REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO ITATA
ESTUDIO HIDROLOGICO Y SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA

VOLUMEN 1

1992

PROITATA ASOCIACION DE PROFESIONALES

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO ITATA
ESTUDIO HIDROLOGICO Y SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA

VOLUMEN 1

1992

PROITATA ASOCIACION DE PROFESIONALES

EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

EQUIPO PROFESIONAL PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

En el desarrollo del presente estudio se contó con la participación de los siguientes profesionales:

Guillermo Cabrera F.	Ingeniero Civil	Director del Proyecto
Luis Ayala R.	Ingeniero Civil	
Gastón Galleguillos B.	Ingeniero Civil	
René Gómez D.	Ingeniero Civil	
Pablo Isensee M.	Ingeniero Civil	
Ludwig Stowhas B.	Ingeniero Civil	
Roberto Delpiano P-C.	Ingeniero Agrónomo	
Marcelo Gross F.	Ingeniero Agrónomo	
Arnoldo Mella L.	Ingeniero Agrónomo	
Fernando Santibáñez Q.	Ingeniero Agrónomo	
Ana María Sancha F.	Químico	
Jorge Candia D.	Ingeniero Civil	
Juan Antonio Durán G.	Ingeniero Civil	
Alberto Lagos C.	Ingeniero Civil	
José Miñano C.	Ingeniero Civil	
Félix Pérez S.	Ingeniero Civil	
Max Arancibia Q.	Ingeniero Agrónomo	
Eliana De Amesti D.	Ingeniero Agrónomo	
Mario Urra S.	Ingeniero Agrónomo	
Genaro Cárcamo G.	Constructor Civil	
Andrés Benítez V.	Geógrafo	
María Inés Vidal P.	Geógrafo	
José Campos V.	Ingeniero Civil	
Hernán Covarrubias C.	Ingeniero Civil	
Rodrigo Delgado Z.	Ingeniero Civil	
Carlos Espinoza C.	Ingeniero Civil	
Felipe Espinoza C.	Ingeniero Civil	
Rodrigo Gómez A.	Ingeniero Civil	
Marcelo Matthey C.	Ingeniero Civil	
Yarko Niño C.	Ingeniero Civil	
Jaime Vargas P.	Ingeniero Civil	
Oscar Vidal E.	Ingeniero Civil	
Natalia Bustos C.	Dibujo	
Lucía Cabrera F.	Dibujo	
Guillermo Concha H.	Dibujo	
Iván Gómez D.	Dibujo	

INDICE
VOLUMEN 1

INDICE VOLUMEN 1

I RESUMEN Y CONCLUSIONES

1 INTRODUCCION..... 1

2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO..... 5

2.1 Características Geográficas..... 5
2.2 Características Económicas..... 6

3 SECTORIZACION DEL AREA..... 11

3.1 Criterios de Sectorización..... 11
3.2 Unidades de Planificación..... 12
3.3 Sectores de Riego..... 12
3.4 Grupos de Manejo..... 13

4 RECURSOS BASICOS..... 14

4.1 Clima y Agroclima..... 14
4.2 Suelos..... 19
4.3 Grupos de Manejo..... 24
4.4 Recursos Hídricos..... 26
4.5 Aspectos Sociales e Institucionales..... 42

5 SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA..... 45

5.1 Introducción y Metodología..... 45
5.2 Infraestructura de Riego..... 46
5.3 Situación Actual..... 51
5.4 Usos No Agrícolas del Agua..... 57

6 BALANCE HIDRICO..... 59

6.1 Introducción..... 59
6.2 Representación del Sistema..... 59
6.3 Operación del Modelo..... 60
6.4 Aplicación del Modelo..... 60

7 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS UTILIZADOS..... 62

II PLANTEMIENTO GENERAL

1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO..... 1

1.1 Localización del Area de Estudio..... 1
1.2 Extensión y Características Geográficas, Económicas y Sociales..... 1

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO..... 18

III EL AREA DE ESTUDIO Y SUS RECURSOS

III.A INTRODUCCION

III.B SECTORIZACION DEL AREA

1 CRITERIOS DE LA SECTORIZACION..... 1

1.1 Introducción..... 1
1.2 Criterio de Definición de Unidades de Planificación..... 1
1.3 Criterio de Definición de Sectores de Riego..... 2
1.4 Criterio de Definición de Grupos de Manejo..... 2

2 UNIDADES DE PLANIFICACION..... 3

3 SECTORES DE RIEGO..... 3

4 GRUPOS DE MANEJO..... 6

III.C CLIMA Y AGROCLIMA

1 ANTECEDENTES GENERALES..... 1

1.1 Introducción..... 1
1.2 Descripción Metodológica..... 1

2 PARAMETROS CLIMATOLOGICOS..... 2

2.1 Procesamiento de la Información Básica..... 2
2.2 Variables Climáticas Descritas en el Estudio..... 10

3 DISTRITOS AGROCLIMATICOS..... 14

3.1 Zonificación de Distritos Agroclimáticos..... 14
3.2 Características Agroclimáticas Generales de la Cuenca..... 30

III.D ESTUDIOS DE SUELOS

1 ANTECEDENTES BASICOS..... 1

1.1 Introducción..... 1
1.2 Medio Ambiente Geográfico y Agrícola..... 1
1.3 Cartografía Básica, Métodos de Trabajo y Clasificación..... 3

2 CLASIFICACIONES INTERPRETATIVAS DE LOS SUELOS..... 5

2.1 Introducción..... 5
2.2 Capacidad de Uso de los Suelos..... 5
2.3 Clases de Drenaje de los Suelos..... 5
2.4 Categorías de Suelos para Regadío..... 6
2.5 Aptitud Frutal de los Suelos..... 8
2.6 Situación de Erosión de los Suelos..... 8
2.7 Unidades de Manejo..... 9

3 DESCRIPCION DE LAS SERIES DE SUELOS..... 10

3.1 Serie Arenales. Símbolo Cartográfico AR..... 10
3.2 Serie Cauquenes. Símbolo Cartográfico CQ..... 15
3.3 Serie Llahuecuy. Símbolo Cartográfico LY..... 19
3.4 Serie Llahuen. Símbolo Cartográfico LH..... 24
3.5 Serie Ninhue. Símbolo Cartográfico NU..... 30
3.6 Serie Confluencia. Símbolo Cartográfico CF..... 37
3.7 Serie Quillón. Símbolo Cartográfico QU..... 39
3.8 Serie Quinchamalí. Símbolo Cartográfico QH..... 43
3.9 Serie Tomeco. Símbolo Cartográfico TO..... 47
3.10 Unidades No Diferenciadas..... 50
3.11 Tipos Misceláneos de Terreno..... 52
3.12 No Clasificados..... 54

4 SIMBOLOS Y LEYENDAS..... 55

4.1 Leyenda Descriptiva y Simbología..... 55
4.2 Capacidad de Uso de los Suelos..... 58
4.3 Categorías de Suelos para Regadío..... 61
4.4 Clases de Drenaje..... 63
4.5 Clases de Aptitud Frutal..... 64
4.6 Situación Actual de Erosión..... 65
4.7 Unidades de Manejo de Suelo..... 66

III.E GRUPOS DE MANEJO

1 ANTECEDENTES BASICOS..... 1

2 DEFINICION Y CARACTERIZACION DE LOS GRUPOS DE MANEJO..... 2

3 POTENCIALIDAD DE LOS GRUPOS DE MANEJO..... 5

3.1 Sector 01..... 5
3.2 Sector 02..... 5
3.3 Sector 03..... 6
3.4 Sector 04..... 7
3.5 Sector 05..... 8
3.6 Sector 06..... 9
3.7 Sector 07..... 9
3.8 Sector 08..... 10
3.9 Sector 09..... 11
3.10 Sector 10..... 12
3.11 Sector 11..... 12
3.12 Sector 12..... 13
3.13 Sector 13..... 14
3.14 Sector 14..... 15

3.15 Sector 15..... 16
3.16 Sector 16..... 17
3.17 Sector 17..... 18
3.18 Sector 18..... 19
3.19 Sector 19..... 20
3.20 Sector C1..... 21
3.21 Sector C2..... 22
3.22 Sector C3..... 23
3.23 Sector C4..... 23
3.24 Sector C5..... 24
3.25 Sectores 20 al 29..... 25

III.F HIDROLOGIA

III.F.1 PRECIPITACIONES

1 INTRODUCCION..... 1

2 CATASTRO DE INFORMACION DISPONIBLE..... 1

3 RECOPILACION DE ESTADISTICAS..... 2

4 SELECCION DEL PERIODO DE ANALISIS..... 11

5 RELLENO Y EXTENSION DE ESTADISTIVAS MENSUALES..... 11

5.1 Rellenos de Vacíos Aislados..... 12
5.2 Homogeneización de Estadísticas..... 12
5.3 Extensión de Estadísticas..... 31
5.4 Estadísticas Mensuales Definitivas..... 32

6 RELLENO Y EXTENSION DE ESTADISTICAS MAXIMAS ANUALES EN DURACIONES DE 1 A 5 DIAS..... 33

6.1 Rellenos de Vacíos Aislados..... 33
6.2 Extensión de Períodos Contínuos..... 33
6.3 Estadísticas Definitivas..... 36

7 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MENSUALES, ESTACIONALES Y ANUALES..... 37

7.1 Procedimiento General..... 37
7.2 Tratamiento de Eventos Nulos..... 40
7.3 Selección de la Distribución de Mejor Ajuste..... 41

8 ANALISIS DE FRECUANCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN DURACIONES DE 1 A 5 DIAS..... 54

8.1 Procedimiento General..... 54
8.2 Selección de la Distribución de Mejor Ajuste..... 55
8.3 Resultados Obtenidos..... 59

III.F.2 ESCORRENTIA SUPERFICIAL

1 FLUVIOMETRIA Y ESCORRENTIA..... 1

1.1 Introducción..... 1
1.2 Catastro de Información Disponible..... 1
1.3 Selección del Período de Análisis..... 1
1.4 Relleno, Corrección y Extensión de Estadísticas..... 2
1.5 Verificación de la Homogeneidad de la Estadística..... 17
1.6 Análisis de Frecuencia de Estadísticas de Caudales..... 44

2 SINTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS..... 66

2.1 Introducción..... 66
2.2 Sectorización de la Cuenca..... 66
2.3 Modelo Utilizado..... 67
2.4 Calibración del Modelo..... 67
2.5 Datos de Entrada..... 76
2.6 Resultados Obtenidos..... 77

3 RENDIMIENTO ESPECIFICO DE CUENCAS..... 79

3.1 Introducción..... 79
3.2 Rendimiento de Cuencas en Base a Información Fluviométrica... 79
3.3 Rendimiento de Cuencas en Base a la Información Sintética de Caudales..... 81

4 ANALISIS DE FRECUENCIA DE VALORES EXTREMOS..... 84

4.1 Caudales Medios Diarios Máximos de Origen Pluvial y de Deshielo..... 84
4.2 Caudales Medios Mensuales y Anuales.....101

III.F.3 AGUAS SUBTERRANEAS

1 USO ACTUAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS..... 1

1.1 Introducción..... 1
1.2 Catastro Actualizado de Sondajes..... 1
1.3 Uso de las Aguas Subterráneas..... 13
1.4 Explotación a Través del Tiempo..... 18

2 HIDROGEOLOGIA CUALITATIVA..... 20

2.1 Introducción..... 20
2.2 Geomorfología..... 21
2.3 Geología Regional..... 22
2.4 Geología del Cuaternario..... 25
2.5 Formaciones Acuíferas..... 28

3 HIDROGEOLOGIA CUANTITATIVA..... 39

3.1 Niveles Estáticos y Movimiento del Agua Subterránea..... 39
3.2 Parámetros Elásticos..... 41
3.3 Balance General..... 45
3.4 Sectorización Hidrogeológica..... 46

4 POSIBILIDADES DE NUEVAS CAPTACIONES..... 48

4.1 Características Físicas y de Funcionamiento..... 48
4.2 Costos de las Captaciones..... 49

III.F.4 PERDIDAS Y RECUPERACIONES

1 INTRODUCCION..... 1

2 PLANTEAMIENTO TEORICO..... 2

2.1 Tramo de Río..... 2
2.2 Areas de Riego..... 3
2.3 Piso del Valle..... 5
2.4 Acuífero..... 6

3 ANALISIS DE PERDIDAS Y RECUPERACIONES..... 7

3.1 Antecedentes Existentes y Experiencias Efectuadas..... 7
3.2 Experiencias en el Río Ñuble..... 7
3.3 Experiencias en el Río Chillán..... 14
3.4 Experiencias en el Río Diguillín..... 20
3.5 Aforos Durante Marzo 1990..... 28

III.F.5 CALIDAD DE AGUAS

1 INTRODUCCION..... 1

2 ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO..... 1

2.1 Metodología..... 1
2.2 Uso de las Aguas Superficiales..... 12
2.3 Uso de las Aguas Subterráneas..... 16

3 ANALISIS DE LA CALIDAD DE AGUAS PARA USO POTABLE..... 20

3.1 Metodología..... 20
3.2 Uso de las Aguas Superficiales..... 20
3.3 Uso de las Aguas Subterráneas..... 24

4 ANALISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DE AGUAS..... 29

4.1 Aguas Superficiales..... 29
4.2 Aguas Subterráneas..... 29

5 CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LA CALIDAD DE AGUAS..... 29

III.F.6 ARRASTRE DE SEDIMENTOS

1 OBJETIVOS..... 1

2 ANTECEDENTES DISPONIBLES..... 1

3 METODOLOGIA EMPLEADA..... 2

4 DETERMINACION DE LAS TASAS REGIONALES DE PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN SUSPENCION..... 5

4.1 Concentraciones Medias en cada Sección 5
4.2 Curvas de Duración del Gasto Sólido y Valor Esperado..... 7
4.3 Definición de la Tasa Regional de Sedimentos..... 10

5 PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN OBRAS DE REGULACION..... 13

6 CONCLUSIONES..... 17

III.G ASPECTOS SOCIALES E INSTITUCIONALES

1 POLITICAS NACIONALES Y SECTORIALES..... 1

1.1 Políticas Nacionales..... 1
1.2 Políticas Sectoriales..... 2

2 DESARROLLO REGIONAL..... 3

2.1 Introducción..... 3
2.2 Sector Salud..... 4
2.3 Sector Educación..... 4
2.4 Sector Transporte..... 4
2.5 Sector Energía..... 5
2.6 Sector Pesca..... 5
2.7 Sector Industrial..... 5
2.8 Sector Silvoagropecuario..... 6

3 ORGANISMOS E INSTITUCIONES SECTORIALES..... 6

3.1 Introducción..... 6
3.2 Organismos e Instituciones Relacionadas con el Sector..... 6

4 POBLACION Y EMPLEO..... 8

4.1 Población Total..... 8
4.2 Población Económicamente Activa..... 9
4.3 Antecedentes de Empleo por Comuna..... 9

5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA..... 9

5.1 Servicios..... 9
5.2 Infraestructura..... 13

INDICE DE PLANOS

Nº	PLANO
1	PLANO GENERAL AREA DE ESTUDIO
2	SECTORES DE RIEGO
3	DISTRITOS AGROCLIMATICOS
4	UBICACION DE ESTACIONES FLUVIOMETRICAS
5	CUENCA DEL RIO ITATA
6	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION TOTAL ANUAL. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%
7	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION TOTAL ANUAL. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 80%
8	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION TOTAL ANUAL. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 50%
9	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION TOTAL ANUAL. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20%
10	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION TOTAL ANUAL. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 5%
11	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE VERANO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%
12	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE VERANO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 80%
13	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE VERANO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 50%
14	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE VERANO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20%
15	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE VERANO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 5%
16	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE INVIERNO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%
17	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE INVIERNO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 80%
18	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE INVIERNO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 50%
19	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE INVIERNO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20%
20	MAPA DE ISOYETAS PRECIPITACION DE INVIERNO. PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 5%
21	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 1 DIA. T=10 AÑOS
22	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 2 DIAS. T=10 AÑOS
23	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 3 DIAS. T=10 AÑOS
24	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 4 DIAS. T=10 AÑOS
25	PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 5 DIAS. T=10 AÑOS
26	SUBCUENCAS DEL AREA DE ESTUDIO
27	DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA RED FLUVIOMETRICA Y RENDIMIENTOS DE CUENCAS. REGIMEN MEDIDO
28	DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA RED FLUVIOMETRICA Y RENDIMIENTOS DE CUENCAS. REGIMEN NATURAL SINTETIZADO
29	LINEAS DE ISORRENDIMIENTO DE CUENCAS
30	UBICACION DE SONDAJES, PERFILES ESTRATIGRAFICOS Y SECTORES HIDROGEOLOGICOS
31	GEOLOGIA REGIONAL
32	CURVAS EQUIPOTENCIALES
33	PROFUNDIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA
34	TRANSMISIBILIDADES
35	CANALES DE REGADIO. 1/4
36	CANALES DE REGADIO. 2/4
37	CANALES DE REGADIO. 3/4
38	CANALES DE REGADIO. 4/4

INDICE FIGURAS
VOLUMEN 1

FIGURA		PAG
I.1-1	PLANO GENERAL DEL PROYECTO ITATA	3
III.B.4-1	DISTRITOS AGROCLIMATICOS	9
III.C.2-1	ESTACIONES CLIMATOLOGICAS DE LA OCTAVA REGION	3
III.C.3-1	CARTA DE DISTRITOS AGROCLIMATICOS	17
III.C.3-2	TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUALES PROMEDIO ENERO	33
III.C.3-3	ACUMULACION DE TEMPERATURA EFECTIVAS	35
III.C.3-4	TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES. PROMEDIO JULIO	37
III.C.3-5	HORAS ANUALES DE FRIO	39
III.C.3-6	PERIODOS LIBRES DE HELADAS	41
III.C.3-7	ISOYETAS ANUALES	43
III.C.3-8	PERIODOS SECOS	45
III.C.3-9	DEFICIT HIDRICO	47
III.C.3-10	INDICE HIDRICO ESTIVAL	57
III.C.3-11	EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL	59
III.C.3-12	EXCEDENTE HIDRICO ANUAL	61
III.C.3-13	INDICE HIDRICO INTEGRADO	63
III.C.3-14	DIAGRAMAS OMBROTERMICOS. DISTRITOS 1 AL 6	77
III.C.3-15	DIAGRAMAS OMBROTERMICOS. DISTRITOS 6 AL 12	79
III.C.3-16	INTEGRALES DE GRADOS DIA A PARTIR DEL 1 DE SEPTIEMBRE	81
III.C.3-17	REGIMENES DE HORAS DE FRIO. INTEGRAL DE FRIO A PARTIR DEL 1º DE MAYO	83
III.C.3-18	REGIMENES DE HELADAS. VARIACION MENSUAL DEL NUMERO PROMEDIO	85
III.C.3-19	REGIMENES HIDRICOS SEGUN LA VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE HUMEDAD	87
III.F.1-1	ESTACIONES PLUVIOMETRICAS	9
III.F.1-2	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS BULLILEO Y PATRON VS CHILLAN	15
III.F.1-3	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS ATACALCO Y PATRON VS SAN IGNACIO PALOMARES	15
III.F.1-4	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS HUALQUI Y PATRON VS FUNDO SAN CRISTOBAL	17
III.F.1-5	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS CHOLGUAN Y PATRON VS COELEMU	16
III.F.1-6	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS NUEVA ALDEA Y PATRON VS RETEN TUCAPEL	17
III.F.1-7	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS PARRAL Y PATRON VS CAUQUENES	17
III.F.1-8	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS SAN CARLOS Y PATRON VS BULNES	18
III.F.1-9	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS SAN LORENZO Y PATRON VS PEMUCO	18
III.F.1-10	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS CHILLANCITO Y PATRON VS TRUPAN	19
III.F.1-11	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS SAN FABIAN Y PATRON VS COIHUECO EMBALSE	19
III.F.1-12	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS LAS TRANCAS Y PATRON VS DIGUILLIN EMBALSE	20
III.F.1-13	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS DIGUA EMBALSE Y PATRON VS QUELLA	20
III.F.1-14	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS SAN MANUEL PERQUILAUQUEN Y PATRON VS LA PUNILLA	21
III.F.1-15	CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS TOME	21

FIGURA		PAG

III.F.1-16 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS NINQUIHUE 22
III.F.1-17 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS CHIGUAYANTE 22
III.F.1-18 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS QUIRIHUE 23
III.F.1-19 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS LLEPINHUE 23
III.F.1-20 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS FUNDO VALENCIA Y PATRON VS RETEN ANTUCO 24
III.F.1-21 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS YUNGAY Y PATRON VS QUILPOLEMU 24
III.F.1-22 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS FARO PUNTA TUMBES 25
III.F.1-23 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS TALCAHUANO 25
III.F.1-24 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS CABRERO 26
III.F.1-25 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS POLCURA EN BALSEADERO . . . 26
III.F.1-26 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS FARO PUNTA HUALPEN 27
III.F.1-27 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS CERRO CARACOL 27
III.F.1-28 CURVAS DOBLE ACUMULADAS PATRON VS NONQUEN 28

III.F.2-1 ESTACIONES FLUVIOMETRICAS 13
III.F.2-2 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ÑUBLE EN LA PUNILLA 35
III.F.2-3 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ÑUBLE EN SAN FABIAN 35
III.F.2-4 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ÑUBLE EN LONGITUDINAL 36
III.F.2-5 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. CATO EN PUENTE CATO 36
III.F.2-6 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO . . . 37
III.F.2-7 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. CHILLAN EN ESPERANZA 37
III.F.2-8 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. CHILLAN EN LONGITUDINAL 38
III.F.2-9 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA 38
III.F.2-10 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY . . . 39
III.F.2-11 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. RENEGADO EN INVERNADA 39
III.F.2-12 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. DIGUILLIN EN SAN LORENZO 40
III.F.2-13 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. DIGUILLIN EN LONGITUDINAL 40
III.F.2-14 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ITATA EN CHOLGUAN 41
III.F.2-15 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ITATA EN TRILALEO 41
III.F.2-16 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ITATA EN GENERAL CRUZ 42
III.F.2-17 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ITATA EN CERRO NEGRO 42
III.F.2-18 CURVAS DOBLE ACUMULADAS. ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA 43
III.F.2-19 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ÑUBLE EN LA PUNILLA 55
III.F.2-20 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ÑUBLE EN SAN FABIAN 55
III.F.2-21 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. CATO EN PUENTE CATO 56
III.F.2-22 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO 56
III.F.2-23 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. CHILLAN EN ESPERANZA 57
III.F.2-24 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. CHILLAN EN LONGITUDINAL . . . 57
III.F.2-25 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA 58
III.F.2-26 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY 58
III.F.2-27 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. RENEGADO EN INVERNADA 59
III.F.2-28 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. DIGUILLIN EN SAN LORENZO . . 59
III.F.2-29 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. DIGUILLIN EN LONGITUDINAL . . 60
III.F.2-30 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ITATA EN CHOLGUAN 60
III.F.2-31 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ITATA EN GENERAL CRUZ 61
III.F.2-32 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ITATA EN CERRO NEGRO 61
III.F.2-33 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL. ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA . 62
III.F.2-34 CURVAS DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES. RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA 63
III.F.2-35 CURVAS DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES. RIO CHILLAN EN ESPERANZA 63
III.F.2-36 CURVAS DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES. RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO 64
III.F.2-37 CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS. RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA 64
III.F.2-38 CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS. RIO CHILLAN EN ESPERANZA . . . 65
III.F.2-39 CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS. RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO . 65
III.F.2-40 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE GENERACION DE CAUDALES EN CUENCAS PLUVIALES 69

