano exigentes en temperaturas, encuentran buenas condiciones. Las elevadas temperaturas máximas de verano, inducen un cierto grado de stress térmico en cultivos sensibles como serían la papa, remolacha y las leguminosas de invierno. Las condiciones de luminosidad, durante la primavera y verano son especialmente propicias para la obtención de elevados rendimientos de chacras y cultivos de temporada en condiciones de riego. Las leguminosas y cereales de invierno podrían cultivarse en secano, pero con rendimientos francamente inferiores a los obtenibles en zona de la costa. Este agroclima tiene mayores ventajas comparativas para el desarrollo de frutales de hoja caduca debido a que se cumplen las horas de frío necesarias para la mayoría de ellos. No es posible practicar cultivos sensibles al frío debido a sus bajas temperaturas invernales. La alfalfa tiene posibilidades de lograr buenos rendimientos aún cuando en invierno casi no tiene crecimiento.

La fruticultura encuentra buenas condiciones, aunque existen algunos problemas de heladas de primavera. En los distritos más fríos en invierno, la producción de frutales de hoja persistente es francamente riesgosa. Las horas de frío son suficientes para frutales con moderada exigencia de vernalización. Las condiciones de luminosidad y temperatura invernales y estivales son además óptimas en general, para chacarería, floricultura y forrajeras cultivadas. Sus restricciones dependerán del agua de riego, fertilidad de los suelos y ocasionales heladas tardías.

2.4 Documentos consultados

- CICA, B&P y HTS. 1982. Estudio integral de riego de los valles Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca. Comisión Nacional de Riego. Tomo II. Capítulo 2.
- CIREN CORFO. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones IV a IX. Publicación N°87.
- CIREN CORFO. 1993. Catastro Frutícola. V región. Publicación N° 102. Santiago.
- FAO. 1985. Datos Agroclimáticos para América Latina y el Caribe. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. Publicación N° 24. Roma.
- Instituto de Economía. 1990. Embalse Los Angeles. Programa de adiestramiento en preparación y evaluación de proyectos. P. Universidad Católica de Chile. Facultad de Economía. Santiago.
- Santibáñez Q.,F. 1989. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. Informe de Avance. FONDECYT. Proyecto 89/901. Santiago.
- Santibáñez Q., Fernando y Uribe M., Juan Manuel. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones V y Metropolitana. FONDECIT. Proyecto 89/901. Santiago

3. SUELOS

3.1 Consideraciones sobre el sistema de capacidad de uso de los suelos

El sistema de clasificación de los suelos basado en la capacidad de uso, fué establecido en la década de los años 50, antes del desarrollo de nuevas tecnologías de riego, tales como aspersión, goteo y microjet y antes de la práctica de la fertigación, por lo cual su aplicación literal para decidir el uso del suelo tiene limitaciones.

La agrupación de los suelos por clases de capacidad de uso, es una ordenación de acuerdo a su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos, considerando las dificultades y riesgos que afectan su uso. Este sistema está basado en la capacidad de la tierra para producir en forma sostenida y señala las limitaciones naturales de los suelos. Las clases convencionales de capacidad de uso son ocho (I-VIII) y están ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos de uso.

Los criterios utilizados para establecer las categorías de capacidad de uso están relacionadas con características del suelo que afectan el arraigamiento tales como: Textura, estructura, drenaje, salinidad y compactación; la pendiente que determina el escurrimiento superficial y la infiltración y por último, el clima como factor limitante de los cultivos.

Actualmente el empleo de los sistemas mecánicos de riego, y la práctica de la fertigación, permite la utilización de suelos delgados, pedregosos, arenosos y/o con pendientes elevadas, que a causa de su baja fertilidad, escasa capacidad de retención de agua y alto riesgo de erosión, no podrían manejarse con los sistemas convencionales.

En los valles de las regiones III, IV y V, se da la posibilidad de que suelos clasificados en categoría IV o incluso VI y VII de capacidad de uso, sean plantados con vides, paltos, lúcumos u otras especies de interés económico, mediante la fertigación y con buenos resultados productivos.

Estos suelos tienen como principal y a veces única limitante la pendiente que los afecta por el riesgo de erosión. Sin embargo, si las características del perfil son adecuadas y se elimina el riesgo de erosión con el empleo de la tecnología, su utilización en plantaciones frutales es recomendable ya que se aprovecha el microclima asociado a posiciones de piedmont y laderas, normalmente exentas de heladas.

1.2.3.2

El uso de suelos de altas pendientes debe contemplar la necesidad de mantener en ellos una cubierta vegetal que evite la erosión, por lo cual en el caso de plantaciones, se deberá mantener algún tipo de cubierta herbácea, mientras los árboles no cubran totalmente la superficie del suelo, que de otra forma quedaría expuesta a la acción de la lluvia.

Igualmente, en los sectores más planos clasificados en clase III y IV de capacidad de uso, por problemas de drenaje y/o profundidad del suelo, es posible modificar el uso del suelo mediante practicas de drenaje o construcción de camellones, que aumentan el volumen del suelo explorable por los sistemas radiculares de las plantas.

Del análisis anterior se desprende que la utilización del suelo con un objetivo determinado dependerá por una parte, de su capacidad de uso de acuerdo con los conceptos tradicionales y por otra parte, de la tecnología de producción, que permite la utilización de suelos considerados en el pasado como marginales. El clima o el microclima pasa a menudo a ser, el factor determinante en el uso del suelo con una tecnología dada.