FIGURA		PAG

III.F.2-41	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. ANDALIEN CAMINO A PENCO .	71
III.F.2-42	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. CHILLAN EN ESPERANZA . . .	71
III.F.2-43	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. DIGUILLIN EN SAN LORENZO .	72
III.F.2-44	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. ANDALIEN CAMINO A PENCO	72
III.F.2-45	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. CHILLAN EN ESPERANZA	73
III.F.2-46	RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. DIGUILLIN EN SAN LORENZO	73
III.F.2-47	RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. ANDALIEN CAMINO A PENCO	74
III.F.2-48	RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. CHILLAN EN ESPERANZA	74
III.F.2-49	RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES. DIGUILLIN EN SAN LORENZO	75
III.F.2-50	ÑUBLE EN LA PUNILLA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO PLUVIAL	89
III.F.2-51	ÑUBLE EN LA PUNILLA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO DE DESHIELO	91
III.F.2-52	ÑUBLE EN LA PUNILLA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO PLUVIAL	93
III.F.2-53	CHILLAN EN ESPERANZA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO DE DESHIELO	95
III.F.2-54	DIGUILLIN EN SAN LORENZO, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO PLUVIAL	97
III.F.2-55	DIGUILLIN EN SAN LORENZO, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS. PERIODO DE DESHIELO	99
III.F.3-1	NUMERO TOTAL DE POZOS CONSTRUIDOS	19
III.F.3-2	PERFIL ESTRATIGRAFICO A-A	29
III.F.3-3	PERFIL ESTRATIGRAFICO B-B	31
III.F.3-4	PERFIL ESTRATIGRAFICO C-C	33
III.F.3-5	PERFIL ESTRATIGRAFICO D-D	35
III.F.4-1	ESQUEMA DE UBICACION GENERAL	9
III.F.4-2	CANALES DERIVADOS DEL RIO ÑUBLE	11
III.F.4-3	RELACION CAUDAL CANALES VS CAUDAL RIO ÑUBLE DE SAN FABIAN A LONGITUDINAL	14
III.F.4-4	CANALES DERIVADOS DEL RIO CHILLAN	15
III.F.4-5	RELACION CAUDAL CANALES VS CAUDAL RIO CHILLAN EN ESPERANZA A LONGITUDINAL	19
III.F.4-6	CANALES DERIVADOS DEL RIO DIGUILLIN	21
III.F.4-7	RELACION CAUDAL CANALES VS CAUDAL RIO DIGUILLIN DE CABECERA A LONGITUDINAL	25
III.F.4-8	RELACION CAUDAL CANALES VS CAUDAL RIO DIGUILLIN. DATOS JUNTA DE VIGILANCIA	28
III.F.6-1	ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS Y OBRAS DE REGULACION	3
III.F.6-2	CORRELACION MUESTREOS ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN	6
III.F.6-3	CORRELACION MUESTREOS ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO . . .	6
III.F.6-4	CORRELACION MUESTREOS ESTACION ITATA EN CHOLGUAN	7
III.F.6-5	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN . . .	9
III.F.6-6	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO	9
III.F.6-7	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL ESTACION ITATA EN CHOLGUAN . . .	10
III.F.6-8	CURVA DE DURACION ESTACION ITATA EN CHOLGUAN	11
III.F.6-9	CURVA DE DURACION ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN	11
III.F.6-10	CURVA DE DURACION ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO	12

INDICE CUADROS
VOLUMEN 1

CUADRO		PAG
I.2-1	EVOLUCION SECTORIAL DEL P.G.B. REGIONAL	7
I.2-2	PARTICIPACION DEL P.G.B. SECTORIAL REGIONAL RESPECTO AL P.G.B. SECTORIAL NACIONAL	7
I.2-3	VOLUMENES DE EXPORTACIONES POR PUERTOS REGIONALES	8
I.2-4	EVOLUCION PLANTACIONES FORESTALES Y EXPLOTADAS EN LA VIII REGION	9
I.2-5	SUPERFICIE POR USO DE LA TIERRA VIII REGION	9
I.2-6	USO DEL SUELO REGIONAL Y PROVINCIAL	10
I.2-7	COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS TRADICIONALES 1984 -1987 PROVINCIA DE ÑUBLE Y TOTAL NACIONAL	10
I.3-1	SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION	12
I.3-2	APTITUD PRODUCTIVA DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS	13
I.4-2	VALORES DE LA FORMULA AGROCLIMATICA PARA CADA DISTRITO	17
I.4-3	UNIDADES GEOMORFOLOGICAS Y SERIES DE SUELOS ASOCIADAS	19
I.4-4	CLASIFICACION DE LAS SERIES DE ACUERDO AL SISTEMA DE CLASIFICACION "TAXOMANIA DE SUELOS"	20
I.4-5	SUPERFICIES DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS	21
I.4-6	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE CLASES DE DRENAJE	21
I.4-7	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO	22
I.4-8	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE APTITUD FRUTAL DE LOS SUELOS	22
I.4-9	RESUMEN DE LA SITUACION DE LA EROSION	23
I.4-10	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS UNIDADES DE MANEJO	23
I.4-11	ENVOLVENTE RESUMEN GRUPOS DE MANEJO ESTUDIO SUELOS	26
I.4-12	COMPARACION RENDIMIENTOS MEDIOS Y SINTETIZADOS	31
I.4-13	DESCRIPCION UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	34
I.4-14	CAPTACIONES TIPO PARA CADA SECTOR CARACTERISTICO	35
I.4-15	CARACTERISTICAS DE LAS CAPTACIONES	36
I.4-16	COSTOS DE CONSTRUCCION	36
I.4-17	COSTOS ANUALES DE EXPLOTACION	36
I.4-18	PERDIDAS Y RECUPERACIONES RIO CHILLAN	38
I.4-19	PERDIDAS Y RECUPERACIONES RIO DIGUILLIN	38
I.4-20	ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS EN LA CUENCA DEL RIO ITATA-EXTENSION DE REGISTROS DE MUESTREO RUTINARIO	40
I.4-21	CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE REGULACION	41
I.5-1	CATEGORIAS DE TAMAÑO PREDIAL	45
I.5-2	RIO ÑIQUEN Y SUS AFLUENTES	47
I.5-3	CANALES PRINCIPALES RIO ÑUBLE	48
I.5-4	CANALES RIO CHANGARAL Y SUS AFLUENTES	48
I.5-5	CANALES RIO CATO, NIBLINTO Y COIHUECO	48
I.5-6	RIO CHILLAN Y SUS AFLUENTES	49
I.5-7	CANALES RIO DIGUILLIN Y SUS AFLUENTES	49
I.5-8	RESUMEN TRANQUES NOCTURNOS	50
I.5-9	PERDIDAS PARA CAUDAL MAXIMO	50
I.5-10	SUPERFICIE Y NUMERO DE PREDIOS POR ESTRATO DE TAMAÑO	52
I.5-11	USO DE LOS SUELOS	55
I.5-12	EXISTENCIA DE GANADO EN UNIDADES ANIMALES	56
I.5-13	DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS	57
II.1-1	SUPERFICIE COMUNAS DE LA CUENCA DEL RIO ITATA	2
II.1-2	EVOLUCION SECTORIAL DEL P.G.B. REGIONAL	5
II.1-3	PARTICIPACION DEL P.G.B. SECTORIAL REGIONAL RESPECTO AL P.G.B. SECTORIAL NACIONAL. 1984	6
II.1-4	VOLUMENES DE EXPORTACIONES POR PUERTOS REGIONALES	7
II.1-5	EXPORTACIONES REGIONALES EN MILLONES DE US$	7
II.1-6	EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES EN LA VIII REGION	8

CUADRO		PAG
II.1-7	EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE PLANTACIONES EXPLOTADAS EN LA VIII REGION	8
II.1-8	SUPERFICIE POR USO DE LA TIERRA VIII REGION	9
II.1-9	USO DEL SUELO REGIONAL Y PROVINCIAL	9
II.1-10	COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS TRADICIONALES 1984 - 1987 PROVINCIA DE ÑUBLE Y TOTAL NACIONAL	10
II.1-11	PRODUCCION CULTIVOS ANUALES VIII REGION	10
II.1-12	SUPERFICIE PLANTADA CON FRUTALES. REGION DEL BIOBIO	11
II.1-13	VOLUMEN DE CAPTURA REGIONAL Y NACIONAL	11
II.1-14	PRODUCCION REGIONAL PESQUERA	12
II.1-15	INDUSTRIAS VIII REGION	12
II.1-16	PRODUCCION 1988 INDUSTRIAS FORESTALES VIII REGION, POR SUBSECTOR	13
II.1-17	NUMERO DE EMPRESAS SECTOR AGRICOLA VIII REGION EN 1988	13
II.1-18	POBLACION COMUNAL AREA DE ESTUDIO.CENSOS 1970, 1982 Y PROYECCIONES PARA 1990	15
II.1-19	EVOLUCION DE LA POBLACION URBANO-RURAL EN EL AREA DE ESTUDIO. CENSOS 1970-1982	15
II.1-20	EVOLUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR COMUNA Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA	16
III.B.3-1	SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION	4
III.C.2-1	ESTACIONES CLIMATICAS DE LA OCTAVA REGION	5
III.C.2-2	PRECIPITACIONES MENSUALES	6
III.C.2-3	TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS MENSUALES	6
III.C.2-4	TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS MENSUALES	7
III.C.2-5	HUMEDAD RELATIVA MENSUAL	7
III.C.2-6	NUBOSIDAD MEDIA	7
III.C.2-7	EVAPORACION	8
III.C.2-8	INSOLACION	8
III.C.2-9	RADIACION SOLAR	8
III.C.2-10	VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DE CADA DISTRITO	13
III.C.3-1	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 1	16
III.C.3-2	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 2	19
III.C.3-3	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 3	20
III.C.3-4	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 4	21
III.C.3-5	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 5	22
III.C.3-6	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 6	23
III.C.3-7	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 7	24
III.C.3-8	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 8	25
III.C.3-9	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 9	26
III.C.3-10	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 10	27
III.C.3-11	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 11	28
III.C.3-12	VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS. DISTRITO AGROCLIMATICO 12	29
III.C.3-13	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 1. NIVEL COBERTIZO 1,5	32

CUADRO		PAG
III.C.3-14	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 1. NIVEL SUELO 0,5.	49
III.C.3-15	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 2. NIVEL COBERTIZO 1,5	49
III.C.3-16	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 2. NIVEL SUELO 0,5.	49
III.C.3-17	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 3. NIVEL COBERTIZO 1,5	50
III.C.3-18	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 3. NIVEL SUELO 0,5.	50
III.C.3-19	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 4. NIVEL COBERTIZO 1,5	50
III.C.3-20	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 4. NIVEL SUELO 0,5.	51
III.C.3-21	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 5. NIVEL COBERTIZO 1,5	51
III.C.3-22	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 5. NIVEL SUELO 0,5.	51
III.C.3-23	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 6. NIVEL COBERTIZO 1,5	52
III.C.3-24	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 6. NIVEL SUELO 0,5.	52
III.C.3-25	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 7. NIVEL COBERTIZO 1,5	52
III.C.3-26	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 7. NIVEL SUELO 0,5.	53
III.C.3-27	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 8. NIVEL COBERTIZO 1,5	53
III.C.3-28	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 8. NIVEL SUELO 0,5.	53
III.C.3-29	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 9. NIVEL COBERTIZO 1,5	54
III.C.3-30	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 9. NIVEL SUELO 0,5.	54
III.C.3-31	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 10. NIVEL COBERTIZO 1,5	54
III.C.3-32	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 10. NIVEL SUELO 0,5.	55
III.C.3-33	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 11. NIVEL COBERTIZO 1,5	55
III.C.3-34	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 11. NIVEL SUELO 0,5.	55
III.C.3-35	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 12. NIVEL COBERTIZO 1,5	56
III.C.3-36	NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES. DISTRITO AGROCLIMATICO 12. NIVEL SUELO 0,5.	56
III.C.3-37	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 1	65
III.C.3-38	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 2	66
III.C.3-39	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 3	67
III.C.3-40	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 4	68
III.C.3-41	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 5	69
III.C.3-42	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 6	70
III.C.3-43	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 7	71
III.C.3-44	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 8	72
III.C.3-45	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 9	73
III.C.3-46	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 10	74
III.C.3-47	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 11	75
III.C.3-48	BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 12	76
III.C.3-49	APTITUD PRODUCTIVA DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS	89

CUADRO		PAG
III.D.2-1	SUPERFICIES DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS	6
III.D.2-2	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE CLASES DE DRENAJE	7
III.D.2-3	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO	8
III.D.2-4	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE APTITUD FRUTAL DE LOS SUELOS	8
III.D.2-5	RESUMEN DE LA SITUACION DE LA EROSION	9
III.D.2-6	RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS UNIDADES DE MANEJO	10
III.D.3-1	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE ARENALES	15
III.D.3-2	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE CAUQUENES	19
III.D.3-3	PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO- QUIMICAS DEL SUELO. SERIE CAUQUENES	20
III.D.3-4	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE LLAHUECUY	24
III.D.3-5	PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE LLAHUECUY	25
III.D.3-6	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE LLAHUEN	30
III.D.3-7	ROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE LLAHUEN	31
III.D.3-8	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE NINHUE	35
III.D.3-9	PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE NINHUE	36
III.D.3-10	RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE QUILLON	42
III.D.3-11	PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE QUILLON	42
III.D.3-12	PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE QUINCHAMALI	46
III.D.3-13	RESUMEN DE LAS UNIDADES NO DIFERENCIADAS	51
III.D.3-14	RESUMEN DE OTRAS UNIDADES CARTOGRAFICAS	52
III.D.3-15	RESUMEN DE LOS TERRENOS MISCELANEOS	53
III.D.3-16	RESUMEN DE LOS TERRENOS NO UTILIZABLES	54

III.E.3-1	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 01	5
III.E.3-2	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 01	5
III.E.3-3	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 02	6
III.E.3-4	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 02	6
III.E.3-5	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 03	6
III.E.3-6	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 03	7
III.E.3-7	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 04	7
III.E.3-8	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 04	8
III.E.3-9	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 05	8
III.E.3-10	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 05	8
III.E.3-11	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 06	9
III.E.3-12	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 06	9
III.E.3-13	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 07	10
III.E.3-14	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 07	10
III.E.3-15	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 08	10
III.E.3-16	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 08	11
III.E.3-17	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 09	11
III.E.3-18	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 09	11
III.E.3-19	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 10	12
III.E.3-20	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 10	12
III.E.3-21	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 11	13
III.E.3-22	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 11	13
III.E.3-23	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 12	14
III.E.3-24	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 12	14
III.E.3-25	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 13	15
III.E.3-26	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 13	15
III.E.3-27	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 14	16
III.E.3-28	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 14	16
III.E.3-29	CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 15	17
III.E.3-30	AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 15	17

CUADRO		PAG

III.E.3-31 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 16 18
III.E.3-32 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 16 18
III.E.3-33 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 17 19
III.E.3-34 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 17 19
III.E.3-35 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 18 20
III.E.3-36 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 18 20
III.E.3-37 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 19 21
III.E.3-38 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 19 21
III.E.3-39 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C1 21
III.E.3-40 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C1 22
III.E.3-41 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C2 22
III.E.3-42 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C2 22
III.E.3-43 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C3 23
III.E.3-44 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C3 23
III.E.3-45 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C4 24
III.E.3-46 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C4 24
III.E.3-47 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C5 25
III.E.3-48 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C5 25
III.E.3-49 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 20 26
III.E.3-50 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 21 26
III.E.3-51 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 22 26
III.E.3-52 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 23 27
III.E.3-53 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 24 27
III.E.3-54 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 25 27
III.E.3-55 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 26 28
III.E.3-56 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 27 28
III.E.3-57 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 28 28
III.E.3-58 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 29 29
III.E.3-59 ENVOLVENTE RESUMEN GRUPOS DE MANEJO ESTUDIO SUELOS 29

III.F.1-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS VII REGION 4
III.F.1-2 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS VIII REGION 5
III.F.1-3 PROCESAMIENTO ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS MENSUALES 13
III.F.1-4 PENDIENTES CURVAS DOBLE ACUMULADAS 29
III.F.1-5 HOMOGENEIZACION DE ESTADISTICA MENSUAL 30
III.F.1-6 EXTENSION DE ESTADISTICA PLUVIOMETRICA 31
III.F.1-7 ESTACIONES UTILIZADAS PARA ANALISIS DE FRECUENCIA 32
III.F.1-8 TRATAMIENTO APLICADO A CADA ESTACION UTILIZADA 35
III.F.1-9 ECUACIONES DE REGRESION USADAS PARA LA EXTENSION 36
III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO 42
III.F.1-11 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE MEJOR AJUSTE 49
III.F.1-12 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 5% 50
III.F.1-13 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20% 51
III.F.1-14 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 50% 52
III.F.1-15 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 80% 53
III.F.1-16 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95% 54
III.F.1-17 ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES . . . 56
III.F.1-18 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE MEJOR AJUSTE 59
III.F.1-19 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 2 AÑOS 60
III.F.1-20 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 5 AÑOS 61
III.F.1-21 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 10 AÑOS 61
III.F.1-22 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 20 AÑOS 62
III.F.1-23 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 50 AÑOS 62
III.F.1-24 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 100 AÑOS 63

CUADRO		PAG

III.F.2-1	INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA .	3
III.F.2-2	RESUMEN DE CORRELACIONES UTILIZADAS PARA RELLENO Y EXTENSION	16
III.F.2-3	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA	18
III.F.2-4	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ÑUBLE EN SAN FABIAN	19
III.F.2-5	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ÑUBLE EN LONGITUDINAL	20
III.F.2-6	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO CATO EN PUENTE CATO	21
III.F.2-7	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO CHANGARAL EN CAMINO A PORTEZUELO	22
III.F.2-8	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO CHILLAN EN ESPERANZA	23
III.F.2-9	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL	24
III.F.2-10	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO CHILLAN EN CAMINO A CONFLUENCIA	25
III.F.2-11	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY	26
III.F.2-12	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO RENEGADO EN INVERNADA	27
III.F.2-13	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO	28
III.F.2-14	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO DIGUILLIN EN LONGITUDINAL	29
III.F.2-15	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ITATA EN CHOLGUAN	30
III.F.2-16	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ITATA EN TRILALEO	31
III.F.2-17	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ITATA EN GENERAL CRUZ	32
III.F.2-18	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ITATA EN CERRO NEGRO	33
III.F.2-19	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS RIO ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA	34
III.F.2-20	ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA	44
III.F.2-21	DISTRIBUCIONES DE MEJOR AJUSTE ANALISIS DE FRECUENCIAS . . .	51
III.F.2-22	RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIAS	52
III.F.2-23	ESTACIONES UTILIZADAS EN LA CALIBRACION DEL MODELO	68
III.F.2-24	PARAMETROS OPTIMOS DE CALIBRACION	68
III.F.2-25	ESTADISTICA EVAPORIMETRICA	76
III.F.2-26	GENERACION DE CAUDALES	78
III.F.2-27	RENDIMIENTOS DE CUENCAS	80
III.F.2-28	RENDIMIENTOS DE CUENCAS INTERMEDIAS	80
III.F.2-29	RESULTADOS OBTENIDOS GENERACION DE CAUDALES	82
III.F.2-30	COMPARACION RENDIMIENTOS MEDIOS Y SINTETIZADOS	83
III.F.2-31	DIFERENCIA DE RENDIMIENTOS DE CUENCAS EN PUNTOS DE CIERRE . .	84
III.F.2-32	CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO ÑUBLE EN LA PUNILLA	85
III.F.2-33	CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO CHILLAN EN ESPERANZA	86
III.F.2-34	CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO DIGUILLIN EN SAN LORENZO	87
III.F.2-35	RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA CAUDALES MAXIMOS DIARIOS	88
III.F.2-36	SUPERFICIE DE CUENCAS	101
III.F.2-37	CAUDALES MAXIMOS DIARIOS EN SECCIONES DE INTERES	101
III.F.2-38	RESUMEN DE RESULTADOS ANALISIS DE FRECUENCIA CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES	102

CUADRO		PAG
III.F.3-1	CATASTRO DE SONDAJES	3
III.F.3-2	SONDAJES PARA USO POTABLE	14
III.F.3-3	SONDAJES PARA USO INDUSTRIAL	16
III.F.3-4	SONDAJES PARA RIEGO	18
III.F.3-5	CONSTRUCCION DE POZOS A TRAVES DEL TIEMPO	18
III.F.3-6	NIVELES ESTATICOS DEL AGUA SUBTERRANEA	40
III.F.3-7	TRANSMISIBILIDADES	42
III.F.3-8	CAPTACIONES TIPO PARA CADA SECTOR CARACTERISTICO	49
III.F.3-9	CARACTERISTICAS DE LAS CAPTACIONES	51
III.F.3-10	COSTOS DE CONSTRUCCION	51
III.F.3-11	COSTOS ANUALES DE EXPLOTACION	51
III.F.4-1	ANALISIS RECUPERACIONES RIO ÑUBLE (1956-1957)	7
III.F.4-2	ANALISIS RECUPERACIONES RIO CHILLAN (1956-1957)	17
III.F.4-3	ANALISIS DE RECUPERACIONES RIO CHILLAN (Ing. E. Garrido)	19
III.F.4-4	ANALISIS RECUPERACIONES RIO DIGUILLIN (1956-1957)	23
III.F.4-5	AFOROS JUNTA VIGILANCIA RIO DIGUILLIN	25
III.F.4-6	ANALISIS RECUPERACIONES RIO ÑUBLE EXPERIENCIAS TEMPORADA 1990	29
III.F.4-7	ANALISIS RECUPERACIONES RIO CHILLAN EXPERIENCIAS TEMPORADA 1990	29
III.F.5-1	ANALISIS FISICOQUIMICOS AGUAS SUPERFICIALES CUENCA DEL RIO ITATA	3
III.F.5-2	ANALISIS FISICOQUIMICOS AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA DEL RIO ITATA	5
III.F.5-3	TOLERANCIA RELATIVA A LA SALINIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS	7
III.F.5-4	TOLERANCIA RELATIVA AL BORO DE ALGUNOS CULTIVOS	8
III.F.5-5	CONCENTRACION DE CALCIO EN EL AGUA DEL SUELO CERCA DE LA SUPERFICIE QUE RESULTARIA DE REGAR CON AGUAS DE DETERMINADO VALOR DE HCO3/Ca Y CONDUCTIVIDAD ECa	10
III.F.5-6	DIRECTRICES PARA INTERPRETAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS PARA EL RIEGO	11
III.F.5-7	CONCENTRACIONES MAXIMAS DE OLIGOELEMENTOS RECOMENDABLES PARA EL RIEGO	12
III.F.5-8	INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO. AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO	13
III.F.5-9	INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO. AGUAS SUBTERRANEAS EN ZONA DE ESTUDIO	17
III.F.5-10	LIMITES MAXIMOS ADMISIBLES DE ELEMENTOS QUIMICOS	20
III.F.5-11	INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA USO POTABLE. AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO	21
III.F.5-12	PRESENCIA DE PESTICIDAS EN AGUAS SUPERFICIALES	23
III.F.5-13	CALIDAD BACTERIOLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES	23
III.F.5-14	INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA USO POTABLE. AGUAS SUBTERRANEAS EN ZONA DE ESTUDIO	25
III.F.5-15	CALIDAD BACTERIOLOGICA DE AGUAS SUBTERRANEAS	27
III.F.6-1	ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS EN LA CUENCA DEL RIO ITATA EXTENSION DE REGISTROS DE MUESTREO RUTINARIO	1
III.F.6-2	EXTENSION DE LOS REGISTROS DE MUESTREO INTEGRADO MENSUAL	2
III.F.6-3	EXTENSION DE LAS ESTADISTICAS DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS Y MEDIOS MENSUALES	2
III.F.6-4	FACTORES K1 DE CORRELACION ENTRE CONCENTRACIONES DEL MUESTREO INTEGRADO Y DEL MUESTREO PUNTUAL	5
III.F.6-5	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL ÑUBLE EN SAN FABIAN	8
III.F.6-6	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL DIGUILLIN EN SAN LORENZO	8
III.F.6-7	GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL ITATA EN CHOLGUAN	8
III.F.6-8	VALOR ESPERADO DE GS	10
III.F.6-9	CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FLUVIOMETRICAS	12
III.F.6-10	CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE REGULACION	13

CUADRO		PAG

III.F.6-11	COEFICIENTES DE PONDERACION DEL ARRASTRE DE FONDO DEL SOLIDO EN SUSPENSION	14
III.F.6-12	SEDIMENTOS EMBALSE LA PUNILLA	14
III.F.6-13	SEDIMENTOS EMBALSE SAN FABIAN	15
III.F.6-14	SEDIMENTOS EMBALSE CATO 1	15
III.F.6-15	SEDIMENTOS EMBALSE CATO 2	15
III.F.6-16	SEDIMENTOS EMBALSE KAISER	16
III.F.6-17	SEDIMENTOS EMBALSE CHILLAN	16
III.F.6-18	SEDIMENTOS EMBALSE DIGUILLIN ALTO	16
III.F.6-19	SEDIMENTOS EMBALSE COIHUECO	17
III.G.5-1	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR SERVICIO DE SALUD MARZO 1987 .	10
III.G.5-2	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD TRASPASADOS A MUNICIPALIDADES . . .	10
III.G.5-3	MATRICULA REGIONAL POR NIVELES DE ENSEÑANZA 1986.	11
III.G.5-4	COBERTURA DE EDUCACION REGIONAL 1984-1985.	12
III.G.5-5	ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES PROVINCIA DE ÑUBLE	12
III.G.5-6	EVOLUCION DE LA MATRICULA PROV. DE ÑUBLE	13
III.G.5-7	RED VIAL VIII REGION	13
III.G.5-8	CAPACIDAD Y TIPO DE CARGA PUERTOS VIII REGION	15
III.G.5-9	POTENCIAS INSTALADAS Y GENERACIONES DE CENTRALES TERMOELECTRICAS DEL AREA	16

CAPITULO I
RESUMEN Y CONCLUSIONES

1 INTRODUCCION

En el marco de sus atribuciones y responsabilidades, la Comisión Nacional de Riego ha estado desarrollando desde 1976 estudios integrales de riego en cuencas hidrográficas de nuestro país donde esta actividad económica es relevante para su desarrollo.