Estos nuevos criterios de evaluación significan en relación con el proyecto CICA original (1978), la incorporación a las superficies allí señaladas de una superficie adicional considerable de suelos eventualmente utilizables en la agricultura, especialmente en plantaciones frutales. El criterio de asignar un uso frutal sólo a los mejores suelos (A y B de aptitud frutal) es igualmente discutible, ya que como se indicó anteriormente, mediante la tecnología es posible obtener buenas productividades en suelos con limitaciones físicas ubicados en microclimas con aptitud para especies frutales de buena rentabilidad económica. No sólo las llamadas rinconadas, que corresponden a los conos de deyección de todas las quebradas que descienden a los valles, tienen un potencial frutícola, sino también muchos piedmont y laderas de cerros y con pendientes pronunciadas.

La utilización de estos suelos, dada la disponibilidad de agua potencial se justificaría sólo si las ventajas microclimáticas permiten la adaptación de especies de alta rentabilidad económica, limitadas por factores climáticos en suelos de mejores características para la producción vegetal.

1.2.3.3

3.2 Características principales de los suelos del área por zonas

En el informe de CICA/1979 se hace una muy buena síntesis de las características generales de los suelos, agrupados de acuerdo con su posición fisiográfica y con las características físicas y morfológicas de los suelos.

Las agrupaciones así determinadas son las siguientes:

a) Suelos aluviales recientes

Corresponden a suelos con escaso desarrollo del perfil, de texturas medias a gruesas y con diversos grados de pedregosidad, tanto en superficie como en profundidad. Descansan sobre un substratum constituido por clastos redondeados. Se encuentran ampliamente distribuidos, especialmente en las terrazas aluviales bajas de los ríos y esteros.

La mayor parte de los suelos corresponden a Clases III y IV de Capacidad de Uso, debido fundamentalmente a su profundidad efectiva, condiciones de drenaje y pedregosidad.

b) Suelos de terrazas remanentes

En esta formación se han desarrollado los mejores suelos de toda el área de estudio y presentan el mayor potencial frutícola en todas las cuencas. Se han formado por sedimentos depositados en forma de planicies aluviales o corrientes de barro, que han sido posteriormente remodelados por los ríos.

Estos suelos se caracterizan, en general, por presentar perfiles profundos, bien estructurados, de texturas moderadamente finas a finas, de topografía plana a suavemente ondulada, bien drenados y con buena capacidad de retención de humedad.

La mayoría de estos suelos se ubican en las Zonas 1 y 2, y están clasificados preferentemente en Clases I y II de Capacidad de Uso.

c) Suelos de piedmont

Corresponden a suelos que ocupan una posición de plano inclinado y que se han formado por el transporte de sedimentos desde las partes altas de los cerros que rodean las cuencas.

Se caracterizan por presentar diversos grados de pendiente, pedregosidad y profundidad, texturas finas a moderadamente gruesas, permeabilidad moderada a rápida y buen drenaje superficial.

Debido a su topografía, profundidad y pedregosidad, la mayor parte de los suelos de esta agrupación corresponden a Clases III y IV de Capacidad de Uso.

d) Suelos de Cuenca de Sedimentación.

Corresponden a suelos formados a partir de sedimentos finos y evolucionados bajo condiciones de humedad excesiva (lacustrinos). Ocupan una posición baja y deprimida dentro del paisaje general. Se caracterizan por tener texturas finas a muy finas, drenaje imperfecto a muy pobre y alto contenido de carbonato de calcio.

Estos suelos se distribuyen casi en su totalidad en las Zonas 3 y 4, especialmente en las comunas de Panquehue, Llay-Llay y Quillota. Por sus condiciones deficientes de drenaje, la mayor parte de estos suelos están clasificados en Clase III y IV de Capacidad de Uso.

e) Suelos aluvio-coluviales.

Se agrupan dentro de esta formación aquellos suelos que ocupan una posición de plano inclinado suave y en posición más alta que los de origen aluvial. Se han formado por la acción del agua y la gravedad.

Estos suelos se caracterizan, en general, por presentar texturas medias a moderadamente gruesas, clastos redondeados, drenaje bueno a pobre y profundidad efectiva moderada a delgada.

f) Suelos de terrazas marinas.

Esta formación geomorfológica ocupa una gran extensión del sector litoral y en ella se distinguen dos unidades bien características:

1.2.3.5

- Concón - El Pangue.

Se caracteriza por presentar una topografía muy disectada por quebradas y con pendientes dominantes de oriente a poniente. Los suelos tienen texturas medias a finas, profundidad moderada y substratum constituido por areniscas cuarcíferas.

- Papudo - La Ligua - Catapilco.

Se incluyen dentro de esta formación las terrazas marinas ubicadas al poniente de la ciudad de Quillota. Se caracteriza por presentar una topografía menos disectada y más plana que la unidad anterior. Los suelos tienen texturas finas a muy finas, profundidad moderada y drenaje moderado a imperfecto. El substratum está constituido por arcillas densas o gravas con matriz arcillosa y se presenta muy compactado.

La mayor parte de esta agrupación posee suelos de Clase IV de Capacidad de Uso y en algunos casos de Clases III y VI de Capacidad de Uso.

g) Suelos de dunas (Paleodunas).

Esta formación corresponde a una franja litoral que se extiende desde Quintero a Cachagua y de Pullalli a Longotoma. Los suelos se caracterizan por el escaso desarrollo de sus perfiles y por tener texturas gruesas a muy gruesas, drenaje excesivo, permeabilidad rápida a muy rápida y bajo poder de retención de humedad. Estos suelos ocupan una posición de lomaje ondulado y están sujetos a erosión eólica cuando no presentan cubierta vegetal.

La mayor parte se clasifican en Clase IV y VI de Capacidad de Uso, debido a su topografía ondulada y escaso grado de desarrollo del perfil.

3.3 Potencial productivo de los suelos en las áreas de secano bajo cota de canal

Para la evaluación del potencial productivo de los suelos de las zonas del proyecto (Zonas 1 a 7) se han utilizado tres sistemas de agrupación: capacidad de uso, unidades de manejo y aptitud frutal, que están relacionados entre sí y a los cuales se les atribuye una vocación para determinados cultivos y/o plantaciones frutales (Cuadro 1.2.3.1).

CUADRO 1.2.3.1

**SISTEMAS TRADICIONALES DE EVALUACIÓN
DE SUELOS Y USO DEL SUELO**

Unidad de Manejo	Aptitud Frutal	Capacidad de Uso	Categoría de Riego	Cultivos Adecuados
A	A, B	I, IIs, IIw	1 y 2	Todo tipo de cultivos. Sólo algunas limitaciones para frutales en Aptitud Frutal B.
B	C	IIIs	3	Todo tipo de cultivos, incluso alfalfa, con pocas limitaciones. Limitaciones moderadas a severas para frutales.
C	D y E	IIIw y IVw	4	Limitaciones de drenaje. Sólo cultivos de raíces superficiales. La alfalfa no se adapta muy bien a estos suelos que no son aptos en absoluto para frutales.
D	D y E	IVs	4	Limitaciones para la mayoría de los cultivos permanentes, pero se puede producir casi todo tipo de cultivos anuales. Quizás más adecuados para praderas. Se excluyen frutales.
E	E	VI	6	Praderas y cultivos especiales. Flores y cultivos de aceites esenciales.

Fuente: CICA, 1979.

1.2.3.7

Sin embargo, como se ha señalado anteriormente, las recomendaciones de uso para cada categoría en un sistema dado de clasificación de los suelos, son arbitrarias, atribuyéndoles un uso estático. Es así como los suelos III y IV de capacidad de uso entre los cultivados y VI e incluso VII entre los no cultivables, podrían ser destinados a la producción de especies frutales o forestales mediante alguna inversión en tecnología para mejorar la condición productiva, realizando drenajes, construyendo camellones o utilizando riego mecánico.

En el Cuadro 1.2.3.2, confeccionado a partir de los cuadros 3.6 y 3.8 del tomo 1 del estudio de CICA/Comisión Nacional de Riego (1979), aparece la superficie de los suelos de las diferentes zonas, agrupados de acuerdo con su capacidad de uso.

CUADRO 1.2.3.2

**SUPERFICIE Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SUELOS
BAJO CANAL Y POTENCIALMENTE REGABLES
(HECTÁREAS NETAS)**

Zona	Capacidad de Uso					Total
	I y II	IIIs	IIIw y IV w	IVs	VI	
1	16.343	4.216	88	832	1.041	22.520
2	3.974	1.717	15	400	80	6.186
3	3.443	3.409	5.943	491	505	13.791
4	8.128	5.557	11.518	2.188	2.986	30.377
5	353	992	4.739	93	1.843	8.020
6	3.742	2.612	1.345	1.012	280	8.991
7	1.560	1.662	1.362	1.310	1.110	7.004
Total	37.543	20.165	25.010	6.326	7.845	96.890

Del análisis de este cuadro se puede deducir que la superficie de suelos altamente productivos, con escasas limitaciones y que no requieren de tecnologías agronómicas especiales, es del orden de 57.709 ha, (I,II, y IIIs), o sea el 60 por ciento de la superficie de los suelos potencialmente regables. Existe además, una superficie de 39.181 ha, es decir el 40 por ciento, que podrían destinarse a la producción frutal si las condiciones microclimáticas y la rentabilidad lo aconsejan, pero con una inversión en tecnología de monto variable, ya sea en drenaje, sistemas de riego o construcción de camellones.

1.2.3.8

Obviamente otras condiciones como mercado, capacidad empresarial, acceso al crédito, nivel tecnológico y tamaño de la propiedad, van a condicionar esta superficie potencial. Esta estimación incluye los suelos IIIw, IV w, IVs y VI de capacidad de uso y bajo cota de canal.

3.4 Potencial productivo en los suelos ubicados sobre cota de canal

Para determinar los suelos potencialmente regables sobre cota de canal es preciso considerar las áreas denominadas "rinconadas" por CICA y la superficie de suelos correspondiente a piedmont y laderas de cerro adyacentes a los actuales y futuros canales de riego de los valles de la V Región (Mapa "Sectores de Riego", C.N.R. 1982).

La superficie de "rinconadas" señalada por CICA es de 2.915 ha, cuya distribución en clases de capacidad de uso por zonas de riego aparece en el Cuadro 1.2.3.3.