El objetivo perseguido con dichos estudios ha sido la formulación de programas generales de desarrollo del sector agropecuario a través de un aprovechamiento integral de los recursos naturales de clima, suelo y agua, y de los recursos humanos, económicos y financieros, considerando además aspectos tales como la situación legal, la infraestructura y tenencia de tierras, etc.

En el caso del área que abarca el denominado Proyecto Itata, estos estudios se han estado realizando en etapas sucesivas, una de las cuales corresponde al presente trabajo. En años recientes se realizó otras etapas, consistentes en completar un levantamiento aerofotogramétrico del área del Proyecto y posteriormente el estudio de suelos de la extensión del valle central cubierta por el mismo Proyecto. La división en etapas, contrariamente a lo ocurrido en otros estudios similares en que todo el proyecto se desarrolló en forma continuada, permite que estos sean desarrollados en mejor forma, posibilita un mejor control de los estudios por parte de la Comisión Nacional de Riego, y además permite que el presupuesto pueda ser distribuido en el tiempo conforme se van cubriendo y agotando etapas.

Con respecto al área del Proyecto Itata propiamente tal,que aparece señalada en la Figura I.1-1, en la actualidad su mayor desarrollo agrícola se concentra en los buenos suelos del sector del Valle Central de la provincia de Ñuble, donde el riego se realiza a partir de canales que se abastecen desde ríos sin regulación, excepción sea hecha del embalse Coihueco que riega apenas 3.500 há de un total potencial cercano a 160.000 há en la provincia.

La característica común de la infraestructura de riego es la abundancia de canales matrices que muchas veces recorren largas distancias para servir pequeñas áreas de riego, siendo muy común que en cortos tramos existan varios de ellos dispuestos paralelamente. De esta manera, las asociaciones de canalistas y especialmente las juntas de vigilancia de los ríos deben esforzarse para llevar un buen control en la operación de los canales, especialmente debido a que la mayoría de las bocatomas no poseen dispositivos que permitan controlar adecuadamente los caudales captados.

Dado que no existen obras de regulación importantes, el abastecimiento para riego proviene directamente de los recursos que en condiciones naturales son capaces de aportar los ríos. De este modo, durante el período de deshielos los aportes al riego son bastante seguros, especialmente para las áreas servidas por los canales del río Ñuble, el de mayor área cordillerana aportante, pero decaen ostensiblemente hacia fines de Diciembre para hacerse irrelevantes durante el mes de Febrero, y limitando por tanto el desarrollo de ciertos cultivos.

Estas condiciones limitantes en el abastecimiento de agua para riego se contraponen con el interés de los agricultores por desarrollar cultivos más rentables y mejorar las técnicas de riego para aumentar los beneficios de esta actividad. Sin embargo, estos esfuerzos son limitados en número y están siempre restringidos por la disponibilidad de aguas, siendo lo más común que la baja seguridad de riego derive en la existencia de cultivos de baja rentabilidad y en la aplicación de técnicas de riego de baja eficiencia.

En la zona del Proyecto que abarca los sectores de la Cordillera de la Costa y el Litoral en las provincias de Ñuble y Concepción, denominada del secano costero, el importante desarrollo que hasta hace algunos años tenían las viñas de rulo ha dado paso a la forestación que paulatinamente ha ido cubriendo sectores que se dedicaban a la agricultura de secano. La razón de ello está en que además del descenso en el precio del vino y otros productos derivados de la explotación de estas viñas de rulo, el mayor impulso que a nivel regional y nacional se ha dado a la actividad forestal, por los evidentes mayores retornos que con ello se consigue, ha redundado en la situación señalada. De ser posible desarrollar en esta zona una agricultura de riego relativamente segura, muy posiblemente la situación se revertiría y los beneficios para la comunidad serían importantes.

El objetivo del presente trabajo, es llevar a cabo todos los estudios básicos que permitan conocer y evaluar los recursos de clima, suelo y agua, y determinar la situación actual en que se encuentra la zona desde el punto de vista agropecuario, en la forma de un diagnóstico. Para estos efectos se ha planteado el desarrollo de un modelo de balance hidrológico del área con el cual se facilitará el diagnóstico.

Los resultados que aquí se obtengan serán la base para la elaboración de la última etapa del Proyecto Itata, en la cual se formularán los programas generales de desarrollo del sector agropecuario, donde quedarán definidas las obras de infraestructura de riego más adecuadas desde el punto de vista técnico y económico, las modificaciones en patrones de cultivo o técnicas de riego, el uso de otras fuentes de agua tales como trasvases o aguas subterráneas, el drenaje de suelos con napas superficiales, los requerimientos de los agricultores en cuanto a asistencia técnica, capacitación empresarial, etc.

De lo expuesto precedentemente, puede apreciarse que la situación de riego en el área de estudio es precaria, aún cuando se trata de una zona con abundancia de recursos de agua. Según ello, queda en claro la importancia que puede revestir el Proyecto Itata para la zona. Su implementación dependerá de que las obras que se definan en el Proyecto de Desarrollo resulten rentables y pueda disponerse del financiamiento necesario para las inversiones, junto al mejoramiento a que daría lugar la aplicación de las recomendaciones que se formulen en cuanto a asistencia técnica, capacitación empresarial y otros.

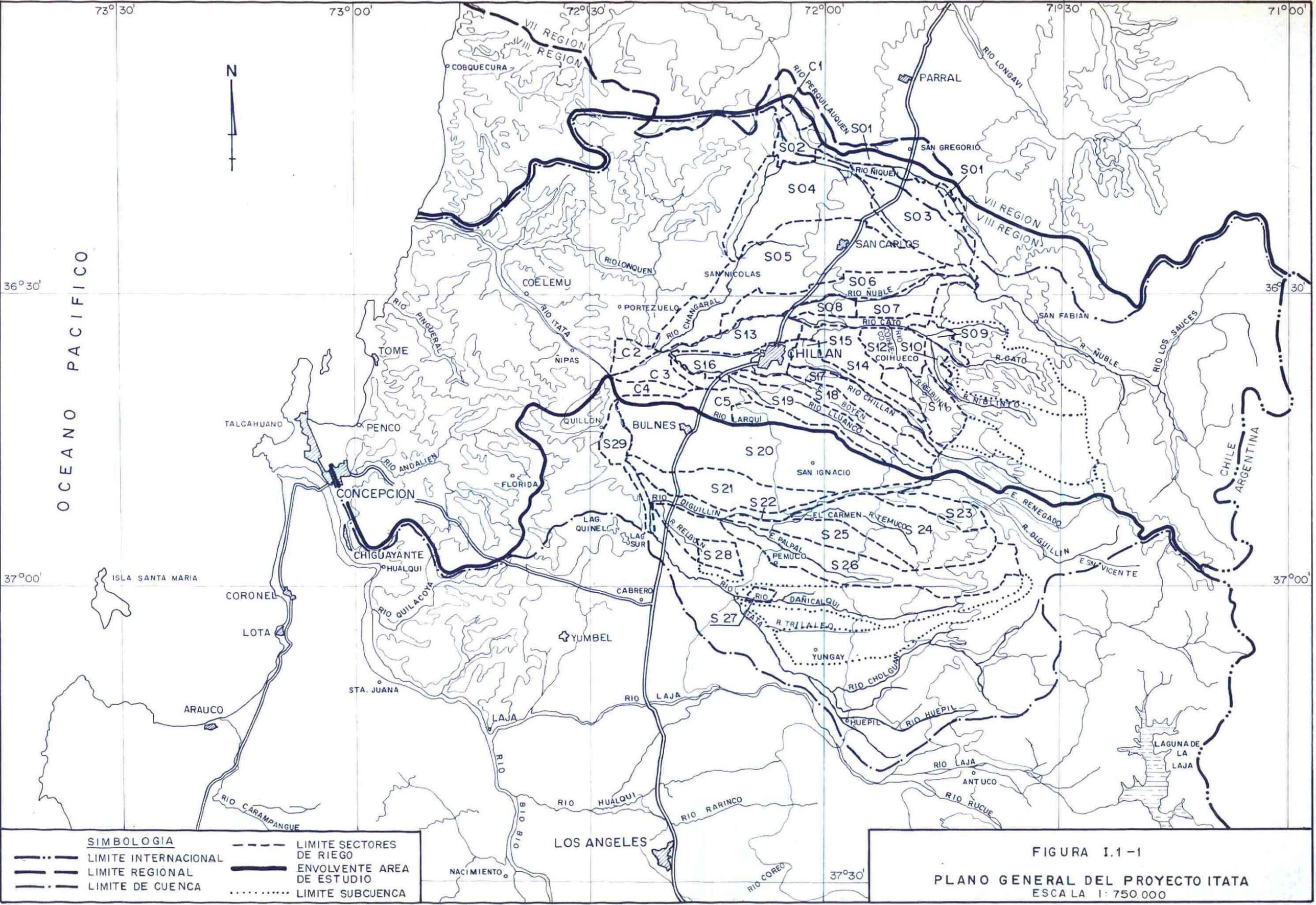


FIGURA I.1-1

PLANO GENERAL DEL PROYECTO ITATA

ESCALA 1: 750.000

2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 Características Geográficas

El área del Proyecto comprende principalmente la cuenca hidrográfica del río Itata y sus principales afluentes; los ríos Ñuble, Cato y Chillán, entre los paralelos 36°15' y 37°15' de latitud Sur y los meridianos 71°10' y 72°50' de longitud oeste, aproximadamente. Además de dicha cuenca, incluye desde el límite regional por el Norte, incluyendo el área regada por el río Ñiquén, hasta el río Larqui por el Sur, y las cuencas comprendidas en el interfluvio costero entre las desembocaduras de los ríos Itata y Bío-Bío, tales como las de los ríos Pingueral y Andalién.

El área de estudio forma parte de la VIII Región administrativa del país, denominada del Bío-Bío, y comprende casi la totalidad de la provincia de Ñuble, con excepción de las comunas de Cobquecura y Quirihue, además de una parte de la provincia de Concepción, cubierta por parte de las comunas de Talcahuano, Penco, Tomé, Florida y Concepción.

Geomorfológicamente, el área presenta las unidades características del relieve chileno: Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia, Precordillera y Cordillera de Los Andes.

La Cordillera de la Costa se presenta baja y desmembrada, con alturas aproximadas en el sector de Quirihue, de 500 m.s.n.m. Desde el curso inferior del Itata al Sur, las alturas de la Cordillera de la Costa se manifiestan con valores cercanos a los 650 m.s.n.m., enmarcando el valle del río Andalién.

La Depresión Intermedia corresponde a una forma tectónica ubicada entre dos grandes muros orográficos, la Cordillera de la Costa al oeste y la Cordillera de Los Andes al este, y contiene rasgos cambiantes de Norte a Sur. El área se encuentra dentro de lo que se ha llamado Llano Central fluvio-glacio-volcánico. Presenta aspecto de planicie suavemente ondulada y plana en algunos sectores, y es regada principalmente con recursos conducidos a través de canales.

La Cordillera de Los Andes se presenta deprimida, teniendo su mayor altura en el volcán Chillán (3.122 m.s.n.m.). El relieve de esta zona se dispone de manera un tanto anárquica, apareciendo cadenas transversales tales como los Nevados de Chillán, que se disponen en un eje NO-SE, y la Meseta del Gato, desprendida de éstos, que se dispone en una orientación N-S.

Desde un punto de vista climático, la zona se caracteriza por un clima mediterráneo, con período estival de cinco meses de duración (Noviembre - Marzo), con alta radiación solar y evapotranspiración, y un período invernal lluvioso de tres meses, que concentra más del 50% de las precipitaciones anuales.

Los principales cursos de agua de la cuenca del río Itata (ríos Ñuble, Cato, Chillán y Diguillín) son de origen pluvio-nival, caracterizados por grandes caudales en los meses de invierno. Aparte de dicha cuenca, en la zona costera del área de estudio existen cuencas de comportamiento netamente pluvial, siendo las principales las de los ríos Pingueral y Andalién.

El río Itata, desemboca al mar a los 36°23' de latitud Sur, originándose cerca de la estación Cholguán del Ferrocarril Longitudinal Sur a pocos kilómetros al Norte de la ribera derecha del río Laja. En este punto se juntan los ríos Cholguán que viene del oriente, y Huépil que viene del Sur, para formar el Itata, siguiendo éste un recorrido de 82 km con rumbo al N-NO hasta su confluencia con el río Ñuble. Durante este recorrido, va captando sus principales tributarios, que constituyen una red de drenaje paralela con dirección al poniente, y cuyas cabeceras se encuentran en la precordillera. De ella forman parte los ríos Dañicalqui, Diguillín y Larqui.

Un tributario importante del curso medio es el río Diguillín, que nace en la falda SO del Volcán Chillán y recorre 102 km, casi todos a través de la Depresión Intermedia.

El principal afluente del río Itata es el río Ñuble, cuya hoya es de 5.097 km2. Nace al pie del paso de Buraleo, al oriente de los Nevados de Chillán y desarrolla su curso superior en dirección N-NO, recibiendo a 40 km de su origen su principal afluente, el río Los Sauces, que descarga sus aguas por la ribera derecha. Después de un recorrido de 155 km, el río Ñuble se junta en el borde oriental de la Cordillera de la Costa con el río Itata en el lugar denominado Confluencia. Cruzando la carretera Panamericana desemboca el río Cato por la ribera izquierda, procedente de la precordillera. A sólo 10 km de su junta con el río Itata, afluye al Ñuble, también por la izquierda, otro importante cauce, el río Chillán, que nace en la falda poniente de los Nevados de Chillán.

La mayor parte de la cuenca del río Itata se genera al Oeste de la precordillera, y sólo el río Ñuble, por tener sus cabeceras en el cordón limítrofe, le da carácter andino. El régimen del río Itata es por tanto mixto, con un marcado carácter nival de los tributarios de cordillera, mientras el resto muestra régimen pluvial.

Se estima que el caudal medio del río Itata aguas arriba de la confluencia del Ñuble, sería de 168 m3/s, siendo el principal aprovechamiento hídrico para el riego de aproximadamente 108.000 há de suelo agrícola. Las obras de aprovechamiento corresponden a canales directos, siendo escasas las obras de regulación, entre las que destaca el embalse Coihueco, con una capacidad de 29 millones de m3.

En relación a las cuencas costeras, éstas forman parte del interfluvio Itata - Bío-Bío (ríos Andalién, Pingueral y estero Lirquén), siendo el de mayor importancia de ellos el río Andalién, que desemboca al Norte del río Bío-Bío, presentando un caudal medio anual de 10 m3/s. A su vez las hoyas del río Pingueral y del estero Lirquén se desarrollan aún más al Norte, con cuencas de 282 km2 y 20 km2, respectivamente.

2.2 Características Económicas

La VIII Región del país presentaba en 1984 un aporte al Producto Geográfico Bruto de 32.661 millones de pesos, presentando una tasa de crecimiento anual de 1,68% respecto a 1974.

En el Cuadro I.2-1 se presenta la evolución del P.G.B. en el período 1974 - 1984 por sector de actividad.

CUADRO I.2-1 EVOLUCION SECTORIAL DEL P.G.B. REGIONAL (Millones de $ 1977)

	1974		1984		Tasa
Sector	P.G.B. (M$)	Porcent. Particip.	P.G.B. (M$)	Porcent. Particip	Prom. Crec.anual
Agrop. Silvícola	3.668,1	13,26	4.686,6	14,35	2,48
Pesca	246,4	0,89	506,0	1,55	7,46
Minería	1.114,2	4,03	745,4	2,28	-3,94
Ind. Manufact.	8.628,9	31,20	9.484,7	29,04	0,95
Elec.,Luz, Agua	1.233,6	4,46	2.044,8	6,26	5,18
Construcción	1.850,1	6,69	1.376,4	4,21	-2,91
Comercio	2.729,0	9,87	4.130,3	12,65	4,23
Transp.y Comunic.	1.266,6	4,58	1.914,9	5,86	4,22
Serv.Financieros	669,9	2,42	s/i		
Vivienda	1.591,6	5,75	s/i		
Adm. Pública	1.423,8	5,15	(*)7.772,0	23,80	1,17
Educación	1.925,3	6,96			
Salud	814,6	2,95			
Otros Servicios	718,9	2,60			
Import.Bancaria	-224,6	-0,81			
Total P.G.B.	27.656,6	100,00	32.661,1	100,00	1,68

(*) Corresponde a todos los servicios a partir de Servicios Financieros.
Fuente: ODEPLAN

En cuanto a la participación del P.G.B. regional respecto al P.G.B. nacional, se presenta en el Cuadro I.2-2 el desglose por sectores, para el año 1984.

CUADRO I.2-2 PARTICIPACION DEL P.G.B. SECTORIAL REGIONAL RESPECTO AL P.G.B.SECTORIAL NACIONAL. 1984 (Mill.$1977)

Sector	1984	% Participación
Agrop.-Silvícola	4.686,6	16,17
Pesca	506,0	15,34
Minería	745,4	2,45
Industria Manufact	9.484,7	13,20
Elect. Luz y Agua	2.044,8	23,13
Construcción	1.376,4	10,93
Comercio	4.130,3	7,04
Transp. y Comunic.	1.914,9	10,12
Serv. Financieros	s/i	
Vivienda	s/i	
Adm. Pública (Educación, Salud, Otros Servicios, Importe Bancario)	(*)7.772,0	8,50
TOTAL	32.661,1	9,39

(*) Corresponde a todos los servicios a partir de Servicios Financieros
Fuente: SERPLAC VIII REGION

Para 1986, aún cuando no se dispone de la información de todos los sectores, cabe señalar que el P.G.B. regional había aumentado a un 9,7% del P.G.B. nacional, destacando los sectores Pesca (21.3% del P.G.B. nacional), Electricidad, Gas y Agua (19.1%), y Silvoagropecuario e Industria Manufacturera (15,2% cada uno).

En el período 1983 - 1986, la tasa de crecimiento de la Región fue la mayor del país, con un 5,2% anual, superior al 3,4% anual de crecimiento del país en el mismo lapso.

La evolución de las exportaciones relacionadas con los sectores productivos de la VIII Región, se presentan en el Cuadro I.2-3.

CUADRO I.2-3 VOLUMENES DE EXPORTACIONES POR PUERTOS REGIONALES (ton)

Sector	1983	1984	1986	% Variación 83/86
Agrícola	39.247	39.735	55.346	+ 41,0
Agro Indus.	18.913	40.039	2.981	- 534,5
Pecuario	793	183	5.656	+ 613,2
Forestal	2.093.502	2.281.579	2.442.855	+ 16,7
Pesquero	59.720	111.025	117.217	+ 96,3
Manufact.	196.275	97.587	183.440	- 7,0
TOTAL	2.508.393	2.570.148	2.807.495	+ 11,9

Fuente: Dirección de Aduanas VIII Región

En base al análisis anterior se puede concluir que los sectores más relevantes de la Región son la Pesca, la Industria Manufacturera y el sector Silvoagropecuaria, los cuales se describen a continuación.

- Sector Pesca

El sector pesquero en la VIII Región presenta importancia a nivel nacional. En 1986 se capturó un volumen de 1.254.000 ton, representando un 22% de la captura total nacional, siendo Talcahuano el mayor puerto pesquero de Chile.

Con relación a la composición de la captura, ella está formada principalmente por jurel (83,3%), sardinas (2,9%), merluza (1,5%) y otros (12,3%). Alrededor del 93% corresponde a capturas industriales y el resto a pesca artesanal.

- Industria Manufacturera

En 1980 existía en la región un registro de 2.448 establecimientos industriales, donde el mayor número corresponde al rubro productos alimenticios, bebidas y tabaco, con un 38,1%, el rubro industrias de la madera con un 20,8% y el rubro fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipos con un 12,2%.

Respecto a las empresas asociadas al sector forestal la Región del concentra prácticamente el 100% de la capacidad instalada de la industria productora nacional de pulpa mecánica y papel periódico, el 60% aproximado de la industria de tableros y pulpa química y el 40% de la industria del aserrío.

En relación a las empresas de la Región ligadas al sector agropecuario, ellas son muy diversificadas, consignando el mayor número de empresas aquellas asociadas al subsector mataderos, criaderos avícolas y queserías.

- Sector Silvoagropecuario

Según Conaf, la superficie total de suelos de aptitud forestal de la región es de 1.493.600 há, que equivale al 47% de los suelos productivos regionales y al 12% de los suelos de aptitud forestal del país. En 1988 había en la VIII Región una superficie total de 1.058.836 hás, distribuidas de acuerdo a: 557.132 há de pino radiata, 26.174 há de eucaliptus, 82.709 há de reservas y bosques, 18.121 há de otras especies y 401.700 há de bosques nativos.

En el Cuadro I.2-4 se presenta la evolución de la superficie de plantaciones forestales y plantaciones explotadas.

CUADRO I.2-4 EVOLUCION PLANTACIONES FORESTALES Y EXPLOTADAS EN LA VIII REGION

Año	Superficie Plantada (há)	Superficie Total Plantada (há)	Superficie Explotada (há)
1975		194.100	
1978	32.307	311.900	11.604
1979	28.455		13.847
1980	31.306		13.197
1981	41.546	413.300	10.728
1982	32.745		7.766
1983	30.655		4.600
1984	25.360	503.500	4.100
1985	29.600		5.000
1986	20.863	601.000	s/i

Por otro lado, de acuerdo al Censo Agropecuario de 1975-1976, la información más reciente disponible, los recursos agrícolas de la Región, según superficies por uso de la tierra, se consignan en el Cuadro I.2-5.

CUADRO I.2-5 SUPERFICIE POR USO DE LA TIERRA VIII REGION

Tipo de Uso	Sup. (há)
Tierras de Cultivo o labranza	731.118,8
Cultivos animales	256.778,3
Cultivos permanentes	39.269,7
Praderas artificiales	89.142,6
Tierras en barbecho	107.634,0
Tierras en descanso	238.294,2
Praderas naturales	785.073,0
Praderas mejoradas	81.896,5
Plantaciones forestales,bosques y montes.	1.055.479,8
En explotación	500.827,1
No explotados	554.652,7
Tierras Potencialmente Productivas	-
Otras tierras	515.968,9
Superficie Total	3.169.537,0
Superficie regada	191.746,5

Fuente: INE, Serie Estadísticas 1981.

En el Cuadro I.2-6 se presenta el uso del suelo de cultivo de la Región y de las Provincias de Ñuble y Concepción en 1987.

CUADRO I.2-6 USO DEL SUELO REGIONAL Y PROVINCIAL (há)

Sector	Total	Cereales, chacras y cult. ind.	Forrajes anuales	Praderas	Hortalizas y flores	Frutales	Viñas y Parronales	Suelos arados en barbecho	Otros
VIII Región	1.936.540	273.350	4.420	951.670	3.600	2.170	24.830	31.400	645.100
Ñuble	786.670	141.640	840	442.510	2.010	1.130	16.260	21.780	160.500
Concepción	195.910	9.170	50	29.770	450	480	1.900	2.690	151.400

Fuente: INE, Compendio Estadístico 1988

El comportamiento de los cultivos tradicionales en el período 1984-1989, se presenta en el Cuadro I.2-7, además de las superficies totales nacionales plantadas para dichos cultivos en la última temporada.