CUADRO 1.2.3.3

SUPERFICIE Y DISTRIBUCION DE LOS SUELOS DE "RINCONADAS" POR ZONAS (CICA, 1979).

Zonas	Capacidad de uso				Total
	I y II	III s	IIIw y IVw	IVs	
1	148	588	121	294	1.151
3	73	290	60	145	568
4	154	611	126	305	1.196
Total	375	1.489	307	744	2.915

Como puede observarse, la superficie determinada por CICA es sólo de 2.915 ha distribuídas en las zonas 1, 3 y 4.

Más importante que las rinconadas, es el área sobre cota de canal y las áreas de secano potencialmente regables, bajo cota de canal no consideradas anteriormente por CICA bajo este carácter.

1.2.3.9

En el Cuadro 1.2.3.4 aparece una estimación preliminar de la superficie por zona de riego, de suelos potencialmente regables sobre cota de canal que han sido determinados bajo los siguientes criterios:

- Elevación de agua no superior a 100 m, y
- pendientes inferiores de 35% y
- áreas de superficie no inferior a 50 ha

En la superficie de riego antes citada, se incluyen además, los sectores ondulados cartografiados por CICA, que cumplen con los requisitos antes indicados y que no han sido considerados anteriormente como potencialmente regables.

La superficie determinada según los criterios señalados anteriormente es de 49.806 ha, de las cuales, debido a la escala de trabajo, en principio se estima necesario la eliminación de un 70% debido a afloramientos rocosos, topografía irregular o limitaciones severas de suelo. Este porcentaje podría variar ampliamente en las diferentes zonas de riego y al considerar aspectos económicos y/o microclimáticos, lo que debería precisarse en un estudio más detallado. Esta superficie resultante de 14.942 ha incluye al menos parte de las 2.915 ha consideradas de rinconadas (Cuadro 1.2.3.3), en la medida que parte de ellas queden por sobre los 100 m de elevación sobre canal.

CUADRO 1.2.3.4

SUPERFICIE DE SUELOS POTENCIALMENTE REGABLES SOBRE COTA ACTUAL DE RIEGO Y SUPERFICIE DE RINCONADAS POR ZONAS

Zonas	Superficie bruta estimada ha	Superficie neta estimada ha	Superficie de rinconadas ha
1	4.350	1.305	1.151
2	3.350	1.005	-
3	4.056	1.217	568
4	12.606	3.782	1.196
5	6.619	1.986	-
6	8.600	2.580	-
7	10.225	2.835	-
Total	49.806	14.942	2.915

ANEXO 1.2.1

ANTECEDENTES CLIMATOLOGICOS

CUADRO 1 VIENTOS: DIRECCION DOMINANTE FRECUENCIA (%)
DE LA DIRECCION DOMINANTE VELOCIDAD MEDIA (EN NUDOS)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P. Angeles	SW 60 5,3	SW 61 4,3	SW 56 3,2	SW 46 3,0	SW 34 2,7	SW 30 3,1	SW 33 3,0	SW 42 3,2	SW 52 4,5	SW 61 4,8	SW 65 5,3	WS 61 5,5
Quintero	SW 53 10,8	SW 57 11,2	SW 52 8,2	SW 49 6,9	SW 45 6,2	SW 41 7,3	SW 38 6,8	SW 54 8,6	SW 65 9,2	SW 63 9,8	SW 65 9,5	SW 63 11,1
Belloto	W 36 8,3	W 37 7,4	W 30 6,3	W 29 4,8	W 16 3,3	N 12 2,4	W 12 2,7	W 17 3,3	W 20 5,0	SW 28 6,9	W 26 6,5	W 27 7,6
Quillota	SW 92 4,6	SW 87 4,2	SW 83 3,9	SW 77 4,0	SW 54 3,6	SW 46 3,8	SW 45 3,5	SW 64 3,5	SW 67 4,0	SW 77 4,3	SW 86 4,8	SW 88 5,2
Llay Llay	W 76 9,5	W 75 7,8	W 71 7,4	W 60 6,1	W 63 5,2	NW 40 5,0	NW 56 4,8	NW 47 5,9	NW 58 7,5	NW 65 7,6	W 79 8,3	W 86 8,5
Los Andes	SW 41 5,3	SW 43 4,7	SW 34 4,0	NE 33 3,1	NE 30 2,8	NE 33 2,8	NE 33 2,4	NE 28 2,3	SW 28 4,0	SW 45 4,1	SW 47 4,9	SW 60 5,9
El Cristo	SW 78 15,4	SW 74 15,4	SW 78 13,6	SW 69 11,8	SW 69 10,9	SW 77 13,2	SW 60 11,9	SW 64 13,3	SW 75 13,7	SW 63 13,2	SW 64 16,0	SW 77 16,4

CUADRO 2 PRECIPITACION MENSUAL. PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA
DE 50 POR CIENTO (mm),

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
P. Angeles	1,0	1,0	3,6	17,3	58,8	107,0	80,6	66,2	21,3	12,2	5,2	2,3	376,5
Montemar	0,7	0,0	1,9	7,4	20,3	87,6	84,3	71,9	22,9	3,9	3,1	2,9	307,0
Quintero	0,0	0,0	0,5	13,1	23,3	82,9	84,1	87,4	26,6	3,4	2,3	3,4	326,9
Belloto	0,1	0,0	0,3	8,7	23,7	95,1	116,1	96,7	24,3	2,7	2,0	2,8	372,5
Quillota	1,8	4,2	1,8	13,8	66,7	102,4	74,8	59,3	19,2	10,8	5,2	2,0	361,9
La Cruz	0,4	0,0	3,6	24,2	75,3	85,9	68,9	55,9	15,7	4,8	2,1	2,4	339,3
La Ligua	0,3	3,9	1,1	14,9	53,3	75,8	61,0	64,8	18,1	9,7	5,2	1,2	309,3
Llay-Llay	0,0	0,6	0,2	12,8	45,0	64,8	51,5	46,9	14,4	7,0	3,5	0,8	247,9
Petorca	0,7	1,9	1,8	10,5	40,4	56,3	44,3	48,9	15,2	7,0	1,6	1,8	230,4
San Felipe	1,6	2,3	1,1	8,5	35,5	53,3	38,5	40,1	14,9	7,3	3,4	0,5	207,0
Los Andes	1,5	2,4	2,6	11,4	45,4	63,3	42,6	39,6	18,6	8,4	3,7	2,5	242,0
Jahuel	2,7	4,2	2,8	2,9	38,2	70,1	40,6	38,5	20,7	8,9	4,2	1,1	235,0
Vilcuya	0,0	0,0	1,2	13,7	24,2	63,9	73,4	91,1	18,9	15,4	5,1	7,1	313,9

Nota: Valores obtenidos con las estadísticas originales de las estaciones.

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978

CUADRO 3 HUMEDAD RELATIVA. MEDIAS MENSUALES POR ESTACION (%)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
P. Angeles	78	81	82	83	84	85	85	84	84	82	79	78	82
Montemar	84	84	85	87	88	88	88	88	87	86	85	84	86
Quintero	83	84	87	89	90	90	90	89	88	87	84	83	87
Zapallar	81	81	84	86	87	87	86	86	85	83	81	79	84
El Belloto	68	73	76	80	83	87	88	85	82	79	71	68	78
Quillota	76	78	79	82	84	85	85	85	84	81	77	74	81
La Cruz	73	76	78	81	83	85	85	83	82	79	75	74	80
Llay-Llay	64	65	71	78	82	86	85	83	80	75	70	67	76
Los Andes	55	56	59	62	67	69	70	69	67	63	56	53	62
Jahuel	55	54	57	59	61	62	63	64	64	63	60	57	60
Juncal	51	52	50	47	55	56	56	55	53	52	50	48	52
El Cristo	59	58	53	48	54	59	59	59	59	60	59	59	57

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978

CUADRO 4 NUBOSIDAD, MEDIAS MENSUALES POR ESTACION
(en décimas de cielo)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
P. Angeles	3,51	3,79	4,06	5,21	5,95	5,81	5,81	5,35	5,35	5,23	4,42	3,92	4,9
Montemar	4,01	3,68	4,46	5,29	5,75	5,21	5,73	4,79	4,65	4,35	4,53	4,06	4,7
Quintero	3,41	4,01	4,71	5,39	6,35	5,91	6,10	5,49	5,41	5,48	4,55	4,08	5,1
El Belloto	2,23	2,53	3,28	4,04	5,44	5,79	6,04	5,40	5,19	4,96	3,80	2,70	4,3
Quillota	1,98	2,54	2,50	4,41	5,15	5,28	5,10	5,05	5,49	4,38	3,71	2,29	4,0
Llay-Llay	1,58	0,81	1,23	2,61	4,78	4,62	4,14	3,98	4,52	3,05	2,19	0,97	2,9
Los Andes	1,20	1,00	1,40	2,40	4,90	5,40	4,70	4,60	5,00	2,90	2,30	0,90	3,7
Jahuel	1,45	0,80	1,50	1,50	3,60	4,40	3,30	4,20	2,00	1,60	--	0,60	--
El Cristo	2,95	2,34	2,51	3,04	4,53	5,43	5,13	4,98	4,45	4,76	4,20	2,98	3,9

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978

CUADRO 5 DATOS CLIMATICOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE
PUNTA ANGELES (VALPARAISO). LATITUD $-33,02^{\circ}$;
LONGITUD $-71,38^{\circ}$; ELEVACION 41 m.s.n.m.
ZONA AGROCLIMATICA LITORAL.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIPITACION	1	0	1	14	49	93	97	53	25	10	6	2	351
T. PROMEDIO	17,8	17,6	16,4	14,5	13,2	12,0	11,4	11,6	12,5	13,7	15,6	17,0	14,4
T. MAX. MEDIA	22,5	22,4	21,3	19,3	17,4	15,7	15,5	16,0	17,0	18,2	20,1	21,8	18,9
T. MIN. MEDIA	13,3	13,4	12,3	10,7	9,9	8,9	8,2	8,3	9,0	10,0	11,1	12,4	10,6
T. DIUR. MEDIA	19,4	19,4	18,3	16,5	15,0	13,5	13,2	13,6	14,5	15,6	17,3	18,8	16,3
T. NOCT. MEDIA	15,7	15,8	14,8	13,2	12,2	11,0	10,6	11,0	11,8	13,0	14,4	15,5	13,3
P. DE VAPOR	15,0	15,3	14,1	12,8	12,1	11,0	10,5	10,6	11,1	11,9	12,7	13,7	12,6
VIENTO	2,8	2,8	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	1,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,3
INSOLACION	76	53	29	51	39	37	43	49	39	51	55	69	49
RAD. SOLAR	523	430	345	235	154	125	149	222	294	369	463	509	318
EVAPOTRANSP.	143	98	65	48	30	30	32	36	59	87	111	140	879