CUADRO I.2-7 COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS TRADICIONALES 1984 -1987 PROVINCIA DE ÑUBLE Y TOTAL NACIONAL (há)

Cultivos	Superficie Sembrada Prov. Ñuble				Total país
	1984 - 1985	1986 - 1987	1987 - 1988	1988 - 1989	1988- 1989
Trigo	82.150	90.970	150.090	150.000	540.290
Avena	12.200	11.620	18.940	21.780	68.690
Cebada	4.710	2.240	4.260	5.100	24.590
Centeno	150	70	s/i	s/i	s/i
Arroz	6.840	6.300	7.460	7.830	42.990
Maíz	6.140	2.810	5.230	6.280	124.650
Porotos	13.570	13.570	27.420	27.420	63.400
Lentejas	13.630	20.640	19.180	13.430	14.690
Garbanzos	1.700	1.570	1.420	1.450	7.830
Arvejas	300	200	s/i	s/i	s/i
Papas	3.290	2.440	6.690	6.020	62.680
Remolacha	7.200	9.320	13.960	16.750	51.600
Maravilla	970	550	1.390	1.400	15.010
Raps	3.110	7.390	16.570	26.570	61.120

Fuente: Memoria SERPLAC provincia de Ñuble 1987 y Encuesta Agropecuaria INE

Por último, con relación a los frutales, la VIII Región presentaba en 1987 2.170 há destinadas a dicho uso, de las cuales el 52,1% corresponden a la Provincia de Ñuble y el 22,1% a Concepción.

En el plano general del área de estudio (Plano Nº1), se ha identificado la ubicación de la infraestructura existente en la zona del proyecto para servicios. Los sectores considerados han sido Salud, Educación Justicia, Energía, Minería y Transporte.

3 SECTORIZACION DEL AREA

3.1 Criterios de Sectorización

3.1.1 Criterios de Definición de Unidades de Planificación

Teniendo en cuenta que dentro del área de estudio existen diferentes características en cuanto a recursos de suelo y agua, aspectos sociales e institucionales y división político-administrativa, al plantear el análisis de los recursos y de la situación actual agropecuaria no es posible manejar toda el área en su conjunto.

En esa perspectiva, en el presente estudio las unidades de planificación se han definido considerando la división del área total de acuerdo a las principales fuentes de agua, estando delimitada cada una de las unidades de planificación por los límites de cuenca o los contornos de predios regados o bajo la influencia de una fuente principal, correspondiendo por tanto estas unidades, como se desprende más adelante, a agrupaciones de sectores de riego contiguos que pueden asociarse en forma conjunta.

3.1.2 Criterio de Definición de Sectores de Riego

Para la sectorización del área de estudio desde el punto de vista del sistema de distribución de aguas para riego, se consideró como antecedentes principales: la red de canales existentes, obtenida de los "overlays" de hidrología de CIREN-CORFO escala 1:50.000 que cubren el sector del estudio, el Catastro de Usuarios de Aguas de los ríos Itata y Diguillín, VIII Región (1986) y el Catastro de Usuarios de Aguas de la Subcuenca del río Ñuble (1987), ambos desarrollados por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, los cuales incluyen planos escala 1:10.000 con la delimitación de los predios y la identificación de los canales que los sirven.

El principal criterio utilizado fue que cada sector corresponde a un área servida por elementos comunes del sistema de riego, asociándose ese sector a una cierta rama de la red de canales existentes, desde su nacimiento en algunos de los cursos superficiales de la cuenca, hasta el término de todos sus canales derivados, a nivel de entrega predial.

En la definición de los sectores de riego se trabajó en planos escala 1:20.000 con las redes de canales y límites prediales.

La ubicación de las estaciones fluviométricas con estadística disponible fué considerada igualmente como criterio de sectorización del área de estudio, procurándose que dichos puntos correspondieran a la sección de salida o término por aguas abajo de cada sector.

La correspondencia existente entre los criterios empleados en la definición de sectores de riego, y en la definición de unidades de planificación ya establecida, tiene como consecuencia que los sectores de riego corresponden a subdivisiones o subconjuntos de algunas unidades de planificación, aún cuando ciertas unidades no tienen sectores de riego asociados ni una clara interrelación con otras.

3.1.3 Criterio de Definición de Grupos de Manejo

La última de las sectorizaciones consideradas para subdividir el área de estudio fué la de los grupos de manejo que, a diferencia de las otras sectorizaciones ya descritas, corresponde a sectores sin continuidad geográfica, agrupados en un grupo de manejo en cuanto su potencialidad productiva sea homogénea, pudiendo por tanto tener asociada una variedad común de cultivos.

La potencialidad de los cultivos a que se ha hecho referencia, depende de dos aspectos básicos: la capacidad de uso de los suelos y las características agroclimáticas de cada sector, definiéndose por tanto las zonas de productividad homogénea por la superposición espacial de ambos elementos. Desde el punto de vista de la capacidad de uso de los suelos estos se agruparon en categorías que en algunos casos comprenden más de una clase de capacidad de uso, debido a que desde el punto de vista de su productividad se pueden asimilar a un sólo rango. Por otro lado, desde el punto de vista agroclimático se dividió el área de estudio en distritos definidos de forma que posean homogeneidad respecto de su potencialidad agrícola, considerando variables tales como el período libre de heladas, la suma de temperaturas, las temperaturas máximas y mínimas, el período de receso vegetativo, las horas de frío anuales, el déficit hídrico, etc.

3.2 Unidades de Planificación

De acuerdo a los criterios ya señalados, el área de estudio se dividió en nueve unidades de planificación, las cuales son: Unidad río Ñuble, Unidad río Cato, Unidad río Chillán, Unidad río Diguillín, Unidad río Itata Alto (aguas arriba del río Diguillín), Unidad río Itata Bajo (río Itata entre Nueva Aldea y desembocadura), Unidad río Andalién y Unidad Interfluvios Costeros (excepto el río Andalién). A esas nueve unidades se agregó una décima complementaria, que comprende sectores no asimilables claramente a ninguna de ellas.

3.3 Sectores de Riego

En el Cuadro I.3-1 se consignan los sectores de riego definidos junto a su relación con las unidades de planificación. Los sectores definidos, que cubren completamente el área de interés, se muestran esquemáticamente en el Plano Nº2.

CUADRO I.3-1 SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION

Unidad de Planificación	Sectores de Riego Asociados
Río Ñuble	S01,S02,S03,S04,S05,S06,S07,S08
Río Cato	S09,S10,S11,S12
Río Chillán	S13,S14,S15,S16,S17,S18,S19
Río Diguillín	S20,S21,S22,S23,S24,S25,S26
Río Itata Alto	S27,S28
Río Itata Medio	S29
Río Itata Bajo	no tiene
Río Andalién	no tiene
Interfluvios costeros	no tiene
Complementaria	C1, C2, C3, C4, C5

3.4 Grupos de Manejo

Tomando en consideración exclusivamente las capacidades de uso de los suelos fueron definidas ocho unidades de manejo (Grupos A al H). De éstas, las cinco primeras corresponden a suelos agrícolas o agrícola - ganaderos, las dos siguientes a suelos de aptitud forestal y/o agrícola y la última sólo presenta posibilidades como área de protección, sin tener ninguna aptitud agrícola, ganadera o forestal.

Por otro lado, desde el punto de vista del clima, el estudio realizado identificó 12 diferentes distritos agroclimáticos. En general están formados por extensiones de orientación Norte-Sur, cubriendo el territorio desde la costa hacia los sectores andinos.

Para cada uno de dichos distritos se determinó la aptitud productiva respecto de 13 diferentes cultivos relevantes, definiendo dicha aptitud en cinco grados o categorías: sin limitaciones, con limitaciones leve, moderada y severa, y por último excluido. En el Cuadro I.3-2 se consigna esta información para cada distrito agroclimático, y en el Plano Nº3 la ubicación de esos distritos.

CUADRO I.3-2 APTITUD PRODUCTIVA DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS

	DISTRITOS											
CULTIVOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trigo	SL	SL	LL	SL	SL	SL	LL	*	*	LN	LS	EXC
Frejol grano	LS	LN	LL	LL	LL	LL	LN	*	*	LS	EXC	EXC
Maíz	EXC	LN	LL	SL	LL	LL	LL	*	*	LS	EXC	EXC
Arroz	EXC	EXC	LN	LL	LS	LN	EXC	*	*	EXC	EXC	EXC
Cebada	SL	SL	LL	SL	SL	SL	LL	*	*	LN	LS	EXC
Avena	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	*	*	LN	LS	EXC
Alfalfa	SL	SL	SL	SL	LL	SL	SL	*	*	LN	EXC	EXC
Trébol rosado	SL	SL	SL	LL	LL	LL	LL	*	*	LS	EXC	EXC
Viña	LS	LN	SL	SL	SL	SL	LN	*	*	LN	EXC	EXC
Manzano	LS	LN	LL	LL	LL	LN	LN	*	*	LN	EXC	EXC
Frambuesas	LN	LL	LL	LN	LN	LL	LL	*	*	LN	EXC	EXC
Cerezos	LS	LN	LL	LL	LL	LL	LS	*	*	LS	EXC	EXC
Espárragos	LN	LL	LL	LL	LN	LN	LL	*	*	LS	EXC	EXC

SL : SIN LIMITACION
LL : LIMITACION LEVE
LM : LIMITACION MODERADA
LS : LIMITACION SEVERA
EXC : EXCLUIDO

4 RECURSOS BASICOS

4.1 Clima y Agroclima

4.1.1 Antecedentes Generales

La evaluación agroclimática fue apoyada en una cuantificación, sobre bases cartográficas, del comportamiento espacial de las variables climáticas de mayor relevancia respecto de la actividad agrícola.

La variación espacial de los parámetros agroclimáticos más importantes (período libre de heladas, suma de temperaturas, temperaturas máximas y mínimas, período de receso vegetativo, horas de frío anual y el déficit hídrico), fue representada en planos, generando así la cartografía básica del estudio.

En base a umbrales agroclimáticos de relevancia agroecológica, se delimitaron por agrupamiento de puntos grandes sectores climáticos o distritos agroclimáticos. Cada distrito quedó representado por los valores promedio de las variables climáticas básicas del área comprendida por éste.

4.1.2 Parámetros Climatológicos

Se procesó la información climatológica disponible entre los paralelos 36 y 38 Latitud Sur. El procesamiento incluyó precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, nubosidad media, evaporación, insolación y radiación solar. Luego de someter la información a un proceso de depuración, se calcularon los valores promedio para las series de datos. A partir de ellos fueron calculadas una serie de variables derivadas que describen fenómenos de importancia agroclimática tales como: suma de temperaturas, horas de frío, períodos libres de heladas y de receso vegetativo, déficit y excedente hídrico anuales, días cálidos, períodos seco y húmedo e índices de humedad.

Las series históricas de datos fueron analizadas con el objeto de evaluar su consistencia. Seleccionando los períodos y eliminando los datos que no parecían confiables, fueron calculados los valores medios de cada variable sobre una base cartográfica de relieve realzado y se trazaron las isolíneas correspondientes.

Mediante el uso de fórmulas de regresión, se establecieron regionalmente los órdenes de magnitud y las macrovariaciones de los valores de las temperaturas máximas y mínimas, de la evapotranspiración y de la precipitación anual y estacional.

Las temperaturas efectivas y las horas de frío fueron calculadas mediante una rutina computacional que estima ambas variables a partir de las temperaturas extremas (máximas y mínimas).

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que estas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual.

En la evaluación de la evapotranspiración fueron usadas fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blaney, las cuales fueron ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Dependiendo de la disponibilidad de la información, fue utilizada una u otra fórmula en cada punto, distrito o estación meteorológica.

El resto de las variables que caracterizan el régimen hídrico, derivadas de la precipitación (PP) y de la evapotranspiración (ETP), tales como el déficit hídrico (ETP-PP), el excedente hídrico (PP-ETP), el período seco (PP/ETP<0,5), el período húmedo (PP/ETP>1,0), y los índices de humedad del verano (PP/ETP de tres meses más cálidos, Diciembre, Enero y Febrero), del invierno (PP/ETP de tres meses más fríos, Junio, Julio y Agosto) y anual (PP/ETP anuales), se calcularon en puntos de una malla, de espaciamientos regulares de 10 minutos en latitud y longitud.

A continuación se indica brevemente, el significado de cada una de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio; ellas se expresan en valores anuales o en cantidades mensuales para los meses más extremos.

TXE: temperatura media de Enero; TNE: temperatura mínima media de Enero; TXJ: temperatura máxima media de Julio; TNJ: temperatura mínima media de Julio; SUT: suma de temperaturas o grados-día; HFR: horas de frío anual; PH: primera helada; UH: última helada; PLH: período libre de heladas; NH: número de heladas al año; DCAL: días cálidos; PSEG: período seco; PHUM: período húmedo; PPA: precipitación anual promedio; ETP: evapotranspiración potencial anual; DEFH: déficit hídrico anual; EXCH: excedente hídrico anual; IHI: índice de humedad invernal; IHE: índice de humedad estival; IHA: índice de humedad anual; PRV: período de receso vegetativo; RSE: radiación solar de Enero; RSJ: radiación solar de Julio; ETE: evapotranspiración potencial de Enero; ETJ: evapotranspiración potencial de Julio; HRE: humedad relativa media de Enero; HRJ: humedad relativa media de Julio y RGH: índice hídrico integrado.

4.1.3 Distritos Agroclimáticos

La homogeneidad interior de cada distrito se buscó a través de la superposición sucesiva de las variables agroclimáticas, donde la suma de temperaturas anual, régimen de heladas y el déficit hídrico fueron las más relevantes. Adicional a lo anterior, la posición fisiográfica y la formación recogida, en el reconocimiento de terreno se integraron como variables adicionales en la delimitación de los distritos.

Como criterios principales de zonificación se tomaron dos variables del régimen térmico, suma de temperaturas efectivas y número de heladas al año, y dos variables del régimen hídrico, extensión del período seco y déficit hídrico total anual. Cada una de estas variables se determinaron en una malla regular con puntos espaciados cada 10 minutos en latitud y longitud.

La información agroclimática de cada una de los 12 distritos agroclimáticos resultantes se resumió mediante una fórmula agroclimática sintética de 12 elementos, los que representan las características térmicas e hídricas del verano e invierno. En el Plano Nº3 se presenta la ubicación de cada distrito con su fórmula agroclimática correspondiente, y en el Cuadro I.4-1 los valores promedio de las variables agroclimáticas correspondientes.

Fueron confeccionadas fichas descriptivas de cada unidad o distrito, conteniéndo los valores de la fórmula agroclimática y un cuadro resumen con los valores mensuales de algunos parámetros.

A continuación, con el objeto de representar las características agroclimáticas principales de los 12 distritos agroclimáticos definidos, se presenta la interpretación de la fórmula agroclimática, y posteriormente los valores de dicha fórmula para cada uno de los distritos. En la fórmula agroclimática, el cuadro superior izquierdo indica las características térmicas de verano, el superior derecho las características térmicas de invierno, los cuadrantes inferiores izquierdo y derecho, las características hídricas de verano e invierno, respectivamente. La duración de los períodos se indican con letra, donde:

a = 1 mes, b = 2 meses, c = 3 meses, ... l = 12 meses

a' indica que nunca ocurre el fenómeno y l' que ocurre los 365 días del año.

A continuación se presenta como ejemplo una fórmula agroclimática y su interpretación:

c	2	19	f	24	0
l	13	0,01	a	0	0,08

Características térmicas (parte superior) :

c = 3 meses libres de heladas.
2 = entre 200 y 299 días-grado al año.
19 = entre 19,0 y 19,9 °C la temperatura máxima media de Enero.
f = 6 meses de receso vegetativo.
24 = entre 2.400 y 2.499 horas de frío anuales.
0 = entre 0 y 0,9 °C la temperatura mínima media de Julio.

Características hídricas (parte inferior) :

l = 12 meses secos.
13 = entre 1.300 y 1.399 mm de déficit hídrico anual.
0,01 = índice de humedad de verano (PP/ETP = 0,01).
a = 1 mes humedo.
0 = entre 0 y 99 mm el excedente hídrico anual.
0,08 = índice de humedad invernal (PP/ETP = 0,08).

En el Cuadro I.4-2 se consignan, para cada distrito, los valores de la fórmula agroclimática correspondiente.

CUADRO I.4-2 VALORES DE LA FORMULA AGROCLIMATICA PARA CADA DISTRITO

DISTRITO	FORMULA AGROCLIMATICA	
1	l 9 20	a' 6 6
	e -5 0.17	e 7 8.54
2	l 13 24	a' 7 5
	e -6 0.18	e 8 9.07
3	h 15 28	a' 11 4
	f -7 0.13	e 6 6.66
4	g 16 29	a' 16 3
	f -8 0.12	e 6 6.30
5	g 13 27	a' 18 3
	e -6 0.18	e 9 9.70
6	i 15 27	a' 9 4
	e -7 0.14	e 6 7.03
7	j 12 24	a' 9 5
	e -4 0.26	f 12 13.56
8	h 13 25	a' 12 4
	e -4 0.26	f 13 13.51
9	g 12 26	a' 17 4
	c -4 0.30	g 15 16.01
10	e 8 23	a' 31 0
	c -4 0.29	g 14 16.41
11	d 6 21	a' 40 -1
	c -3 0.35	g 17 19.95
12	a' 4 19	a' 54 -4
	b -2 0.48	g 23 28.52

4.1.4 Características Agroclimáticas Generales de la Cuenca

La cuenca del río Itata se encuentra en una región de transición climática entre el régimen mediterráneo árido y húmedo. El verano presenta un período seco intenso en la mayor parte del Valle Central (4 a 7 meses), mientras que el invierno se manifiesta con una estación lluviosa de más de 5 meses en casi toda el área. El tipo climático según el sistema de Köppen, corresponde a un clima templado cálido con estación seca intermedia (Cs b2). La precipitación anual evoluciona desde los 800 mm en las áreas más secas a unos 1.400 mm en el límite precordillerano.

Con relación al régimen térmico de la cuenca, este está regulado por tres tipos de factores: la influencia oceánica que penetra desde el litoral hacia el interior, la continentalidad y el efecto de altitud hacia la vertiente Occidental de la Cordillera de Los Andes. La conjunción de estos factores modeladores del clima, origina gradientes más o menos acentuados en los diversos parámetros climáticos.

Las temperaturas máximas promedio de Enero en el litoral son de 19 a 20°C, creciendo hacia el interior hasta los 28 a 30°C en la depresión central. Por otro lado, las temperaturas promedio mínimas de Julio bajan desde los 6°C en la costa a 3 a 4°C en el valle central, para continuar su descenso hasta valores de alrededor de 0°C en el sector cordillerano.

La acumulación de temperaturas efectivas varía desde aproximadamente 1.000 grados-días en el litoral, aumentando hacia el interior hasta superar los 1.500 grados-días en el valle central.

El régimen de horas de frío va desde 700 en el litoral hasta 1.200 a 2.500 en el valle central, lo que asegura una invernalización adecuada de la mayoría de las especies frutícolas de la zona central. El período libre de heladas en el litoral supera los 300 días al año, mientras que en el valle central alcanza los 200 días.

El régimen hídrico de la zona de estudio se encuentra fuertemente modelado por la fisiografía. El período seco varía entre 7 meses en el sector Norte, hasta 3 meses o menos en los faldeos de Nahuelbuta y de Los Andes. El valle central muestra entre 4 a 6 meses secos. El déficit hídrico anual, en el litoral se aproxima a los 500 mm, mientras que hacia el interior aumenta a 700 mm. El índice de humedad estival (IHE) pone de relieve que el verano es más seco en el sector Norte e interior de la cuenca (IHE < 0.15). Hacia el litoral el régimen de sequía estival se suaviza algo, lo mismo que hacia la precordillera (IHE > 0.15).

La evapotranspiración potencial anual crece gradualmente desde el litoral (900 mm/año) hacia el valle central (1.200 mm/año). Luego el gradiente se invierte, decreciendo nuevamente hacia la Cordillera de Los Andes como producto del descenso en las temperaturas. El excedente hídrico anual toma valores menores a 500 mm en la región norponiente del área, aumentado hasta 750 mm en el valle central y hasta 2.000 mm en el sector cordillerano.

Finalmente, con relación a la aptitud productiva, se analizó cada uno de los distritos agroclimáticos definidos para trece cultivos representativos de las variedades cultivadas en la zona. Para cada distrito y cultivo, y mediante el uso de un modelo computacional que considera los parámetros agroclimáticos relevantes y las características del desarrollo y necesidades del cultivo, se caracterizó la productividad en uno de los siguientes rangos: sin limitación, con limitación leve, con limitación moderada, con limitación severa y excluido. En general, los resultados de dicho procedimiento mostraron que en los sectores del área de estudio en que se concentran las actividades agropecuarias, las variaciones de las características climáticas no provocan cambios considerables de aptitud productiva, las que en general son leves moderadas o no existen, mientras en los sectores precordilleranos y del área correspondiente a la Cordillera de la Costa se presentan mayores limitaciones desde ese punto de vista. En el Cuadro I.3-1 consignado en el subcapítulo anterior, se presenta dicha información para cada distrito agroclimático.

4.2 Suelos

4.2.1 Medio Ambiente Geográfico y Agrícola

La superficie total estudiada alcanzó 33.462,4 há, de las cuales 7.828,6 há corresponden a áreas urbanas.

El área de estudio se ubica dentro de la zona Mesomórfica y en la Formación Vegetal de "Bosque Transicional o Maulino" que se extiende entre las latitudes 34°55' y 37°2'. En este sector, la Cordillera de la Costa presenta una formación boscosa que puede considerarse como un ecotono (zona donde emergen y se confunden dos o más comunidades vegetales), entre las formaciones arbustivas que se extienden más al Norte y la Selva Valdiviana de la Costa.

Dentro del área de estudio se ubican las siguientes unidades geomorfológicas con sus respectivas series de suelos, consignadas en el Cuadro I.4-3.

CUADRO I.4-3 UNIDADES GEOMORFOLOGICAS Y SERIES DE SUELOS ASOCIADAS

Unidad Geomorfológica	Series de Suelos
Terrazas Aluviales Recientes	Arenales, Llahuecuy, Llahuén, Quillón y Confluencia
Terrazas Aluvio-Coluviales	Ninhue
Formación Lacustrina	Misceláneo Pantano
Cordillera de la Costa	Cauquenes
Terrazas Marinas	Cúranipe

4.2.2 Cartografía Básica, Métodos de Trabajo y Clasificación

En la presentación final del estudio se usó como plano base el levantamiento aerofotogramétrico a escala 1:20.000, obtenido por reducción del efectuado a escala 1:10.000 por la firma Degavardo en base a fotografías aéreas tomadas en 1986 para el estudio del Proyecto Itata.

Esta cartografía fue complementada con ortofotos a escala 1:20.000 de CIREN-CORFO.

Se elaboraron los siguientes mapas:

- Mapa Básico de Suelos.
- Mapa Interpretativo de Clase, Subclase y Unidades de Capacidad de Uso.
- Mapa Interpretativo de Categoría y Subcategorías de Riego y Aptitud Frutal de Suelos.
- Mapa Interpretativo de Clases de Drenaje y Situación de Erosión.
- Mapa Interpretativo de Unidades de Manejo.

El método de trabajo consistió en un estudio fotoanalítico e interpretativo de los diversos elementos que constituyen el "pattern", como son las formas de la tierra, la diversidad de problemas de drenaje, pedregosidad, detalles de erosión, intensidad de la cubierta vegetal que podría atribuirse a diferencias de suelos, etc.

Posteriormente se llevó a cabo el reconocimiento de suelos propiamente tal; mediante barreno agrológico y/o calicatas se fue demarcando sobre las fotografías aéreas las diferentes unidades cartográficas. En cada observación agrológica se definió en terreno su clase y subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego, Clases de Drenaje y Aptitud Frutal de los suelos, y especialmente se efectuó en terreno la correlación con los suelos descritos en estudios anteriores.

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Reconocimiento de Suelos, se utilizó la Serie de Suelos como unidad básica de clasificación, lo que se ha consignado en el Cuadro I.4-4.