NOTA: PRECIPITACION = mm/mes; TEMPERATURAS = $^{\circ}\text{C}$; P.DE VAPOR = mb; VIENTO = 2m; INSOLACION = %
RAD. SOLAR = ly/día; EVAPOTRANSPIRACION = mm/mes.

CUADRO 6 DATOS CLIMATICOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE QUILLOTA.
LATITUD -32,53°; LONGITUD -71,16°; ELEVACION 120 m.s.n.m.
ZONA AGROCLIMATICA PRELITORAL O COSTERA INTERIOR.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIPITACION	3	6	2	12	77	125	86	78	25	13	5	3	435
T. PROMEDIO	18,5	18,0	16,5	14,0	12,3	10,5	10,2	11,0	12,4	14,2	16,1	17,8	14,3
T. MAX. MEDIA	26,7	26,4	25,6	22,6	19,2	16,7	16,7	18,1	19,6	21,8	24,4	26,2	22,0
T. MIN. MEDIA	11,6	11,3	9,8	8,1	7,4	6,0	5,3	5,8	7,0	8,2	9,2	10,7	8,4
T. DIUR. MEDIA	21,7	21,4	20,4	17,9	15,4	13,3	13,1	14,2	15,6	17,5	19,6	21,3	17,6
T. NOCT. MEDIA	15,6	15,3	14,2	12,3	11,0	9,4	9,1	10,0	11,4	13,1	14,8	16,4	12,7
P. DE VAPOR	15,1	15,3	13,9	12,1	11,3	10,0	9,8	10,4	11,4	12,1	13,2	14,3	12,4
VIENTO	2,8	2,8	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	1,4	2,8	2,8	2,8	2,8	2,3
INSOLACION	76	53	29	51	39	37	43	49	39	51	55	69	49
RAD. SOLAR	617	443	269	284	188	156	180	245	279	401	481	590	344
EVAPOTRANSPI.	161	111	73	52	30	28	30	35	59	94	123	156	952

NOTA: PRECIPITACION = mm/mes; TEMPERATURAS = °C; P.DE VAPOR = mb; VIENTO = 2m; INSOLACION = %
RAD. SOLAR = ly/día; EVAPOTRANSPIRACION = mm/mes.