CUADRO I.4-4 CLASIFICACION DE LAS SERIES DE ACUERDO AL SISTEMA DE CLASIFICACION "TAXOMANIA DE SUELOS"

SERIE	ORDEN	SUBGRUPO	FAMILIA
Arenales	Entisol	Typic Xerosamenta	Arenosa, mixta, térmica
Cauquenes	Afisol	Ultic Palexeralfs	Fina, caolinítica, isomésica
Confluencia	Entisol	Mollic Xeroflevents	Arenosa, mixta, térmica
Llahuecuy	Entisol	Typic Xerosaments	Arenosa, mixta, térmica
Llahuen	Inceptisol	Typic Xerochrepts	Franca gruesa, mixta,térmica
Ninhue	Inceptisol	Aquic Xerochrepts	Franca, fina, mixta, térmica
Quillón	Entisol	Typic Xerosamments	Arenosa, mixta, térmica
Quinchamalí	Mollisol	Typic Argixerolls	Fina, media, térmica
Tomeco	Inceptisol	AguuicXerocrepts	Arcillosa, caolinítica térmica

4.2.3 Clasificaciones Interpretativas de los Suelos

Dichas clasificaciones son agrupaciones hechas a partir del estudio agrológico tendientes a la utilización del suelo. En el presente estudio se llevaron a cabo los siguientes estudios interpretativos: Capacidad de Uso, Categorías de Riego, Clases de Drenaje, Aptitud Frutal, Situación Actual de Erosión y Unidades de Manejo.

La Capacidad de Uso determinada correspondió a los potenciales de acuerdo a las normas internacionales. En el Cuadro I.4-5 se presenta resumidamente las superficies de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso de Suelos del área estudiada.

CUADRO I.4-5 SUPERFICIES DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS

CLASE DE CAPACIDAD DE USO Y SUBCLASE	SUPERFICIE (há)	%
I	——	
IIs	228,0	0,89
IIw	1.190,4	4,64
IIe	266,4	1,04
II	1.684,8	6,57
IIIs	367,4	1,43
IIIw	3.045,2	11,88
IIIe	877,2	3,42
III	4.289,8	16,73
IVs	661,2	2,58
IVw	884,0	3,45
IVe	1.158,2	4,52
IV	2.703,4	10,55
VIs	46,0	0,18
VIw	290,0	1,13
VIe	1.308,8	5,11
VI	1.644,8	6,42
VIIw	2.525,0	9,85
VIIe	12.206,4	47,62
VII	14.731,4	57,47
VIII	579,6	2,26
Superficie total clasificada	25.633,8	100,00
No clasificada	7.828,6	
Superficie total estudio	33.462,4	

Por otro lado, en el Cuadro I.4-6 se presenta un resumen de las superficies de Clases de Drenaje.

CUADRO I.4-6 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE CLASES DE DRENAJE

CLASE	SUPERFICIE (há)	%
6 Excesivo	1.818,4	7,09
5 Bueno	15.727,2	61,35
4 Moderado	1.851,6	7,22
3 Imperfecto	2.858,4	11,15
2 Pobre	597,2	2,33
1 Muy pobre	2.781,0	10,86
Sup. Total Clasificada	25.633,8	100,00
No clasificada	7.828,6	
Superficie total estudio	33.462,4	

Con el objeto de lograr diferenciar las áreas de suelos aptos para el riego de los que no poseen una capacidad productiva que hagan económicos los gastos de un sistema de riego, se llevó a cabo la clasificación en Categorías de Suelos para regadío. Estas fueron seis, en que las cuatro primeras se consideraron regables, la sexta no regable y una intermedia que podría regarse si las condiciones económicas así lo justifican. Fueron definidas además subcategorías de riego. En el Cuadro I.4-7 se presentan las superficies de las categorías y subcategorías de suelo para regadío; los subíndices S, W y T significan limitaciones de suelo, limitaciones de drenaje y limitaciones de topografía, respectivamente.

CUADRO I.4-7 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS	SUPERFICIE (há)	%
1	127,6	0,50
2s	100,4	0,40
2w	1.190,4	4,64
2t	266,4	1,04
2	1.557,2	6,07
3s	367,6	1,43
3w	2.996,4	11,68
3t	877,2	3,42
3	4.241,2	16,55
4s	661,2	2,58
4w	612,0	2,39
4t	1.158,2	4,52
4	2.431,4	9,48
6	17.276,4	67,40
Superficie Total Clasificada	25.633,8	100,00
No Clasificada	7.828,6	
Superficie Total Estudiada	33.462,70	

Las clases de Aptitud Frutal establecidas en el estudio, correspondieron a las aprobadas por la Asociación de Especialistas en Agrología, las que están basadas en las que tenía el Servicio Agrícola y Ganadero y que son de uso corriente en Chile. En el Cuadro I.4-8 se consigna un resumen de la superficie de las clases de Aptitud Frutal de los suelos estudiados.

CUADRO I.4-8 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE APTITUD FRUTAL DE LOS SUELOS

CLASE	SUPERFICIE (há)	%
A Sin Limitaciones	127,6	0,30
B Ligeras	2.069,8	8,07
C Moderadas	1.037,8	4,05
D Severas	3.577,4	13,96
E Sin Aptitud	18.821,2	73,42
Superficie Total Clasificada	25.633,8	100,00
No Clasificada	7.828,6	
Superficie Total Estudio	33.462,4	

En el Cuadro I.4-9 se presentan las superficies correspondientes a cada una de las clases de situación de erosión utilizadas.

CUADRO I.4-9 RESUMEN DE LA SITUACION DE LA EROSION

CLASE		SUPERFICIE (há)	%
0	Sin Erosión	12.398,4	48,37
1	Ligera	2.399,6	9,36
2	Moderada	10.126,2	39,50
2-3	Moderada a Severa	---	
3	Severa	709,6	2,77
Superficie Total Clasificada		25.633,8	100,00
No Clasificada		7.828,6	
Superficie Total Estudiada		33.462,4	

Por último, fueron definidas 17 Unidades de Manejo, de las cuales 15 están representadas en el área del Proyecto y cuyas superficies se presentan en el Cuadro I.4-10. De esas 15 unidades 10 son agrícolas, 4 ganaderas y 1 sin utilización agrícola-ganadero o forestal. La caracterización de cada una de ellas se presenta en el siguiente subcapítulo.

CUADRO I.4-10 RESUMEN DE LOS SUPERFICIES DE LAS UNIDADES DE MANEJO

UNIDAD DE MANEJO	UNIDAD Y SUB-CLASE CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE (há)	%
A	I	---	
B	IIs Y IIsO	228,0	0,89
C	IIwO	1.190,0	4,64
D	IIe1	266,4	1,04
E	IIIsO	367,4	1,43
F	IIIw2-8	3.645,2	11,88
G	IIIe1	877,2	3,42
H	IVsO	661,2	2,58
I	IVw2-5-8	884,0	3,49
J	IVe1	1.158,2	4,52
K	VIs8	46,0	0,18
L	VIw5	290,0	1,13
M	VIe1	1.308,8	5,11
N	VIIsO	---	
O	VIIw8	2.525,0	9,85
P	VIIe1	12.206,2	47,62
Q	VIII	579,6	2,26
Superficie Total Clasificada		25.633,8	100,00
No Clasificada		7.828,6	
Total Estudio		33.462,4	

4.3 Grupos de Manejo

Se establecieron 17 unidades de manejo, definidas sólo en consideración a la capacidad de uso del suelo. Sin embargo, para los efectos de la evaluación económica de las alternativas que se identifiquen como parte del proyecto de desarrollo, las unidades de manejo se agruparon en 8 Grupos de Manejo. Ello permitió sobradamente cumplir con el objetivo de definir zonas de potencialidad productiva homogénea, facilitando al mismo tiempo el manejo de la información para la evaluación de los análisis económicos correspondientes. De estos ocho grupos, los cinco primeros correspondieron a suelos agrícolas o agrícola-ganaderos, los dos siguientes a suelos de aptitud forestal y/o agrícola y el último sólo presentó posibilidades como área de protección, sin tener ninguna aptitud agrícola, ganadera o forestal.

El análisis conjunto de los aspectos de capacidad de uso del suelo y de características agroclimáticas, permitió definir esos grupos de manejo que cubren el área de estudio, analizando para cada una de las ocho agrupaciones de capacidad de uso del suelo definidas la aptitud productiva de los cultivos que esos suelos permiten, de acuerdo a las características agroclimáticas existentes.

4.3.1 Definición y Caracterización de los Grupos de Manejo

En la definición y caracterización de los grupos de manejo se contempló fundamentalmente los aspectos de capacidad de uso de los suelos y características agroclimáticas. Para efectos de la identificación de los grupos de manejo dentro del área del Proyecto, se consideró exclusivamente las características de los suelos como el elemento fundamental.

A continuación se describe resumidamente cada uno de los grupos de manejo definidos.

Grupo A

Incluye aquellos suelos aptos para cultivos que no requieren prácticas de conservación y aquellos que necesitan medidas simples de conservación. Son suelos aptos para todos los cultivos de la zona: chacras, cereales y pastos, con buena aptitud para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de clase I y II de capacidad de uso y sus correspondientes sub-clases.

Grupo B

Comprende suelos aptos para cultivos que requieren prácticas intensivas de conservación. Aptos para cultivos de arraigamiento medio y con moderadas o severas limitaciones para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de clase IIIs y IIIe de capacidad de uso.

Grupo C

Incluye también suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. Son suelos planos, aptos para cultivos de arraigamiento medio y tolerantes a condiciones de humedad excesiva, sin aptitud frutal debida a su drenaje imperfecto. Comprende todos los suelos de clase IIIw2 de capacidad de uso.

Grupo D

Son suelos que ocasionalmente son aptos para cultivos. Su principal aptitud es la producción de praderas de arraigamiento medio. Comprende los suelos de clase IVs y IVe de capacidad de uso.

Grupo E1

Aptos para cultivos en forma ocasional, requieren práctica intensiva de conservación. Poseen aptitud para la producción de arroz y praderas de arraigamiento medio, sin aptitud frutal. Comprende suelos de clase IVw de capacidad de uso.

Grupo E2

Al igual que en el caso anterior, son aptos para cultivos que en forma ocasional requieren práctica intensiva de conservación. Posee limitaciones moderadas a severas para el cultivo del arroz, buena aptitud para la producción de praderas de arraigamiento medio, sin aptitud frutal. Comprende suelos de clase IVw de capacidad de uso.

Grupo F

No aptos para cultivos pero permiten praderas permanentes con prácticas simples de conservación. Corresponde a suelos de clase VI de capacidad de uso.

Grupo G

Comprende suelos no aptos para cultivos, pero permiten praderas permanentes con prácticas modernas de conservación; presentan aptitud frutal. En este grupo se incluyen todos los suelos de clase VII de capacidad de uso.

Grupo H

Son suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso se limita para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Corresponde a la clase VIII de capacidad de uso.

4.3.2 Potencialidad de los Grupos de Manejo

A partir de los cultivos establecidos en el estudio, se evaluó para cada uno de los 29 sectores de riego más los 5 complementarios, las superficies en hectáreas de suelos con diferente capacidad de uso y de los distintos grupos de manejo. A continuación se presenta un resumen en el Cuadro I.4-11, donde se consignan las áreas de los diferentes grupos de manejo contenidas en cada uno de los sectores de riego que cubren el área del Proyecto.

CUADRO I.4-11 ENVOLVENTE RESUMEN GRUPOS DE MANEJO ESTUDIO SUELOS (há)

Sector	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	Superficie Total
1	520.0	18.4	402.8	64.4	53.6	4.0	-	66.0	-	1,129.2
2	361.2	425.2	270.0	26.8		418.0	-	71.2	62.4	1,634.8
3	9,992.4	1,847.6	7,688.4	1,788.8	357.4	901.0	783.2	3,396.8	28.4	26,784.0
4	3,255.2	3,385.6	8,262.8	552.8	6,866.5	597.1	403.6	731.7	669.2	24,724.5
5	7,722.5	4,186.4	19,404.8	2,192.4	4,461.3	3,562.7	1,451.2	3,351.2	1,122.8	47,455.3
6	6,622.4	1,448.8	4,086.8	1,200.0	575.3	1,111.9	541.2	1,073.2	818.8	17,478.4
7	2,112.4	3,809.6	2,414.6	1,610.4		87.2	40.8	404.2	51.2	10,530.4
8	785.2	1,475.2	922.8	584.0	62.1	236.3	41.2	1.0	16.0	4,123.8
9	697.2	140.0	553.2	99.6		-	-	19.0	34.0	1,543.0
10	186.8	432.2	25.2	214.8		31.2	58.0	806.0	214.2	1,968.4
11	4,613.6	1,860.4	481.2	1,323.2		70.0	864.0	1,530.4	5.2	10,748.0
12	4,156.4	915.2	1,740.0	194.8		663.2	223.2	432.8	592.0	8,917.6
13	2,834.5	1,799.1	1,337.3	1,414.0	825.6	1,448.9	190.4	419.8	547.3	10,816.9
14	5,429.2	2,236.8	731.2	285.7		1,403.6	39.2	183.2	286.0	10,594.9
15	1,588.6	736.8	704.4	284.2		575.6	88.8	96.8	264.8	4,340.0
16	1,623.9	784.8	1,165.6	1,047.2		928.2	511.4	905.4	2,656.8	9,623.3
17	3,887.4	815.8	702.8	1,612.1		453.2	120.8	365.2	647.6	8,604.9
18	5,592.3	438.9	519.6	2,460.4		618.0	1,296.4	3,560.5	82.4	14,568.5
19	5,304.6	394.6	714.8	2,747.5		646.4	447.9	3,216.3	573.5	14,045.6
20	23,742.0	10,959.0	4,261.0	1,826.0		1,826.0	4,261.0	14,002.0	0.0	60,877.0
21	6,053.0	2,594.0	3,805.0	346.0		3,458.0	691.0	346.0	0.0	17,293.0
22	2,847.0	1,424.0	569.0	855.0		782.0	213.0	427.0	0.0	7,117.0
23	3,543.0	2,391.0	89.0	531.0			1,417.0	886.0	0.0	8,857.0
24	13,516.0	6,757.0	270.0	270.0			3,785.0	2,433.0	0.0	27,031.0
25	5,455.0	2,016.0	119.0	474.0			2,016.0	1,778.0	0.0	11,858.0
26	9,518.0	3,595.0	423.0	634.0			3,384.0	3,595.0	0.0	21,149.0
27	20,305.0	9,786.0	3,875.0	4,161.0		212.0	8,209.0	4,223.0	0.0	50,771.0
28	11,057.0	6,056.0	790.0	2,632.0		1,053.0	527.0	4,212.0	0.0	26,327.0
29	51.0	103.0	308.0	360.0		668.0	1,028.0	2,621.0	0.0	5,139.0
C1	40.8	269.2	11.2	4.4		20.8	-	-	-	346.4
C2	211.2	307.6	223.6	216.4		54.4	126.8	4,637.2	-	5,777.2
C3	1,533.4	342.4	955.4	699.2		178.0	414.0	3,292.2	40.0	7,454.6
C4	382.8	86.6	48.4	238.2		-	39.6	797.2	134.0	1,726.8
C5	1,218.0	450.8	611.2	1,706.8		566.0	769.0	2,188.0	434.8	7,944.6
TOTAL	166,759.0	74,289.0	68,487.1	34,657.1	13,201.8	22,574.7	33,981.7	66,068.3	9,281.4	489,300.1
										489,300.1

4.4 Recursos Hídricos

4.4.1 Precipitaciones

El estudio comprendió la recopilación de toda la información pluviométrica disponible en la zona, a nivel de precipitaciones diarias, con el objeto de confeccionar las series de precipitaciones mensuales, estacionales, anuales y máximas anuales en 1, 2, 3, 4 y 5 días de duración. Toda esta información, previa corrección, relleno y extensión, cuando correspondió, se sometió a análisis de frecuencia, presentándose los resultados en forma tabulada y basados en planos de curvas isoyetas.

Se efectuó un completo catastro de la información disponible, basándose principalmente en el Catastro de Estaciones Hidrometeorológicas del Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas y Banco de Datos de la Dirección Meteorológica de Chile, además de otros estudios relacionados.

Con el objetivo de conformar una estadística pluviométrica de un período hidrológico que incluyera a lo menos los últimos 40 años, fue estimada una longitud mínima aceptable de estadística de 15 años.

Así, con el criterio anterior, se preseleccionaron un total de 56 estaciones pluviométricas. En el Plano Nº4 escala 1:250.000 se presenta un mapa de la zona de estudio sobre el cual se señalan los nombres, propietarios, coordenadas geográficas y altura sobre el nivel del mar de esas estaciones.

En base al catastro efectuado, se recopiló la información básica a nivel de precipitaciones diarias mensuales o anuales, dependiendo de la fuente de información. A partir de la recopilación anterior, se confeccionaron las series de precipitaciones mensuales y máximas anuales de duraciones de 1 a 5 días.

El período de análisis utilizado, comprendió 45 años entre 1941 y 1988.

a) Relleno y Extensión de Estadísticas Mensuales

Para el relleno y extensión de estadísticas mensuales, se utilizó el procedimiento que a continuación se describe.

- Aquellas estaciones que presentaban estadísticas casi completas en algún período, faltando sólo datos aislados o cuyos registros fuesen altamente dudosos, se procedió a rellenarlas en base a promedios ponderados con las estaciones más cercanas.

- Para verificar la homogeneidad de la información, la estadística de precipitaciones anuales se sometió a un análisis de curvas doble acumuladas.

- Con el objeto de extender las estadísticas al período de análisis de 48 años, se utilizó el siguiente procedimiento: cada estación a extender se correlacionó a nivel anual con las estaciones vecinas que dispusiesen de información en el período a extender. A partir de los coeficientes de correlación obtenidos, se seleccionó la estación mejor correlacionada, utilizándola como base para extender la información faltante a nivel mensual, en proporción a los coeficientes de regresión de las curvas acumuladas.

- De acuerdo al procedimiento anterior, se logró completar un total de 31 estaciones con estadística homogénea para el período de 48 años, 1 estación con un período de 47 años y 2 estaciones con un período de 46 años, lo que resulta un total de 34 estaciones sometidas a análisis de frecuencia. Se agregaron a ello 11 estaciones con registros de entre 17 y 29 años utilizadas como estaciones de apoyo y se descartaron 11.

Con esta información se confeccionó el plano de isoyetas base (Plano Nº5), correspondiente a la precipitación media anual del período 1941-1988 de la cuenca del río Itata e interfluvios costeros del sector Itata-Bío-Bío.

b) Relleno y Extensión de Estadísticas Máximas Anuales en Duraciones de 1 a 5 Días

El procedimiento utilizado consideró los siguientes casos:

- Relleno de vacíos aislados:

Aquellas estaciones donde sólo faltaban datos aislados, se rellenaron o corrigieron en proporción a los módulos pluviométricos, respecto a la estación más cercana con información.

- Extensión a períodos continuos:

Para la extensión de la longitud de registro de aquellas estaciones que no cubrían el período de análisis, se adoptaron los criterios que a continuación se consignan:

- Unificación de registros
- Correlaciones analíticas
- Utilización de registros antiguos
- Estadísticas no extendidas

- Estadísticas no extendidas:

Se efectuó el análisis de frecuencia de los datos, sólo en caso de disponerse de una estadística de más de 24 años, en aquellos casos en que no se obtuvo ningún nivel de correlación aceptable.

Finalmente, a partir de toda la información procesada, rellenada y extendida, se confeccionó la estadística definitiva.

c) Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Mensuales, Estacionales y Anuales

Para cada una de las series estadísticas de precipitaciones mensuales, rellenadas, homogeneizadas y extendidas, se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones normal, logarítmico normal, valores extremos tipo I (GUMBEL), Pearson III y Log-Pearson III.

Para estos propósitos, se desarrolló un programa computacional que calcula las precipitaciones para distintas probabilidades de excedencia de cada mes del año, además de la precipitación total anual y las precipitaciones estacionales de "verano" e "invierno", para cada una de las distribuciones antes mencionadas.

En el programa computacional se incluyeron los algoritmos necesarios, para someter la información que contenía datos nulos por no ocurrencia de precipitación, fenómeno presente en verano preferentemente.

Por otro lado, a través del análisis de los resultados de los test X2 y Kolmkogorov-Smirnov, se seleccionó para cada serie mensual, estacional o anual de cada estación, la función de distribución de frecuencia de mejor ajuste.

Finalmente, se obtuvieron en definitiva la precipitación correspondiente a cada probabilidad para cada estación en cada uno de los doce meses del año, más las precipitaciones estacionales de invierno y verano, y la total anual. A partir de ello, se confeccionaron los planos de curvas isoyetas estacionales y anual para las distintas probabilidades de excedencia, que aparecen en los Planos Nº6 al Nº20.

d) Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Máximas Anuales en Duraciones de 1 a 5 Días.

Para cada una de las series de precipitaciones máximas anuales en 24, 48, 72, 96 y 120 horas y en la longitud de estadística correspondiente al período de análisis de cada estación, se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones normal, valores extremos tipo I (GUMBEL), Pearson III, Logarítmico Normal y Log-Pearson III.

Para estos efectos se desarrolló un programa computacional para evaluar las precipitaciones de 24, 48, 72 , 96 y 120 horas con períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años para cada una de las distribuciones consideradas. Se adoptó la distribución Log-Normal como representativa de toda la Región en análisis.

Finalmente, en base a los procedimientos antes descritos, se obtuvieron las precipitaciones máximas anuales en duraciones de 1 a 5 días, resultantes para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años en cada una de las estaciones analizadas. En los Planos Nº21 al 25 se presentan las curvas isoyetas con período de retorno de 10 años para las precipitaciones máximas anuales de 1 a 5 días de duración.

4.4.2 Escorrentía Superficial

Esta parte del estudio comprendió la recopilación de la información fluviométrica existente en la cuenca, su análisis, relleno y extensión a un período común, definiendo las curvas de variación estacional de caudales en términos probabilísticos.

Se llevó a cabo una recopilación de la información a partir de la existente en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas, catastrándose toda la estadística fluviométrica correspondiente en ríos y canales de la zona de estudio. La ubicación de las estaciones fluviométricas consideradas en el estudio se observan en el Plano Nº4.

Se preseleccionó, a nivel de caudales medios mensuales, toda las estadísticas con un período de medición igual o superior a 10 años. Fueron descartados los valores correspondientes a meses que tuvieran menos de 20 días de medición.

Con el propósito de ser consistente con el período de análisis utilizado para el estudio de precipitaciones, se adoptó como período de análisis el comprendido entre 1941 y 1988.

Posteriormente, se procedió al relleno, corrección y extensión de estadísticas tanto a nivel mensual como anual. El procedimiento de verificación y corrección de la información se efectuó en forma iterativa por etapas sucesivas utilizando correlaciones lineales cruzadas entre 3 estaciones vecinas a nivel mensual. En las estaciones a correlacionar primó el criterio de ubicación física de las estaciones, es decir, correlacionar estaciones en serie de un mismo cauce.

En total se extendieron al período completo de análisis 14 estaciones, rellenándose y corrigiéndose sin extender al período total 3 estaciones más.

Con el objeto de verificar la homogeneidad de la estadística fluviométrica disponible, se efectuaron curvas doble acumuladas de la información a nivel de caudal específico medio anual en m3/seg/km2.

Con el objeto de efectuar el análisis de frecuencia de la estadística fluviométrica a nivel de caudales medios mensuales y medio anual, se desarrolló un programa computacional con análogas (características al desarrollo para en el estudio de precipitaciones. Mediante el programa se calcularon, para cada estación, a nivel mensual y medio anual, los caudales con probabilidad de excedencia de 95, 80, 50, 20 y 5%, ajustando las mismas distribuciones anteriores y efectuando los test de bondad de ajuste.

Se analizaron dichos test y se seleccionó para cada serie mensual y anual, la función de densidad de frecuencia de mejor ajuste.

Seleccionando para cada serie de datos la distribución de mejor ajuste, a partir de los caudales mensuales y anuales para distintas probabilidades, se confeccionaron las curvas de variación estacional para probabilidades de excedencia de 5, 20, 50, 80 y 95% . Además, para tres estaciones fluviométricas representativas de la cuenca (Ñuble en La Punilla, Chillán en Esperanza y Diguillín en San Lorenzo), se determinaron las curvas de duración general de caudales tanto a nivel mensual como diario; en éste último caso, por intervalos clasificados.

a) Síntesis de Caudales en Cuencas No Controladas.

Con el objeto de disponer de información fluviométrica respecto a recursos hídricos aportados por cuencas o subcuencas sin control fluviométrico, para modelar el balance de aguas global del sistema, se generó sintéticamente la información faltante mediante la técnica de simulación hidrológica.

Para tal efecto, se sectorizó la cuenca del río Itata e interfluvios costeros en 79 subáreas, compatibles con los puntos de cierre correspondientes a las secciones con información fluviométrica medida, y por otra parte con los nodos correspondientes a la sectorización del modelo de simulación del balance hídrico del sistema.

Del total de áreas definidas, 9 de ellas correspondieron a recursos de cuencas de cabecera, con registros medidos, por lo que se utilizaron para la calibración o verificación de las estadísticas sintéticas utilizadas.

El modelo requiere como información de entrada, estadísticas de precipitaciones mensuales, de evaporación potencial mensual, número de días de precipitación mensual y área o tamaño de la cuenca, además de 11 parámetros que requieren calibración, para lo cual se seleccionaron las siguientes cuencas: Chillán en Esperanza, Diguillín en San Lorenzo y Andalién Camino a Penco. Tanto en las etapas de calibración como verificación, el modelo mostró un comportamiento satisfactorio.

b) Rendimiento Específico de Cuencas

La estimación de los rendimientos específicos se efectuó en base a información fluviométrica y a información sintética de caudales, de acuerdo a dos metodologías distintas a fin de comparar sus resultados.

En el Plano Nº27 se presenta un diagrama esquemático de la red fluviométrica del río Itata, indicándose allí los caudales y rendimientos de las distintas secciones, en base a información fluviométrica.

En el Cuadro I.4-12 se presenta una comparación entre los rendimientos medidos respecto de los caudales medios del período 1941-1988 y los rendimientos en base a la información sintética de caudales.

CUADRO I.4-12 COMPARACION RENDIMIENTOS MEDIOS Y SINTETIZADOS

CODIGO	ESTACION	RENDIMIENTO MEDIDO m3/seg/Km2	RENDIMIENTO SINTETIZADO m3/seg/Km2
01	Ñuble en La Punilla	1741	1896
0201		4515	1525
02	Ñuble en San Fabián	2107	1847
0302		(-910)	957
04	Niblinto antes camino Coihueco	2836	1793
0504		1208	1041
05	Cato en Pte. Cato	1498	1175
03	Ñuble en Longitudinal	1528	1530
07	Chillán en Esperanza	2354	1870
10	Quilmo C. Yungay	872	784
08(1007)		852	721
08	Chillán en Longitudinal	1318	1105
0908		(-2004)	506
09	Chillán C. a Confluencia	906	1031
06	Changaral C. a Portezuelo	770	692
CL 10, QVC 10, 11 12		-	518
	Ñuble en Confluencia	1236	1226
11	Renegado en Invernada	1013	-
12	Diguillín en San Lorenzo	2645	-
13(1112)		893	1341
13	Diguillín en Longitudinal	1171	1510
14	Itata en Cholguán	1734	1522
1514		(-190)	1191
15	Itata en Trilaleo	1244	1437
1615		910	795
16	Itata en Gral. Cruz	1127	1212
17(1613)		1412	664
17	Itata en Cerro Negro	1160	1311
1817		571	648
18	Itata en Nueva Aldea	986	1116
CL 7		-	641
	Itata Bajo Ñuble	1115	1172
CL 4, 5, 6, A4, A3, B10		-	594
	Itata en Coelemu	1094	1126
CL 1, 2, 3, A1, A2, B4		-	496
	Itata en Desembocadura	1019	1037

El criterio adoptado en definitiva para la estimación de los rendimientos de cuencas, fue de aceptar como más confiable la información medida en cabeceras de cuencas no afectas a regadío y trasvases de recursos, y aceptar como más representativa la información sintetizada para cuencas intermedias.

Con dicho criterio, se confeccionó el diagrama esquemático de la red fluviométrica y de rendimientos de cuencas que se presenta en el Plano Nº28; por su parte en el Plano Nº29 se muestran curvas de isorrendimiento de cuencas, que incluyó tanto la cuenca del río Itata como las cuencas del interfluvio Itata - Bío-Bío.

c) Análisis de Frecuencia de Valores Extremos

Se analizaron los caudales medios diarios máximos de origen pluvial y de deshielo y los caudales medios mensuales y anuales en tres puntos de interés, éstos son:

- Río Ñuble en La Punilla
- Río Chillán en Esperanza
- Río Diguillín en Zona Alta

Se utilizó información del Banco Nacional de Aguas de la DGA y registros de precipitaciones de las estaciones pluviométricas cercanas.

El proceso de relleno se apoyó en gran medida en la metodología utilizada previamente con la estadística de caudales medios mensuales.

Para efectuar el análisis de frecuencia de caudales medios diarios máximos pluviales y de deshielo, se confeccionó un programa computacional, que es una modificación del desarrollado en el análisis de estadísticas pluviométricas anterior. Así, se calcularon en cada estación, para época pluvial y de deshielo, caudales con períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, ajustando las diferentes distribuciones y efectuando los tests de bondad correspondientes.

Finalmente se llevó a cabo el análisis de frecuencia para caudales medios mensuales y anuales, con períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

4.4.3 Aguas Subterráneas

Con el objeto de analizar y evaluar el aprovechamiento de los recursos subterráneos en el área de estudio, se caracterizó y cuantificó los diferentes usos de las aguas subterráneas (riego, agua potable y agua industrial), se desarrolló la hidrogeología cualitativa y cuantitativa y se evaluaron las posibilidades de nuevas captaciones.

a) Uso Actual de las Aguas Subterráneas

Se encuestaron y midieron todos los sondajes existentes en el área del Proyecto, confeccionando un completo catastro que incluyó 210 sondajes. La ubicación de los sondajes consignados en el catastro se presenta en el Plano General de ubicación a escala 1:250.000 (Plano Nº30).

De acuerdo al catastro, el número total de los sondajes se divide según lo siguiente :

Agua Potable	=	36%
Agua Industrial	=	7%
Regadío	=	8%
Sin Uso	=	22%
Abandonados	=	27%

La explotación de aguas subterráneas en la zona de estudio no es intensiva, y está orientada preferentemente al uso potable y en menor grado al uso agrícola e industrial.

Se estableció que de los caudales actualmente extraídos, los valores porcentuales asociados a los distintos tipos de uso varían de acuerdo a lo que se indica :

	Promedio Anual	Variación
Agua Potable	44,2 %	40 - 60 %
Agua Industrial	30,5 %	20 - 40 %
Regadío	25,3 %	0 - 40 %

La explotación para agua potable es realizada preferentemente por ESSBIO (ex-SENDOS), a través de sus Departamentos Rural y Urbano, cuyos volúmenes en porcentaje se distribuyen de acuerdo a:

A.P. Rural (ESSBIO) = 49%
A.P. Urbano (ESSBIO) = 35%
Pozos Particulares = 16%

Por otro lado, la explotación de aguas subterráneas con fines industriales se localiza en sectores bien definidos:

i) Sector San Carlos - Chillán
ii) Sector Industrial Talcahuano
iii) Sector Forestal Coelemu

Finalmente, con relación a la explotación del recurso subterráneo con fines agrícolas, es nula en los meses de invierno y en las otras épocas es utilizado sólo como complemento de los recursos superficiales, razón por la cual su explotación global para esos fines es relativamente baja.

El área que actualmente se beneficia con regadío proveniente de recurso subterráneo es del orden de 400 há, pudiendo llegar a más de 600 há al entrar en operaciones los pozos que para este fin fueron perforados a comienzos de 1990.

El volumen anual extraído en la actualidad alcanza 3,69 millones de m3/año.

A partir de la tasa de aumento del número de pozos construidos a lo largo de los años, se puede señalar lo siguiente:

- La mayor construcción de pozos se da en los años 1959-60, alcanzando aproximadamente al 15% del total actual.
- A pesar de la sequía ocurrida a fines de la década del 60, no se produjo un aumento notorio en la perforación de pozos.
- En los últimos años, a partir de 1985, se ha construido cerca del 20% del total de pozos existentes en la zona.

b) Hidrogeología Cualitativa

La geomorfología de área está caracterizada por la presencia de cinco unidades: Planicie Litoral, Cordillera de la Costa, Depresión Central, Precordillera y Cordillera los Andes.

En el Cuadro I.4-13 se presenta un resumen descriptivo de cada una de las unidades.

Por otro lado, la geología regional de la zona de estudio se representó en un mapa escala 1:250.000 identificando las diferentes unidades o formaciones que existen en el área (Plano Nº31).

En la zona se presentan cuerpos intrusivos cristalinos (Cordillera de la Costa y Andina), metamórficos (Cordillera de la Costa), sedimentarios y volcánicos de amplia extensión areal (Depresión Central y Cordillera de los Andes).

Se llevó a cabo una descripción geológica a escala regional de las siguientes formaciones reconocidas: Basamento Metamórfico, Basamento Cristalino (Batolito Costero, Intrusivos Costeros, Intrusivos Andinos), Formación Santa Juana, Formación Río Blanco, Formación Cura-Mallín, Formación Curanilahue.

Las formaciones antes mencionadas presentan una escasa importancia hidrogeológica, mientras que las formaciones del Terciario y Cuaternario son de mayor importancia desde este punto de vista.

Las formaciones del Cuaternario se presentan en forma global como de origen sedimentario-volcánico y constitución fluvioglacio-volcánico.

En el análisis descriptivo de la Geología del Cuaternario, se utilizó el enfoque de Varela y Moreno (1982), desarrollando una descripción de las siguientes formaciones: Formación Cola de Zorro, Abanico de San Carlos, Abanico de Niblinto - Bustamante, Cono El Carmen y Cono Minas del Prado, Abanico de Chillán, Cono de Coihueco, Abanico Piroclástico de San Ignacio, Abanico de Pemuco, Sedimentos de Arenas de Itata - Laja, Sedimentos de Terrazas y Valles Actuales.

CUADRO I.4-13 DESCRIPCION UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

UNIDAD	CARACTERISTICAS
Planicie Litoral	- Se distribuye en forma discontinua de Norte a Sur - Presenta alturas medias de 10 a 40 m.s.n.m.
Cordillera de la Costa	- Relieve aplanado que no sobrepasa a los 800 m.s.n.m. - Presenta una gradual reducción de su altura hacia el Sur, terminando en un relieve envejecido y fuertemente aplanado en las inmediaciones del río Bío-Bío.
Depresión Central	- Fosa tectónica localizada entre la Cordillera de la Costa y Cordillera de Los Andes - Alcanza una altura media de 150 m.s.n.m. - Llanura amplia de superficie ondulada - La máxima amplitud la alcanza cerca de los 40 km. de la zona de Chillán, reduciéndose paulatinamente hacia el Sur. - Constituye un relleno apto para contener acuíferos, no de gran extensión debido al carácter heterogéneo de éste.
Precordillera	- Altitud va de 400 a 500 m.s.n.m. - Su origen es sedimentario con acumulaciones de materiales volcánicos, glaciales y fluviales.
Cordillera de Los Andes	- Relieve abrupto con cumbres de entre 1800 a 2000 m.s.n.m. - Presenta depositaciones piroclásticas, mezcladas con material degradacional. - El drenaje está controlado en forma importante por la tectónica.

La descripción de las formaciones acuíferas se llevó a cabo en base a la interpretación del Cuaternario y de la elaboración de 4 perfiles estratigráficos, donde estos últimos presentaron una orientación general Norte-Sur (Plano Nº30).

Por último, en base al análisis efectuado anteriormente, se concluyó que la potencia del relleno estaría comprendida entre 100 y 200 m, en algunos sectores sería superior a los 250 m. La mayor parte de los acuíferos son del tipo confinado y en menor proporción semiconfinados. Acuíferos libres se ubican principalmente en las cercanías de los cauces de ríos y esteros.

c) Hidrología Cuantitativa

El patrón general del flujo subterráneo muestra una tendencia de escurrimiento similar al de la cuenca hidrográfica, con una orientación preferente SE-NW.

Se trazaron las curvas isofreáticas o equipotenciales cada 25 m, respecto del nivel del mar, abarcando todo el valle (Plano Nº32). Además, se ubicaron zonas con distintos rangos de profundidad del nivel saturado, comprendiendo rangos cada 5 m de 0 a 25, y mayores a 25 m (Plano Nº33).

En la interpretación espacial del coeficiente de transmisibilidad, se tomaron en cuenta los valores obtenidos de las pruebas de agotamiento y de las pruebas de gasto constante, cuando estas eran confiables. Dicha información se tradujo en un plano (Plano Nº34), donde se consideró una discretización espacial para diferentes rangos de transmisibilidad.

En general, en zonas próximas a cauces de ríos y esteros, se tienen valores altos de transmisibilidad, alcanzando hasta más de 6.000 m2/día, pero constituyen valores puntuales y típicos de napas conectadas directamente con el curso superficial. En cambio, la característica general en las formaciones cuaternarias, señala valores de transmisibilidad relativamente bajos, la mayoría menores de 500 m2/día.

Se llevó a cabo un balance general del sistema de aguas subterráneas en la Depresión Intermedia del valle, calculando caudales subterráneos entrantes y salientes a esta zona. A partir de curvas equipotenciales y las transmisibilidades establecidas por zonas, se logró establecer que el caudal total de bombeo en términos medios anuales asciende a alrededor de 450 l/s y el caudal neto de recuperación alcanzaría aproximadamente 180 l/s. Lo anterior se calculó considerando 700 l/s, 70 l/s como caudales entrantes al sector Oriental y salientes del sector Occidental, respectivamente.

A modo de resumen de los antecedentes y facilitar el análisis posterior respecto a captaciones subterráneas tipo recomendables, fueron definidos cinco sectores con características hidrogeológicas relativamente similares; dicha sectorización se presenta en el Plano Nº30. Esos sectores correpondieron al Interfluvio Costero, Planicie Costera en la zona de Concepción y a la Depresión Intermedia del valle del río Itata dividida en tres zonas: sector Norte, sector Poniente y sector Central Sur.

Con relación a las posibilidades de nuevas captaciones, se presenta en el Cuadro I.4-14 las captaciones tipo recomendadas para cada sector característico.

CUADRO I.4-14 CAPTACIONES TIPO PARA CADA SECTOR CARACTERISTICO

SECTOR	PROF (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	N.E. (m)	G.E. (l/s/m)
A. Interfluvio oriental ríos Ñiquén y Ñuble	50	30	20	5,0	2,0
B. Junta ríos Itata y Ñuble	45	15	15	5,0	2,0
C. Chillán-San Ignacio-Pemuco					
Norte (Chillán)	150	50	30	5	2,0
Centro (San Ignacio)	125	20	20	10	2,0
Sur (Pemuco)	60	15	25	10	2,0

Finalmente, en los Cuadros I.4-15, I.4-16 y I.4-17 se consignan las características principales de las captaciones, los costos de construcción y los costos anuales de explotación, para cada uno de los 5 sectores anteriormente definidos, respectivamente.

CUADRO I.4-15 CARACTERISTICAS DE LAS CAPTACIONES

Sector	Prof. (m)	Q (l/s)	Altura de Elevación (m)	Pot. (HP)	Diámetro Hábil Pulg.
A Interfluvio Ñiquén-Ñuble	50,0	30,0	30,0	25	8,0
B Junta Itata-Ñuble	45,0	15,0	25,0	10	8,0
C Chillán-San Ignacio Pemuco					
Norte	150,0	50,0	40,0	50	12,0
Centro	125,0	20,0	30,0	15	8,0
Sur	60,0	15,0	35,0	15	8,0

NOTA : POT = 0.0264 * Q * H

CUADRO I.4-16 COSTOS DE CONSTRUCCION (miles US$ por pozo)

Sector	Perf. y Habilit.	Bomba y Motor	Red elec. A.T. y Trans.	Inst. y Puesta en Marcha	Total
A Interfluvio Ñiquén-Ñuble	11,7	8,6	5,8	2,7	28,8
B Junta Itata-Ñuble	10,5	4,9	5,0	2,7	23,1
C Chillán-San Ignacio Pemuco					
Norte	35,0	8,6	6,2	2,8	52,6
Centro	29,2	4,9	5,0	2,7	41,8
Sur	14,0	4,9	5,0	2,6	26,5

CUADRO I.4-17 COSTOS ANUALES DE EXPLOTACION (Miles US$ por pozo)

Sector	Costos Directos		Costos Indirectos. Amortizaciones				TOTAL	Costo Representativo US $/m3
	Energía	Reparaciones, supervisión, gastos grales.	Pozo	Bomba y Motor	Red A.T. y Transformador	Instalaciones		
A. Interfluvio Ñiquén-Ñuble	1,3	1,9	0,4	0,5	0,1	0,1	4.3	0.033
B. Junta Itata-Ñuble	0,6	1,5	0,4	0,3	0,1	0,1	3.0	0.046
C. Chillán-San Ignacio Pemuco								
Norte	2,8	3,5	1,2	0,5	0,1	0,1	8.2	0.038
Centro	0,9	2,7	1,0	0,3	0,1	0,1	5.1	0.059
Sur	0,9	1,7	0,5	0,3	0,1	0,1	3.6	0.056

4.4.4 Pérdidas y Recuperaciones

El análisis de pérdidas y recuperaciones en la cuenca del río Itata, fue formulado en base a un planteamiento teórico general que permitió determinar los retornos de riego sobre la base de lo que se denominó la tasa efectiva. Esto último corresponde a los consumos efectivos de agua, incluyendo pérdidas en la conducción y aplicación del agua a los terrenos, pero tal que si se aplicara, no se producirían retornos de riego.

Se planteó la ecuación de continuidad para los tramos de río, para un acuífero y para una cuenca completa a nivel de piso del valle, estableciendo el papel y la relación entre las variables que intervienen en cada elemento, así como la utilidad de cada planteamiento.

En esta forma el análisis de los tramos de río con los datos de las corridas de aforo y el conocimiento de los niveles freáticos, así como de la red de riego, permitió caracterizar cada tramo en cuanto a pérdidas y recuperaciones.

El balance de la cuenca a nivel de piso del valle permitió obtener la evapotranspiración y la tasa de riego efectiva del valle.

Los antecedentes sobre el agua subterránea entregaron valores sobre los diferentes términos que intervienen en su balance cuando se concibe el acuífero como un embalse de agua subterránea lineal.

Los antecedentes disponibles para el análisis de pérdidas y recuperaciones son escasos. Existen corridas de aforo en los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín las que fueron recopiladas y analizadas en este estudio, complementándose esa información con aforos efectuados en los ríos Ñuble y Chillán durante el mes de Marzo de 1990.

a) Experiencias en el Río Ñuble

El río se dividió en dos tramos. El primero entre de San Fabián y el puente Nahueltoro y el segundo desde este último hasta el camino Longitudinal. Además se englobó todo el río desde San Fabián hasta el Longitudinal.

El primer tramo sería principalmente de recuperaciones, variando de 59 m3/s a cero. El segundo tramo aparece como de infiltraciones o pérdidas desde Octubre a mediados de Febrero; desde Febrero hasta Abril se detectaron recuperaciones. Analizando ambos tramos del río en forma global, este aparece con recuperaciones más importantes al comienzo de la temporada, en primavera, y decrecen a medida que se avanza hacia el verano y fin de temporada.

b) Experiencias en el Río Chillán

Se consideraron 3 tramos y un cuarto que engloba todo el río, desde Esperanza hasta el Longitudinal, obteniéndose los valores consignados en el Cuadro I.4-18.

CUADRO I.4-18 PERDIDAS Y RECUPERACIONES RIO CHILLAN

TRAMO	PERDIDAS (m3/s)	RECUPERACIONES (m3/s)
Esperanza - Puente Pinto	0,02 - 2,90	0,08 - 1,45
Puente Pinto - Puente El Saque	0,22 - 1,11	0,01 - 2,30
Puente El Saque - Camino Longitudinal	0,01 - 0,33	0,01 - 7,60
Esperanza - Longitudinal	0,02 - 0,44	0,45 - 6,08

c) Experiencias en el Río Diguillín

El río fue dividido en 3 tramos con las siguientes pérdidas y recuperaciones respectivas, presentadas en el Cuadro I.4-19.

CUADRO I.4-19 PERDIDAS Y RECUPERACIONES RIO DIGUILLIN

TRAMO	PERDIDAS (m3/s)	RECUPERACIONES (m3/s)
San Lorenzo y Renegado - Puente Urrutia		16,70 - 4,50
Puente Urrutia - Puente Sta. Isabel	0,26 - 2,33	0,09 - 1,80
Puente Sta.Isabel - Camino Longitudinal	0,03 - 0,55	0,46 - 5,18

Finalmente, fueron calculadas las pérdidas y recuperaciones a partir de mediciones efectuadas durante marzo de 1990, para los ríos Ñuble y Chillán. En ambos casos, aceptando ciertas desviaciones, las cifras calculadas mostraron cierto grado de concordancia con las de la Dirección de Riego del período 1956 - 1957.

4.4.5 Calidad de Aguas

Esta parte del estudio tiene por finalidad determinar la calidad del agua en el área de proyecto.

Para ello se abordó el análisis de las aguas superficiales y subterráneas para su uso en riego y para consumo potable, siguiendo las directrices dadas por la FAO y las normas chilenas, respectivamente. El análisis fue efectuado sobre la base de ciertos parámetros representativos de la calidad del agua para un uso determinado.

Los antecedentes de calidad de las aguas provienen de ESSBIO VIII Región (ex SENDOS), de los estudios hidrogeológicos que se han efectuado para los programas de agua potable rural (A.P.R), y de análisis efectuados para el presente estudio en diversos cauces superficiales de la cuenca del río Itata y del sector costero. En éstos últimos, se consideró parámetros físicos, químicos, bacteriológicos (coliformes totales y fecales) y algunos pesticidas. Las muestras se efectuaron para dos períodos del año; el final del período de estiaje (Marzo 1990) y luego de iniciadas las lluvias (Mayo 1990).

Las normas o recomendaciones que permitieron efectuar los análisis comparativos fueron las siguientes:

- La Calidad del Agua en la Agricultura. Estudio FAO Nº29 Rev.1. 1987. De éste se escogieron directrices generales para evaluar la calidad del agua para su empleo en riego.

- Norma Chilena Nch 409/1 of.84. Agua Potable. Parte 1: Requisitos y Nch 777 of. 71. Como base para el análisis de la calidad del agua para uso potable.

a) Análisis de la Calidad del Agua para Riego

La evaluación de la calidad del agua para riego se relacionó con tres aspectos: salinidad, toxicidad y capacidad de infiltración, que son aquellos que considera la FAO. Se empleó las directrices de FAO porque la norma Chilena está en revisión.

Tanto para aguas auperficiales como para subterráneas, el área de estudio se dividió en cuatro grandes sectores correspondientes a: zona costera entre río Itata y la ciudad de Concepción y el Valle Central dividido en un sector Norte, Centro y Sur.

b) Análisis de la Calidad del Agua para Uso Potable

Se utilizaron los requisitos químicos presentes por la norma Nch 409/1 of-1984. Agua Potable. Requisitos. En cuanto a la calidad bacteorológica de las aguas, ésta se evaluó basándose en la norma Nch 777 of-1971.

c) Conclusiones Generales sobre la Calidad de Aguas

La evaluación general de los antecedentes de calidad del área de estudio indicó que las aguas superficiales y subterráneas son de calidad similar: baja salinidad y tendencia corrosiva.

Las aguas subterráneas presentan, en algunos sectores, problemas de Fe y Mn propios de las condiciones geológicas de las región. Las aguas superficiales sólo presentan problemas de Fe.

Algunas de las aguas superficiales presentan boro, y aún cuando no hay antecedentes para aguas subterráneas, este elemento puede estar asociado a fallas geológicas, áreas geotérmicas o volcánicas.

La estación más afectada por descarga de aguas servidas domésticas es Chillán en Longitudinal. Algo parecido pero en menor escala se observa en Diguillín en Longitudinal y en Ñuble en Puente El Ala. El agua subterránea, por la información analizada, no presenta este tipo de contaminación.

El elevado pH de algunas estaciones como Ñuble en Puente El Ala, Itata en Balsa Nueva Aldea e Itata en Coelemu, está indicando actividad algal o descarga de residuos líquidos básicos. En aguas subterráneas no se observó este fenómeno.

Los antecedentes evaluados indican que no hay efectos de importancia en la calidad en el área de influencia servida por los canales.

En términos globales, no se dispone de información temporal que permita establecer las tendencias que en el largo plazo existen en la calidad de las aguas superficiales. Sin embargo, durante la campaña de terreno correspondiente a este estudio fue posible obtener datos de calidad en un período de estiaje y uno posterior a lluvias intensas sobre la zona. Es así como se pudo observar el efecto de dilución causado por la precipitación, notándose menores concentraciones de los elementos químicos en los muestreos posteriores a lluvias sobre la zona. El mismo tipo de situación se verificó al analizar el Total de Sólidos Disueltos (TSD), en los diferentes puntos de muestreo que presentan análisis en fechas consecutivas.