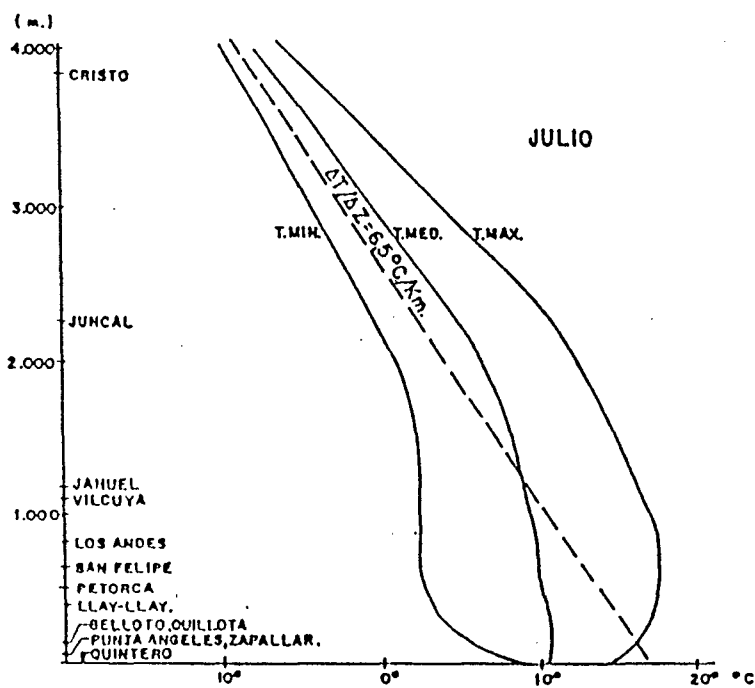
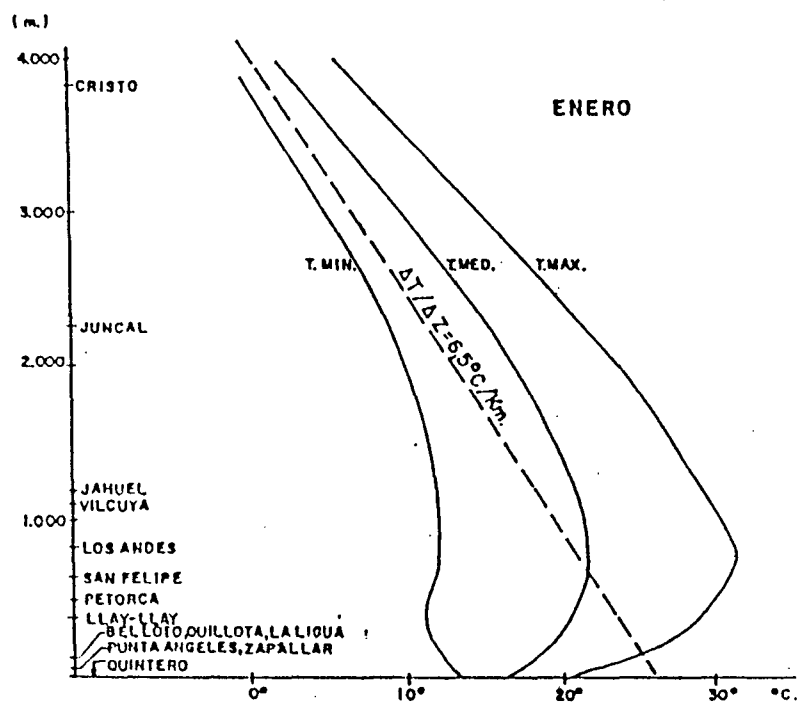
CUADRO 7 DATOS CLIMATICOS DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE LOS ANDES.
 LATITUD $-32,50^{\circ}$; LONGITUD $-70,37^{\circ}$; ELEVACION 816 m.s.n.m.
 ZONA AGROCLIMATICA CENTRAL O DE VALLES TRANSVERSALES.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
PRECIPITACION	3	5	3	9	59	77	53	53	23	12	5	3	305
T. PROMEDIO	21,9	21,1	18,7	15,1	11,5	8,6	8,8	10,0	12,5	15,4	18,4	20,9	15,2
T. MAX. MEDIA	31,6	31,1	29,3	25,8	20,3	16,3	17,2	18,7	21,1	24,7	28,0	30,2	24,5
T. MIN. MEDIA	12,4	11,7	9,9	7,0	4,9	2,8	2,6	3,5	5,1	7,2	9,2	11,2	7,3
T. DIUR. MEDIA	25,2	24,7	22,9	19,7	15,3	12,0	12,6	13,9	16,0	19,2	22,1	24,2	19,0
T. NOCT. MEDIA	17,5	16,8	15,2	12,4	9,6	7,0	7,4	8,7	10,7	13,6	16,1	18,2	12,8
P. DE VAPOR	13,4	13,2	11,4	9,4	8,2	7,2	7,0	7,8	8,7	9,8	10,8	11,6	9,9
VIENTO	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,2
INSOLACION	75	77	77	65	42	39	45	41	49	52	61	74	58
RAD. SOLAR	610	562	470	333	207	172	195	235	330	419	522	616	389
EVAPOTRANSPIRACION	171	137	118	66	35	23	26	38	64	105	136	172	1.091

NOTA: PRECIPITACION = mm/mes; TEMPERATURAS = $^{\circ}\text{C}$; P.DE VAPOR = mb; VIENTO = 2m; INSOLACION = %
 RAD. SOLAR = ly/día; EVAPOTRANSPIRACION = mm/mes.

CUADRO 8

DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS EN FUNCION DE LA ALTURA



CUADRO 9 TEMPERATURAS MAXIMAS (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
P. Angeles	21,9	21,6	20,5	18,7	16,8	15,7	14,8	15,3	16,0	17,4	19,7	20,9	18,3
Montemar	20,7	20,2	18,9	17,6	16,5	15,7	14,9	15,1	15,6	16,6	18,1	19,9	17,5
Quintero	20,2	20,1	19,0	17,3	16,1	15,0	14,3	14,6	15,1	16,2	17,8	19,8	17,1
Zapallar	22,6	22,1	20,6	17,8	16,0	14,9	14,1	14,6	15,6	17,1	19,3	21,7	18,0
Belloto	26,6	26,1	24,5	22,5	19,7	17,0	16,5	17,7	19,3	21,0	23,7	25,5	18,0
Quillota	26,8	26,6	25,7	22,6	19,4	16,8	16,8	18,1	19,7	21,8	24,5	26,3	22,1
La Cruz	28,6	28,6	26,7	24,3	20,9	17,7	17,0	18,4	20,3	22,8	25,6	27,4	23,2
La Ligua	25,6	25,2	24,0	22,0	20,0	17,2	16,7	17,5	18,7	20,8	22,7	24,9	21,3
Llay-Llay	28,8	28,7	27,3	24,2	21,2	18,0	18,0	19,3	21,2	23,6	25,5	27,3	23,6
Petorca	29,4	29,0	27,1	22,0	19,0	15,9	15,0	16,4	19,6	23,8	26,6	28,2	22,8
San Felipe	32,5	32,3	29,1	24,9	21,0	16,3	17,3	19,6	22,0	24,5	27,9	30,7	24,8
Los Andes	31,9	31,4	29,4	25,5	20,3	16,4	17,2	18,9	21,0	24,8	28,1	30,7	24,6
Jahuel	30,6	30,4	28,4	25,1	19,1	15,6	15,9	17,2	18,8	22,9	26,2	29,2	23,3
Vilcuya	28,5	28,3	26,4	23,4	19,4	15,8	15,1	16,5	19,2	21,7	25,0	27,2	22,2
Juncal	22,1	21,6	20,2	18,0	13,8	11,5	11,0	11,9	13,2	15,6	17,9	20,1	16,4
El Cristo	7,3	7,6	5,7	3,7	0,5	-3,3	-4,3	-3,5	-1,8	-0,1	3,3	6,1	1,8