En lo que respecta a las aguas subterráneas, es posible apreciar que en general no existen grandes variaciones entre los diferentes pozos muestreados, a pesar de corresponder a diferentes fechas. Lo anterior permitió suponer que el sistema subterráneo actúa como un elemento amortiguador en la calidad del agua, evitando que se produzcan variaciones importantes en la concentración de los diferentes elementos químicos.

A partir de lo anterior se puede suponer que a futuro no se debieran producir cambios negativos en la calidad de las aguas subterráneas, sino que se mantendrán características similares a las actualmente existentes.

4.4.6 Arrastre de Sedimentos

El objetivo de este estudio fué estimar los volúmenes de sedimentos arrastrados por los principales cauces del río Itata, a fin de evaluar sus efectos sobre las obras de regulación existentes, o que eventualmente sean proyectadas en la zona.

Los antecedentes utilizados fueron mediciones directas de concentraciones del gasto sólido en suspensión y de caudales medios diarios y mensuales en estaciones sedimentométricas de la cuenca. Las estaciones sedimentométricas existentes se señalan en el Cuadro I.4-20.

CUADRO I.4-20 ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS EN LA CUENCA DEL RIO ITATA-EXTENSION DE REGISTROS DE MUESTREO RUTINARIO

Estación	Area (km2)	Período de registro
Itata en Coelemu		Agosto 1985 - Septiembre 1989
Itata en Balsa Nueva Aldea	4410	Junio 1985 - Octubre 1989
Itata en Cholguán	852	Noviembre 1985 - Octubre 1989
Diguillín en San Lorenzo	162	Junio 1985 - Octubre 1989
Diguillín en Longitudinal	1232	Julio 1985 - Octubre 1989
Ñuble en San Fabián	1709	Junio 1985 - Octubre 1989
Chillán en Confluencia	674	Junio 1985 - Octubre 1989

Se determinaron las tasas específicas de producción de sedimentos por unidad de área (ton/año/km2), y por unidad de área y precipitación media mensual (ton/año/km2/mm), en las cuencas controladas, con el objeto de definir tasas regionales características. Para ello, fueron seleccionadas 3 estaciones fluviométricas con control sedimentométrico, que fueron Ñuble en San Fabián, Diguillín en San Lorenzo e Itata en Cholguán. Los volúmenes de sedimentos estimados consideraron el arrastre en suspensión y el arrastre de fondo.

En la determinación de las tasas regionales de producción de sedimentos en suspensión, fueron calculadas concentraciones medias en cada sección (correlación con la concentración puntual en la misma fecha, a partir del muestreo integrado mensual), curvas de gasto sólido y valor esperado (estadísticas de muestreo rutinario corregidas en cada estación).

Del análisis de los datos y resultados obtenidos, a fin de evaluar la tasa regional de producción de sedimentos, se consideró sólo los valores de las estaciones Ñuble en San Fabián e Itata en Cholguán, por ser similares y conservadores con relación a los de la estación Diguillín en San Lorenzo.

Así, considerando lo expuesto se tienen los siguientes valores calculados y adoptados para efectos de este estudio:

	CALCULADA	ADOPTADA
Tasa Regional (ton/año/km2)	89	100
Tasa Regional (ton/año/km2/mm)	0.046	0.05

a) Producción de Sedimentos y Volúmenes de Sedimentación en Obras de Regulación

Para determinar la producción de sedimentos en las obras de regulación existentes o proyectadas, se consideraron las tasas definidas anteriormente, el área aportante asociada a cada obra, la precipitación anual media asociada a dichas áreas y los antecedentes generales sobre las características de las cuencas asociadas a las obras.

Las obras de regulación consideradas junto con sus características se presentan en el Cuadro I.4-21:

CUADRO I.4-21 CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE REGULACION

Embalse	Area asociada km2	PP anual asociada mm	Volumen de embalse mill. m3
La Punilla	1280	2000	440
San Fabián	37	1800	114
Cato 1	193.4*	1880 *	
Cato 2	151	1930	
Kaiser	38	1890	40
Chillán	191	2000	48
Diguillín Alto	219.2	2000	262
Coihueco	10.3	1550	30

* : considera que no existe el embalse CATO 2

Los resultados obtenidos indicaron que los volúmenes de sedimentos acumulados por los embalses son, en general, pequeños comparados con la capacidad de éstos. Para una vida útil de 500 años, el porcentaje de sedimentos embalsado en relación a la capacidad de la obra, no supera el 6%, excepto en el embalse La Punilla y en el embalse Chillán, en que el valor es de 17% y 23%, respectivamente.

Finalmente, aún cuando la producción de sedimentos en la zona de estudio pudiera ser significativamente mayor que la estimada, los volúmenes muertos de las obras de regulación analizadas seguirán siendo bastante bajos comparados a la capacidad de éstos.

4.5 Aspectos Sociales e Institucionales

4.5.1 Políticas Sectoriales

Los objetivos nacionales para el sector silvoagropecuario apuntan a alcanzar un desarrollo adecuado de éste, a lograr un crecimiento de las exportaciones agropecuarias y forestales, o lograr que el balance de exportaciones e importaciones agropecuarias y forestales sea positivo, y a la regularización de los títulos de propiedad agrícola.

De acuerdo al Plan de Desarrollo VIII Región 1982 - 1989, las principales políticas nacionales del sector silvoagropecuario son: Mercado Libre de Productos, Insumos y Factores, Subsidios Directos e Indirectos, Protección y Control Silvoagropecuario, Derechos de Agua y Obras de Infraestructura y Crédito y Tributación.

4.5.2 Desarrollo Regional

La Estrategia Nacional de Desarrollo Económico Social reconoce en cada una de las regiones del país un importante rol dentro de la políticas en ella establecidas, convirtiendo así a las regiones en elementos activos del desarrollo económico - social.

La Estrategia de Desarrollo Económico entrega al Estado un rol eminentemente subsidiario, concentrando su acción en aquellas áreas que le son propias, y dejando en las otras la iniciativa a la comunidad, asumiendo en ellas un papel normativo.

El Plan Regional de Desarrollo 1982 - 1989 de la VIII Región del Bío-Bío presentó un diagnóstico de cada uno de los sectores. Se analizó la tendencia futura de los sectores sociales mediante un listado de objetivos a alcanzar durante el período del Plan, en tanto que para los sectores productivos y de infraestructura se sintetizaron sus perspectivas de evolución.

El marco global de referencia está dado por los Objetivos y Políticas Nacionales de cada sector, siendo estos: Sector Salud, Sector Económico, Sector Transporte, Sector Energía, Sector Pesca (Subsector Extractivo Industrial, Subsector Industrialización), Sector Industrial y Sector Silvoagropecuario.

4.5.3 Organismos e Instituciones Sectoriales

Los principales organismos o instituciones relacionados con el objetivo del Proyecto Itata son: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Fundación Chile, Corporación Nacional Forestal (CONAF), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Instituto de Desarrollo Agroecuario (INDAP) y otros organismos relacionados.

4.5.4 Población y Empleo

a) Población Total

El crecimiento de la población en el área de estudio entre los dos últimos censos en el período 1970 - 1982 alcanzó un 28,9%, lo que representa un crecimiento anual del orden de 2,4% .

En cuanto a la población urbana, se presenta un aumento de su incidencia de un 76,1% en 1970 a un 82,5% en 1982.

Desde el punto de vista comunal, en general se mantienen las proporciones de población urbana y rural, con excepción de la comuna de Florida.

b) Población Económicamente Activa

La única actividad de los sectores productivos que tiende a aumentar su empleo en el período 1970 - 1982 es Agricultura, Silvicultura y Pesca, que son las actividades más importantes del sector. El sector Industrial, que también tiene importancia en el área de estudio, presenta una disminución en la ocupación.

c) Antecedentes de Empleo por Comuna

Aquellas comunas con un alto porcentaje de población rural concentran el empleo en el sector silvoagropecuario. Entre ellas destacan Ninhue, San Nicolás, Portezuelo, Coihueco, Ranquil, Pinto, Quillón, San Ignacio y El Carmen, que presentan un alto empleo en este sector.

Comunas como Tomé, Talcahuano, Penco y Concepción, cobran importancia en cuanto al empleo en el sector Industria Manufacturera, mientras el sector servicios ocupa población de aquellas comunas que son principalmente urbanas.

4.5.5 Servicios e Infraestructura

a) Servicios

- Salud

El servicio de salud de la VIII Región se compone, en cuanto a recursos físicos, de 26 consultorios urbanos, 24 consultorios rurales y 154 postas. De ellos en la provincia de Ñuble e interfluvios costeros se tienen 5 consultorios urbanos, 14 rurales y 49 postas.

- Educación

El sector educación en la VIII Región está compuesta por establecimientos educacionales municipales, particulares subvencionados, particulares no subvencionados y coorporaciones privadas. En la provincia de Ñuble se cuentan con 428 establecimientos municipales, 47 particulares subvencionados y 3 establecimientos particulares no subvencionados. El total del profesional docente en la provincia es cercano a 500 personas.

b) Infraestructura

- Red Caminera y Puentes

La red vial de la Región consiste en un total de 10.863 caminos, de los cuales 484 son de hormigón, 629 de asfalto, 3853 de ripio y 5879 de tierra.

La red caminera de la VIII Región utiliza numerosos puentes, los que tienen una extensión total de 28,11 km. De éstos, 10.550 m son de hormigón, 4.090 m de hormigón - fierro, 4.980 m de hormigón - fierro - madera, 1.1780 m de fierro - madera, 3.125 m de madera y 4.194 m de hormigón - madera.

- Red Ferroviaria

La red ferroviaria cubre en la región una longitud de 792 km, de los cuales 201 km son parte de la red central y 591 km pertenecen a diversos ramales. De esta extensión, cerca de 254 km se encuentran electrificados, lo que corresponde al 32,1% de la red regional.

- Puertos

La VIII Región cuenta con 7 puertos, de los cuales 3 son de carga general 3 de graneles y 1 de carga líquida. La capacidad instalada total de los puertos de la región es de 11,59 millones de toneladas métricas anuales.

- Aeropuertos

El área de estudio cuenta con dos aeropuertos comerciales; Carriel Sur en Talcahuano y Bernardo O'Higgins en Chillán.

- Energía

El área de estudio pertenece a la Cuarta Zona Eléctrica. Esta zona comprende la VIII Región y la provincia de Malleco de la IX Región.

La generación de la Zona en 1988 alcanzó a los 5.490,3 millones de KWh y el consumo bruto fue de 2.720,4 millones de KWh; la diferencia corresponde a transferencias a otras zonas eléctricas.

La potencia instalada de los autoproductores (PETROX, CAP y IANSA) alcanzó en 1988 a casi 20.000 KW, mientras que en el Servicio Público de Concepción (ENDESA) fue de 23.750 KW. Respecto a generación, en la Región se llegó a niveles de 42.400 KWH.

- Turismo

Los principales lugares de atracción turística del área de estudio son las termas y canchas de ski en Chillán, y la Intercomuna de Concepción que por sus recursos de playa, lagunas, comercio, industrias, universidades, equipamiento para congresos etc., se hace atractiva todo el año.

En el Plano general del área de estudio (Plano Nº1), se ha identificado la ubicación de la infraestructura existente en la zona del proyecto, para servicios. Los sectores considerados han sido salud, educación, justicia, energía, minería y transporte.

5 SITUACION ACTUAL AGROPECUARIA

5.1 Introducción y Metodología

El objeto del presente estudio fué el de diagnosticar la situación agropecuaria de la temporada 88/89 en la cuenca del río Itata, definiendo las características de los predios allí existentes, de manera tal de proporcionar los antecedentes básicos, debidamente desagregados, que permitan la elaboración de proyectos destinados al desarrollo del sector rural.

El universo al cual se dirigió el estudio está conformado por 10.011 propiedades agrícolas, que comprenden 254.009,7 há, de las cuales 81.093,6 há son de riego, 94.603,8 há son suelos de secano asociados a predios de riego, y 78.318,3 há pertenecen a predios exclusivamente de secano.

El estudio abarcó total o parcialmente las comunas de Chillán, San Carlos, Ñiquén, San Fabián, Coihueco, Pinto, San Ignacio, Portezuelo, Treguaco, Ninhue y San Nicolás, todas las cuales pertenecen a la provincia de Ñuble, VIII Región. Adicionalmente, se analizaron casos puntuales que responden a un estudio complementario de suelos y que comprenden las localidades de Nueva Aldea, Coelemu, Vegas de Itata y estero Coyanco.

La metodología del estudio se basó en el análisis de los predios insertos en el área. Con dicho propósito durante los meses de marzo y abril de 1990 se realizó una encuesta a 262 propiedades, utilizando para estos efectos el criterio de estratificación propuesto por la Comisión Nacional de Riego, consistente en establecer doce categorías de tamaño predial, según se indica en el Cuadro I.5-1.

CUADRO I.5-1 CATEGORIAS DE TAMAÑO PREDIAL

SECTOR REGADO	
ESTRATO	SUPERFICIE (há)
1	0 - 5
2	5 - 15
3	15 - 30
4	30 - 50
5	50 - 100
6	100 - 500
No definida	Mayor de 500
SECTOR SECANO	
ESTRATO	SUPERFICIE (há)
7	0 - 30
8	30 - 50
9	50 - 150
0	150 - 500
No definida	Mayor de 500

En el caso de los predios con superficies mayores a 500 há, tanto en el sector regado como en el de secano, no se definieron estratos debido a su escasa participación.

Los resultados de la encuesta fueron expandidos a la totalidad de los predios que conforman la cuenca del río Itata, considerando para dicho efecto la estructura predial existente en los 24 sectores en que fue dividida la misma. Estos sectores, definidos como "Sectores de Riego", correspondieron a agrupaciones territoriales que tienen en común una fuente de recursos hídricos y/o el destino de sus aguas de drenaje. El uso de los suelos determinado correspondió a los recursos naturales presentes en cada sector, según los criterios de restricción agronómica utilizados.

Posteriormente se analizó la situación actual agropecuaria mediante la definición de unidades productivas relevantes, denominadas "Predios Tipo", que son unidades prediales homogéneas, por sector de riego, estrato de tamaño y calidad de suelos lo que condiciona sus singulares estructuras productivas y cuyas características son el representar, por Estrato de Tamaño, a todos los predios que ocuparen a lo menos el 75% del área de cada Sector de Riego, añadiendo un nuevo elemento, la Unidad de Manejo, que agrupa los suelos por Capacidad de Uso y potencial de desarrollo. Se definieron cinco Unidades de Manejo agronómicamente relevantes, (A a E), considerando posteriormente sólo aquellas que ocuparan a lo menos el 75% de la superficie total de cada sector. La adición de esta última característica significó establecer nuevas restricciones a las actividades agropecuarias, ya que la calidad de los suelos incide en la producción de los predios a través de los rendimientos, situación que se reflejó en los resultados económicos obtenidos por éstos.

Finalmente, los resultados de los "Predios Tipo" se compararon entre sí mediante el uso de una nueva categoría de análisis, el "Ingreso Mínimo Objetivo". Este, que se definió como la cantidad de recursos que le permite a un productor subsistir junto a su familia sin necesidad de recurrir a fuentes complementarias de ingresos, facilitó en gran medida el dimensionar la marginalidad social existente en el área.

Los proyectos de desarrollo en el sector agropecuario pueden tener diversos objetivos y medios para alcanzarlos, siendo primordial obtener el desarrollo social en su conjunto. El desarrollo del sector rural se puede lograr en parte con proyectos que presenten un mayor énfasis en los problemas sociales del agro, situación que implica, sin desconocer el aporte de las propiedades menores a la producción nacional, actuar sobre una gran cantidad de productores que trabajan unidades de escasa superficie, los cuales presentan en muchas ocasiones grados de marginalidad social significativos. Por otra parte, si el objetivo consiste en incrementar sustancial y rápidamente la producción y productividad agropecuaria, la realidad de la zona puede aconsejar actuar sobre pocos predios, que controlan normalmente la mayor parte de la superficie involucrada y constituyen en muchas ocasiones grupos de productores con mejor receptividad a la modificación de las variables tecnológicas, situación que les facilita la opción de soluciones empresariales más exigentes.

5.2 Infraestructura de Riego

2.1 Generalidades

El objetivo básico fué caracterizar en forma completa la Infraestructura de Riego existente en la cuenca del río Itata. Se consideró la ubicación física de los canales, la organización de los regantes, forma de distribuir el agua y sus controles, estado de conservación de los canales y sus obras de arte, tipo de terreno en que están excavados, capacidades de conducción y las áreas regadas y regables en las condiciones actuales de la red de riego.

Los antecedentes utilizados correspondieron al "Catastro General de Usuarios de Aguas de la Subcuenca del río Ñuble y sus Afluentes, VIII Región" elaborado por la firma CEPA Ltda. en el año 1987, y el "Catastro de Usuarios de Aguas de los ríos Itata y Diguillín, VIII Región", elaborado por la firma REG Ingenieros Ltda. en 1986.

La metodología de trabajo consistió principalmente en:

- Recopilación de los antecedentes
- Revisión y verificación con mosaicos de hidrología del CIREN-CORFO
- Recorrido en terreno efectuando entrevistas con las Juntas de Vigilancia, entrevistas con celadores, entrevistas con Asociaciones de Canalistas o Comunidades de Aguas y recorridos de terreno a todos los canales de los ríos.

Terminados los trabajos de terreno se elaboró la caracterización de la situación actual, considerando todos los antecedentes obtenidos tanto en oficina como en terreno.

En los Planos Nº35 al 38 escala 1:50.000 se presenta la ubicación en planta de los canales de regadío existentes.

5.2.2 Red de Riego Existene

Río Ñiquén y sus Afluentes

En el Cuadro I.5-2 se incluye un resumen de canales del río Ñiquén, la superficie que riegan según el Catastro de Usuarios, los derechos sobre el río y los derechos sobre el canal Perquiñiquén. Se incluye además un resumen de los esteros afluentes al río Ñiquén, y la superficie que riegan los canales que abastecen.

CUADRO I.5-2 RIO ÑIQUEN Y SUS AFLUENTES

	SUPERF. (há)	DERECHOS (conc)		LONGITUD (km)
		ÑIQUEN	DIGUA	
Total Canales Río Ñiquén	482,03	358,0	311,1	52,8
Total Afluentes	2616,25			230,3
Total Hoya	3098,28			283,1

Río Ñuble y sus Afluentes

En el Cuadro I.5-3 se indican los canales más importantes del río, junto con la superficie que riegan, los derechos concedidos y la longitud total incluyendo derivados, subderivados y sub-subderivados.

CUADRO I.5-3 CANALES PRINCIPALES RIO ÑUBLE

CANAL	SUPERF. (há)	DERECHOS (conc)	LONGITUD
Virgüin	6182,99	3300,0	167,5
Zemita	1582,57	1010,0	36,5
Green y Maira	4060,85	1104,0	146,8
Lilahue o Merino y Moreira	1606,90	1083,0	64,1
Chacayal del Sur	1620,42	1000,0	25,3
Collico	1400,61	705,0	37,2
Municipal	1392,94	1020,0	61,3

Con respecto a los canales de los afluentes del río Ñuble, se tiene una superficie total de riego de 1.127,98 há con una longitud total de 133,8 km.

Río Changaral y sus Afluentes

En el Cuadro I.5-4 se presenta un resumen de los esteros que forman la subcuenca del río Changaral con la superficie respectiva y la longitud total de los canales allí existentes.

CUADRO I.5-4 CANALES RIO CHANGARAL Y SUS AFLUENTES

	SUPERF. (há)	LONGITUD (km)
Total Río Changaral	165,40	18,5
Total Estero Navotavo	712,12	29,8
Total Afluentes	1728,33	219,7
Total Hoya	2605,85	268,0

Río Cato y sus Afluentes

En el Cuadro I.5-5 se indica el total de canales de los ríos Cato, Niblinto y Coihueco.

CUADRO I.5-5 CANALES RIO CATO, NIBLINTO Y COIHUECO

	SUPERF. (há)	LONGITUD (km)
Total Río Cato	3274,71	100,1
Total Afluentes Río Cato	667,72	94,2
Total Río Niblinto	1879,23	85,3
Total Afluentes Río Niblinto	8,55	2,5
Total Río Coihueco	2234,68	113,2
Total Afluentes Río Coihueco	619,12	103,2
Total Hoya	8684,01	498,5

Río Chillán y sus Afluentes

En el Cuadro I.5-6 se consignan el total de canales del río Chillán y el total de canales de los alfuentes del río.

CUADRO I.5-6 RIO CHILLAN Y SUS AFLUENTES

	SUPERF. (há)	DERECHOS (conc)	LONGITUD (km)
Total Canales Río Chillán	5084,03	1012,60	533,0
Total Afluentes	816,82		257,1
Total Hoya	5900,85		790,10

Río Larqui y sus Afluentes

La superficie total regada por los canales del río Larqui alcanza las 24,77 há y la longitud total es de 84,9 km.

Por otro lado, el total de canales de los afluentes del río Larqui riegan 919,22 há y la longitud total es de 284,4 km.

Río Diguillín

En el Cuadro I.5-7 se resume la superficie regada, los derechos otorgados y la longitud del total de los canales del río Diguillín y sus afluentes.

CUADRO I.5-7 CANALES RIO DIGUILLIN Y SUS AFLUENTES

	SUPERF. (há)	DERECHOS (acc)	LONGITUD (km)
Total Canales Diguillín	11512,96	2198,01	855,7
Total Canales Afluentes	4407,49		599,6
Total Hoya	15920,45		1455,3

Río Itata e Interfluvios

El total de canales del río Itata (aguas abajo del río Larqui) riegan 15,50 há mientras que los afluentes riegan 151,15 há y la longitud total es de 15,3 km.

5.2.3 Regulación Nocturna y Pérdidas en Canales

De cerca de 74.000 há regadas, sólo un máximo de 19.000 há son regadas mediante regulación nocturna. Los tranques existentes son todos de tierra, sin desarenadores, con obras de entrega muy simples, con compuertas de fondo y vertederos pequeños, con una mantención regular.

En el Cuadro I.5-8 se incluye un resumen de la capacidad actual de regulación en el área a nivel de canales, indicando la fuente, la capacidad de regulación y la superficie máxima regada.

CUADRO I.5-8. RESUMEN TRANQUES NOCTURNOS

FUENTE	CAPACIDAD (m3)	SUPERFICIE (há)
Ñiquén	56000	116
Ñuble	1025650	10701
Niblinto	88510	969
Cato	42000	648
Chillán	75915	714
Diguillín	392100	4599
Esteros	232805	924
Quebradas	82240	29,3
Derrames	340217	150,5
Vertientes	95476	60,7
Tranques	366300	121

Pérdidas en Canales

La mayor parte de las pérdidas provienen de robos de agua que sufren los canales, especialmente aquellos con mayor recorrido.

Fueron considerados 3 tipos de terreno para evaluar las pérdidas en canales, los cuales fueron el lecho del río, terraza de río y terraza de cultivo.

El lecho del río es donde se producen las mayores pérdidas, pero éstas vuelven directamente al río y pueden ser aprovechadas más abajo.

Para el cálculo de las pérdidas se utilizó la fórmula de Moritz, que considera el tipo de suelo, velocidad del agua, perímetro mojado, etc., factores que inciden en mayor o menor grado en las pérdidas.

Los cálculos de las pérdidas se efectuaron a nivel de río para el caudal máximo y para caudales iguales a un 75%, 50% y 25% de dicho caudal máximo.

En el Cuadro I.5-9 se presenta un resumen de las pérdidas como porcentaje del promedio ponderado que resulta para el caudal máximo en los canales de los ríos Ñiquén, Ñuble, Cato y sus afluentes, Chillán y Diguillín.

CUADRO I.5-9 PERDIDAS PARA CAUDAL MAXIMO (%)

RIO	PERDIDAS (%)
Ñiquén	12,4
Ñuble	12,2
Cato	12,6
Niblinto	8,7
Coihueco	10,3
Chillán	17,7
Diguillín	16,6

Las conclusiones más relevantes que pueden obtenerse del estudio de la infraestructura de riego son:

- La red de riego existente es poco racional, con un exceso de canales, muchos de los cuales corren paralelos por varios kilómetros.

- El excesivo entrecruzamiento de los canales multiplica las obras de arte, con el consiguiente aumento en los costos de mantención.