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978

CUADRO 10

TEMPERATURAS MINIMAS (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
P. Angeles	13,0	12,9	12,2	10,7	9,9	9,2	8,7	8,6	8,9	9,6	10,9	12,2	10,6
Montemar	13,8	13,3	12,7	11,9	11,0	9,7	8,9	8,8	9,6	10,1	11,7	13,4	11,2
Quintero	11,1	11,1	9,7	8,1	7,6	6,7	6,3	6,3	6,8	8,0	9,2	10,2	8,4
Zapallar	14,0	14,1	13,0	11,1	10,0	9,1	8,4	8,5	9,2	10,2	11,2	12,5	10,9
Belloto	10,1	10,1	8,7	6,6	5,6	4,9	4,5	4,6	5,0	6,7	8,2	9,3	7,0
Quillota	11,4	10,9	9,6	8,1	7,0	5,8	5,4	5,7	6,8	8,0	9,1	10,5	8,2
La Cruz	10,1	9,9	9,3	8,0	6,6	5,3	5,1	5,5	6,0	7,5	8,6	9,8	7,6
La Ligua	11,8	11,4	10,4	9,1	7,8	6,0	5,1	6,0	7,0	8,1	9,8	10,9	8,6
Llay-Llay	11,4	10,7	8,8	6,8	4,8	2,8	3,0	4,2	5,5	7,0	8,5	10,0	7,0
Petorca	12,5	11,7	9,3	7,7	6,4	5,4	5,2	5,8	7,2	8,5	10,0	11,6	8,4
San Felipe	12,1	11,4	9,0	7,2	3,8	2,5	2,5	3,5	4,8	7,2	9,5	10,9	7,0
Los Andes	12,4	11,4	9,9	7,1	5,0	2,9	2,8	3,6	5,2	7,1	9,2	11,2	7,3
Jahuel	14,6	14,1	12,4	10,3	8,0	5,7	5,4	5,7	6,4	8,6	10,6	13,1	9,6
Vilcuya	10,6	9,8	8,5	6,0	4,4	3,0	2,2	2,4	3,4	4,8	7,0	8,8	5,9
Juncal	9,1	8,5	7,4	5,3	2,2	-0,3	-0,6	-0,4	0,5	2,5	5,2	7,1	3,9
El Cristo	-0,1	0,0	-1,3	-3,4	-6,0	-8,2	-8,8	-8,3	-7,0	-5,3	-3,4	-1,2	-4,4

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978

CUADRO 11 TEMPERATURAS MEDIAS (°C)

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO	t 1/
P. Angeles	17,5	17,3	16,4	14,7	13,4	12,5	11,8	12,0	12,5	13,5	15,3	16,6	14,5	5,7
Montemar	17,3	16,8	15,8	14,8	13,8	12,7	11,9	12,0	12,5	13,4	14,9	16,7	14,4	5,4
Quintero	15,7	15,6	14,4	12,7	11,9	10,9	10,3	10,5	11,0	12,1	13,5	15,0	12,8	5,4
Zapallar	18,3	18,1	16,8	14,5	13,0	12,0	11,3	11,6	12,4	13,2	15,3	17,1	14,5	7,0
Belloto	18,4	18,1	16,6	14,6	12,7	11,0	10,5	11,2	12,2	13,9	16,0	17,4	14,4	7,9
Quillota	19,1	18,8	17,7	15,4	13,2	11,3	11,1	11,9	13,3	14,9	16,8	18,4	15,2	8,0
La Cruz	19,4	19,3	18,0	16,2	13,8	11,5	11,1	12,0	13,2	15,2	17,1	18,6	15,4	8,3
La Ligua	18,7	18,3	17,2	15,6	13,9	11,6	10,9	11,8	12,9	14,6	16,3	17,9	15,2	7,8
Llay-Llay	20,1	19,7	18,1	15,5	13,0	10,4	10,5	11,8	13,4	15,3	17,0	18,7	15,3	9,7
Petorca	21,0	20,4	18,2	15,3	12,7	10,7	10,1	11,1	13,4	16,2	18,3	19,9	15,6	10,9
San Felipe	22,3	21,9	19,1	16,1	12,4	9,4	9,9	11,6	13,4	15,9	18,7	20,8	16,0	12,9
Los Andes	22,2	21,6	19,7	16,3	12,7	9,7	10,0	11,3	13,1	16,0	18,7	21,0	16,0	12,5
Jahuel	22,6	22,3	20,4	17,7	13,6	10,7	10,7	11,5	12,6	15,8	18,4	21,2	16,4	11,9
Vilcuya	19,6	19,1	17,5	14,7	11,9	9,4	8,7	9,5	11,3	13,3	16,0	18,0	14,1	10,9
Juncal	15,6	15,1	13,8	11,7	8,0	5,6	5,2	5,8	5,9	9,1	11,6	13,6	10,1	10,4
El Cristo	3,6	3,8	2,2	0,2	-2,8	-5,8	-6,6	-5,9	-4,4	-2,7	-0,1	2,5	-1,3	10,4

1/ Amplitud anual

Fuente: Estudio Agroclimático: CICA, 1978