- La baja permeabilidad de los terrenos evita que existan excesivas pérdidas por conducción debido a la gran cantidad de canales.

- Con excepción de los ríos Ñuble y Diguillín, el sistema del Embalse Coihueco y el canal de la Luz Cato, en el resto del área existe una gran desorganización y una total falta de control sobre los caudales captados por los canales.

- La regulación nocturna tiene poco desarrollo en el área del estudio y la mantención de los pocos tranques existentes es sólo regular.

- Las pérdidas por infiltración en los canales son mayores en los ríos Chillán y Diguillín debido principalmente a la excesiva cantidad de canales de gran longitud y pequeño caudal.

Finalmente, para la operación del Modelo de Simulación Hidrológica, se presentaron los antecedentes anteriormente descritos a nivel de sectores, entre los que se cuentan: derechos, pérdidas, capacidad de canales y capacidad de regulación.

Los derechos se indicaron sólo para los sectores cuya fuente está en los ríos Niquén, Ñuble, Chillán o Diguillín, ya que son los únicos que cuentan con una situación de derechos establecidos.

Las pérdidas correspondieron a los promedios ponderados para los ríos que abastecen a cada uno de ellos.

La capacidad de los canales incluyeron sólo los canales que derivan de fuentes primarias, es decir no se incluyeron aquellos que derivan de esteros, derrames o vertientes, cuyas aguas provienen principalmente de recuperaciones del riego.

5.3 Situación Actual

Una adecuada definición de la situación actual agropecuaria debe aportar al planificador las características de las propiedades existentes en el área geográfica, debidamente desagregadas, de manera tal que le permita optar por algunas de las alternativas mencionadas anteriormente.

En la cuenca del río Itata, la superficie y número de predios por Estrato de Tamaño es la que se indica en el Cuadro I.5-10.

CUADRO I.5-10 SUPERFICIE Y NUMERO DE PREDIOS POR ESTRATO DE TAMAÑO

ESTRATO DE TAMAÑO	NUMERO DE PREDIOS	SUPERFICIE — RIEGO há	RIEGO %	SECANO há	SECANO %	TOTAL há	TOTAL %	MEDIA há
1	4.599	8.303,7	10,24	19.580,1	11,32	27.883,8	10,98	6,1
2	1.694	15.872,5	19,57	25.070,4	14,50	40.942,9	16,12	24,2
3	935	20.082,6	24,76	17.638,3	10,20	37.720,9	14,85	40,3
4	287	10.925,6	13,47	11.525,0	6,67	22.450,6	8,84	78,2
5	199	14.088,7	17,37	13.148,8	7,60	27.237,5	10,72	136,9
6	76	11.820,5	14,58	7.641,2	4,42	19.461,7	7,66	256,1
7	1.641	---	---	19.167,8	11,09	19.167,8	7,55	11,7
8	216	---	---	8.283,4	4,79	8.283,4	3,26	38,3
9	246	---	---	20.253,7	11,71	20.253,7	7,97	82,3
0	118	---	---	30.607,4	17,70	30.607,4	12,05	259,4
TOTAL	10.011	81.093,6	100,0	172.916,1	100,0	254.009,7	100,0	25,4

Las pequeñas propiedades agrícolas, definidas éstas como los predios comprendidos en los estratos 1, 2, 7 y 8, suman 8.150 unidades, lo que representa el 81,4% de los predios existentes en el área y abarcan una superficie de 96.277,9 há, equivalente al 37,9% del área total de la cuenca. La superficie anterior está conformada por el 29,8% del total de los terrenos de riego y por el 41,7% de los suelos de secano. Las propiedades mayores, compuestas por el resto de los estratos, suman sólo 1.861 predios, representando el 18,6% del total de propiedades del área y comprenden una superficie de 157.731,8 há, equivalente al 62,1% del área total de la cuenca, concentrando el 70,2% de los suelos de riego y el 58,3% de los de secano.

El análisis de la estructura de la tenencia de la tierra, propietarios, arrendatarios, etc, indicó que no se presentan grandes diferencias entre los predios pequeños y los de mayor superficie. Los únicos casos dignos de destacar se refieren a las sucesiones, que en la pequeña propiedad representan el 8,8% y en las propiedades mayores el 2,2%; los arriendos, cuya incidencia es el 2,5% y 6,7%, respectivamente; y la mediería que se manifiesta en el 20,3% de los predios pequeños y en el 25,1% de los predios mayores.

El examen de los servicios básicos con que cuentan ambas agrupaciones permitió establecer en ellas una notoria cerencia de energía eléctrica y medios de comunicación. Con relación a lo anterior el 40,3% de los predios pequeños no tienen energía eléctrica y el 30,1% de los mismos no poseen receptores de radio, televisión ni teléfono. En las propiedades mayores, estos mismos elementos están ausentes en el 34,1% y 22,2% de los casos, respectivamente. En el caso del agua para la bebida, el 2,2% de los predios menores carece de ésta y el 0,8% de los predios de mayor superficie presentan la misma situación. El análisis de la procedencia del agua, indica que ésta proviene de mejores fuentes en las propiedades mayores, las que informaron en un 11,8% estar conectadas a la red de agua potable y en un 6,2% poseer agua de vertiente, porcentajes que bajan en los predios pequeños al 4,6% y 3,7%, respectivamente.

La revisión de las cifras relativas a la dotación de tractores, maquinaria e implementos agrícolas y vehículos motorizados, permitió deducir que los predios de mayor superficie, que representan el 18,6% del total de las propiedades de la cuenca, poseen más de la mitad de los tractores, implementos para los mismos y carros de arrastre, controlando además el 50% de las camionetas y vehículos ligeros de carga. El único campo en el cual se destacaron notoriamente los predios menores es, como es lógico, el referente a los implementos de tiro animal, los cuales en un 78,9% están presentes en esta categoría de propiedades. No obstante lo anterior, la relación superficie/tractor denotó una situación diferente, dado que en las propiedades pequeñas ésta alcanza a 132,4 há por unidad si se considera la superficie total, y 33,3 há por unidad si se contempla sólo los suelos regados, siendo por tanto más favorable que la que se da en los predios mayores, que es de 148,4 há por unidad y 53,5 há por unidad, respectivamente.

Los resultados referentes a la asistencia e información técnica, revelaron que el 15,3% de los predios pequeños contaron con asistencia técnica y el 24,1% de los mismos recibieron revistas especializadas en materias agropecuarias. Por el contrario, y sin que esto represente una buena cobertura, la asistencia técnica a los predios mayores alcanzó al 39,1% de éstos, y la recepción de revistas especializadas al 58,1% de ellos.

Con respecto al financiamiento de las actividades y las fuentes de recursos, la información obtenida permitió inferir que durante la temporada 1988/89 la inversión en ambas categorías de predios estuvo prácticamente ausente, dado que el 97,7% de ellos no registró inversiones de ninguna naturaleza. Por otra parte, al revisar las estructuras de financiamiento del capital de trabajo, se constató que los predios mayores tienen un mejor acceso al crédito, ya que el 34,1% de éstos manifestó que lo había financiado con crédito y recursos propios, un 7,7% declaró haber percibido anticipos a cuenta de producciones futuras, y un 58,2% informó que sólo había contado con recursos propios. En cambio, estas mismas fuentes, representaron en los predios menores el 14,7%, el 2,0% y el 83,3%, valores que representan la escasa participación que tiene el crédito en la formación de capital de trabajo en esta categoría.

En lo relativo a la gestión empresarial se analizaron varios aspectos dignos de ser destacados. El primero de ellos se relacionó con los administradores, los que tienen más presencia en los predios de mayor superficie, dado que un 22,4% cuenta con ellos. Por lo contrario, sólo en el 6,7% de los predios menores se pudo detectar la existencia de administradores. El nivel educacional de los mismos presentó la especial situación que es superior en los predios de menor superficie, en desmedro de aquellos que laboran en los predios mayores.

Un segundo aspecto es el referente al tiempo dedicado por los tenedores de los predios a la atención de los mismos. Sobre esta materia la expansión efectuada demostró que en las dos categorías prediales, aquellos que le dedican tiempo completo y media jornada es similar.

La existencia de registros prediales de administración y de producción tiene poca presencia en ambas categorías de predios, a pesar que su ausencia es notoriamente superior en las propiedades menores. A vía de ejemplo, la libreta de asistencia del personal existía sólo en el 3% de los predios menores y en el 15,5% de los mayores, y el registro de control de producción estaba presente en el 5,5% de los predios menores y en el 14,7% de los predios de mayor superficie. Sobre este aspecto es posible que la cantidad de asalariados y el nivel de actividades desarrolladas justifiquen en los predios de menor superficie su ausencia, situación que no es tan clara en los predios mayores.

La información respecto a la existencia del libro de registro de Impuesto al Valor Agregado y la posesión de Guías de Despacho y Facturas, denotó que se está en presencia de un sector que actúa en gran medida al margen de la legislación tributaria. En efecto, el 32,9% de los predios pequeños mantiene el libro de IVA y el 41,0% de los mismos poseen Facturas y Guías de Despacho. La situación en los predios mayores es mejor, pero en modo alguno revela por parte de los mismos un cumplimiento cabal de la legislación tributaria, dado que el 66,9% de éstos manifestó poseer libro de IVA y el 70,7% tener Guías de Despacho y Facturas.

Finalmente, el interés de llevar a cabo proyectos o acciones tendientes a mejorar o regularizar el abastecimiento y derechos de agua de riego se manifiesta con mayor intensidad en las propiedades mayores. La revisión de la información proporcionada en 209 predios de riego encuestados, dió por resultado la existencia de 41 proyectos o acciones a emprender, 30 de los cuales se presentaron en los predios de los estratos 3, 4, 5 y 6, que corresponden a los de mayor superficie. Los proyectos o acciones mayormente mencionados fueron aquellos relativos a la construcción de tranques, perforación de pozos, la regularización de los derechos de agua y el mejoramiento de los canales.

En el Cuadro I.5-11 se presenta en forma resumida el uso de los suelos en la cuenca del río Itata, discriminando entre los predios menores y mayores.

Del Cuadro I.5-11 se desprende que los rubros más extendidos al interior de la cuenca son las praderas (naturales, mejoradas y artificiales) que ocupan 151.089,4 há, equivalentes al 59,5% de la superficie total. Siguen en importancia los cultivos con 54.969,7 há (21,6%), la vid vinífera con 4.127,6 há (1,6%) y los frutales con 1.452,1 há (0,6%).

La estructura productiva de los predios pequeños y medianos en comparación con los de mayor extensión manifestaron diferencias de cierta significación. En efecto, los huertos frutales industriales casi están ausentes en los predios menores; la superficie destinada a cultivos anuales representa el 18,7% del total del área en los predios pequeños y el 23,4% en las propiedades mayores; y las praderas, porcentualmente, tienen más presencia en los predios menores (62,3% del área total), que en las propiedades mayores, las cuales destinan el 57,8% de la superficie a ellas.

CUADRO I.5-11 USO DE LOS SUELOS (Temporada 1988/89)

RUBRO	TOTAL CUENCA há	%	PREDIOS MENORES há	%	PREDIOS MAYORES há	%
Frutales	1.452,1	0,6	17,4	1,2	1.434,7	98,8
Uva Vinífera	4.127,6	1,6	1.287,7	31,2	2.839,9	68,8
Cultivos:	54.969,7	21,6	17.985,4	32,7	36.984,3	67,3
- Trigo	23.279,5	42,3	9.958,8	42,8	13.320,7	57,2
- Remolacha	10.410,0	18,9	1.669,0	16,0	8.741,0	84,0
- Arroz	8.690,0	15,8	2.015,5	23,2	6.674,5	76,8
- Frejol	3.839,1	7,0	2.051,7	53,4	1.787,4	46,6
- Lenteja	1.433,7	2,6	385,5	26,9	1.048,2	73,1
- Otros	7.317,4	13,4	1.904,9	26,0	5.412,5	74,0
Prad. Artific.	11.928,4	4,7	2.189,0	18,4	9.739,4	81,6
Prad. Mejor.	1.724,8	0,7	720,2	41,8	1.004,5	58,2
Prad. Natur.	137.436,2	54,1	57.009,4	41,5	80.426,8	58,5
Otros Usos (1)	32.408,9	12,8	12.912,7	39,8	19.496,2	60,2
L. Río y Aridas	9.962,0	3,9	4.156,0	41,7	5.806,0	58,3
TOTAL	254.009,7	100,0	96.277,9	37,9	157.731,8	62,1
Nº DE PREDIOS	10.011,0	100,0	8150,0	81,4	1.861,0	18,6

(1) Incluye barbechos, tierras en descanso, bosques y montes naturales, goces y regalías, arriendos y suelos indirectamente productivos.

Otro aspecto digno de ser destacado es la intensidad con que se realizan algunas actividades en las dos categorías de predios. En los de mayor superficie tienen más incidencia los frutales, la vid vinífera, los cultivos de remolacha, arroz y lenteja, y cuentan con la mayor parte de las praderas artificiales. En cambio, los predios menores se destacan en el cultivo del trigo y el frejol, y poseen una proporción mayor de las praderas naturales y mejoradas. Es notoria la importancia que tiene el trigo en los predios pequeños, ya que a este cereal se le destina más del 50% de la superficie dedicada a los cultivos anuales, constituyéndose en una actividad de gran trascendencia para los pequeños agricultores. Otro hecho destacable en este tipo de predios es el cultivo del frejol, al que se le destina el 11,4% del área total dedicada a cultivos anuales, superficie que constituye más del 53% del total de esta especie en el interior de la cuenca.

Se analizaron también los rendimientos de los principales cultivos de la zona, estimándose, entre otros, que en el caso del trigo este fluctuó entre 4.335 y 1.195 Kg/há; en la remolacha entre 53.694 y 40.349 Kg/há; en el arroz entre 4.772 y 4.704 Kg/há; en el frejol entre 1.680 y 334 Kg/há; y en la lenteja entre 693 y 500 Kg/há. Las fluctuaciones antes anotadas se explican principalmente por la calidad y régimen hídrico de los suelos en los que se cultivan dichas especies y por las prácticas culturales empleadas en los predios, técnicas que presentan en muchas ocasiones marcadas diferencias según sea el tamaño de la propiedad.

La existencia de ganado, desagregada por especie se presenta en el Cuadro I.5-12, el que proporciona además la información referente a la dotación con que cuentan ambas agrupaciones prediales.

CUADRO I.5-12 EXISTENCIA DE GANADO EN UNIDADES ANIMALES (U.A.) (Temporada 1988/89)

ESPECIE	TOTAL CUENCA U.A.	%	PREDIOS MENORES U.A.	%	PREDIOS MAYORES U.A.	%
Bovinos	72.373,8	100,0	25.510,2	35,2	46.863,6	64,8
Ovinos	2.208,2	100,0	778,4	35,3	1.429,8	64,7
Equinos	7.460,3	100,0	2.629,8	35,3	4.830,5	64,7
Caprinos	163,8	100,0	57,5	35,1	106,3	64,9
Porcinos	1.851,3	100,0	823,7	44,5	1.027,6	55,5
TOTAL	84.057,4	100,0	29.799,6	35,5	54.257,8	64,5

El primer antecedente de importancia surge al examinar la existencia de ganado por especie, concluyéndose que los bovinos constituyen más del 86% del total de la ganadería de la zona, especie que es seguida por los equinos (8,9%), los ovinos (2,6%), los porcinos (2,2%) y los caprinos (0,2%).

El análisis de la existencia ganadera en ambas agrupaciones prediales permitió señalar que la misma está distribuida en porcentajes del orden del 35% en los predios pequeños y 65% en los predios de mayor superficie, proporción que se altera sustancialmente en el caso de los cerdos, especie que está radicada en un 44,5% en las propiedades de menor superficie.

El estudio entregó una visión completa respecto al destino de los productos y los canales de comercialización habitualmente usados para la venta de la producción, entregando información segregada por ítem para los distintos sectores de riego. En este acápite se proporcionaron antecedentes someros sobre algunos productos, lo que permitió formarse un panorama general de la situación existente en las dos agrupaciones de predios que se analizaron.

Una parte significativa de la producción de trigo de los predios menores está destinada al autoconsumo. Porcentajes del orden del 20 y 30% son retenidos normalmente por los pequeños productores para la satisfacción de sus propias necesidades. La parte vendida es canalizada mayoritariamente hacia los molinos, pero los comerciantes constituyen un canal importante de comercialización de las cosechas. En cambio, en las propiedades de mayor superficie el porcentaje destinado al autoconsumo en modo alguno supera el 8%, y la parte vendida se canaliza mayoritariamente hacia los molinos y acopiadores, representando los comerciantes un grupo menor.

Los frejoles producidos en la pequeña propiedad también se destinan en un volumen importante al autoconsumo, vendiéndose los excedentes a través de comerciantes y en ferias de productos. Los predios de mayor superficie derivan producciones, en la mayoría de los casos superiores al 90% de ellas hacia el mercado, usando para estos efectos principalmente a los comerciantes y acopiadores.

La uva vinífera de los predios menores se vende en una alta proporción sin ningún grado de procesamiento a la agroindustria, y la parte vinificada se vende básicamente a través de comerciantes. En los predios de mayor superficie la producción se entrega mayoritariamente vinificada, siendo los comerciantes y algunos mayoristas el canal habitualmente usado para las ventas.

En el rubro pecuarios, por su alta significación se presentó sólo el caso de los bovinos y, dentro de este resumen el aspecto relativo a la leche. En esta materia, la producción de la pequeña agricultura, que controla una cantidad importante de animales bovinos, básicamente la destina hacia el autoconsumo y la parte vendida se orienta en un 39% en forma directa a particulares y en un 61% hacia las plantas procesadoras. En cambio, la producción generada en los predios mayores presenta altos porcentajes destinados a la venta, utilizándose para ello diversos canales, tales como la venta directa y la entrega a plantas y comerciantes.

Finalmente, tal como se planteó en la metodología, se realizó un análisis de los resultados de la gestión a través de los "Predios Tipo", estableciéndose en cada caso el grado de cumplimiento de los ingresos generados con el denominado "Ingreso Objetivo". El resultado del análisis indicó que los predios menores, definidos éstos como aquellos pertenecientes a los Estratos de Tamaño 1, 2, 7 y 8, en su gran mayoría tienen resultados que son inferiores a cuatro salarios mínimos agrícolas anuales, no cubriendo por tanto las necesidades básicas del agricultor y su grupo familiar. Por el contrario, parte sustancial de los predios de mayor superficie cubre el citado ingreso, en porcentajes que varían según sea la calidad de los suelos que poseen los predios. No está demás hacer notar que los pocos Predios Tipo de mayor superficie que generan ingresos inferiores al "objetivo" son normalmente propiedades medianas o grandes, con una alta proporción de suelos de secano de baja calidad, de las Unidades de Manejo D y E.

5.4 Usos no Agrícolas del Agua

A pesar que los mayores volúmenes anuales de agua son consumidos en el regadío de áreas agrícolas, las necesidades de agua potable e industrial resultan apreciables. Debido a ello, se estimó necesario establecer los valores de estos consumos y sus proyecciones futuras, para conocer su importancia relativa. Para tales efectos, se utilizaron los antecedentes recopilados previo y durante las labores de terreno.

5.4.1 Agua Potable

El abastecimiento de agua potable proviene tanto de fuentes superficiales como subterráneas. En el año 1980, el número de habitantes y los caudales demandados eran los señalados en el Cuadro I.5-13, para las principales localidades urbanas.

CUADRO I.5-13 DEMANDAS DE AGUA POTABLE EN LOCALIDADES URBANAS (1980)

LOCALIDADES	POBLACION (hab)	DEMANDAS (miles m3/año)
Chillán	121.115	16.871,8
Tomé	36.000	3.260,0
San Carlos	21.479	2.302,1
Bulnes	8.460	766,3
Coelemu	6.626	693,8
Yungay	5.842	630,7
Quillón	3.657	179,8

Se puede señalar estimativamente que los caudales promedio, superficiales y subterráneos, requeridas para su uso en agua potable en la actualidad son los siguientes:

- fuentes superficiales : 702 l/s
- fuentes subterráneas : 204 l/s

5.4.2 Agua Industrial

En el abastecimiento de las industrias de la zona de estudio, las fuentes utilizadas son también superficiales y subterráneas.

Resumidamente se pueden considerar los siguientes caudales totales promedio superficiales y subterráneos, destinados al uso industrial, con recursos provenientes de fuentes ubicadas en la misma área.

- fuentes superficiales : 1800 l/s
- fuentes subterráneas : 150 l/s

5.4.3 Requerimientos Globales no Agrícolas

De acuerdo a los antecedentes anteriores, y extrapolando las tendencias de aumento poblacional incluidas en los estudios de factibilidad de mejoramiento de agua potable de ESSBIO (ex SENDOS), se estimaron las demandas de agua potable para el año 2020, las cuales se presentan a continuación, expresadas en miles de m3 por año.

USO	ACTUAL	FUTURA
Agua Potable	28572	38800
Industrial	26806	29900
TOTAL	55378	68700

6 BALANCE HIDRICO

6.1 Introducción

Con el objeto de efectuar una comparación entre las necesidades de riego y los recursos de agua disponibles para los diferentes sectores identificados en el Proyecto Itata, se construyó un modelo matemático de simulación de la operación del sistema de recursos hídricos de la cuenca del río Itata. Dicho sistema se representó como un conjunto de elementos vinculados entre sí, a través de sus respectivos caudales o flujos de entrada y salida.

En esta primera etapa del Proyecto Itata, el modelo incluyó solamente las obras existentes. No obstante, a futuro sería posible agregar las nuevas obras o desarrollos que sean identificados.

El balance de aguas en los sectores de riego efectuado por el modelo, posibilitó llevar a cabo un diagnóstico completo de la situación actual que caracteriza la cuenca, antecedente básico para el estudio de posibles soluciones.

Se incluyó una descripción de la metodología empleada, del programa de computación, documentando su estructura, su organización de archivos, los datos empleados y los resultados obtenidos. Además se explicó la representación del sistema en lo que se refiere a su esquematización, la representación de los elementos en cuanto a su formulación matemática, y su operación o secuencia de cálculos.

Fueron identificados 29 sectores de riego y 35 nodos o puntos de interés. Para cada sector de riego se obtuvo una matriz con el déficit mensual de cada año hidrológico analizado. A partir de ello y con un cierto criterio razonable, se determinó si el año es fallado o no, y con ello la seguridad de riego de cada sector.

Asimismo, se obtuvieron matrices de caudales afluentes a los nodos de salida o intermedios del sistema, entregando toda la información necesaria para eventuales futuros análisis que deseen efectuarse.

6.2 Representación del Sistema

6.2.1 Esquema

Se analizó y estudió el sistema de recursos hidráulicos del valle del río Itata, centrándose en las zonas que se riegan con aguas de los ríos Ñuble, Cato, Chillán y Diguillín, ya que constituyen los principales tributarios del Itata.

Los elementos componentes del sistema representado fueron los sectores de riego, los embalses de regulación, los acuíferos o embalses subterráneos, los tramos de río con sus nodos de distribución y los canales de trasvase.

Del total de sectores y nodos identificados, en el río Ñuble se plantearon 19 sectores de riego y 18 nodos de distribución, mientras que en el caso del río Diguillín 10 sectores de riego y 17 nodos.

6.2.2 Representación de los Elementos

Se planteó la metodología empleada en la determinación de las variables que intervienen en los procesos involucrados en los diferentes elementos del sistema, entre los que se contaron:

- Sectores de Riego
- Embalses Subterráneos
- Embalses Superficiales

Con relación a los embalses subterráneos, estos se representaron como embalses lineales, tratamiento que permitió obtener el caudal de descarga a partir del estado inicial del embalse subterráneo y de las recargas del mes.

Los embalses superficiales fueron tratados mediante la ecuación de continuidad considerando el caudal afluente, la demanda a satisfacer, el estado inicial, la tasa de evaporación, las curvas de capacidad de los embalses y superficie inundada y la capacidad útil.

6.3 Operación del Modelo

6.3.1 Programa de Computación

El programa de computación está escrito en lenguaje Turbo Pascal estructurado en forma modular. Está compuesto por 4 "Units" y un programa principal que realiza la operación del modelo. Utiliza como datos de entrada un archivo de caudales medios mensuales afluentes a los nodos del sistema, 6 archivos de datos del sistema y de los sectores de riego, y produce como resultado 35 estadísticas de caudales afluentes a los nodos del modelo y 29 archivos de déficit por sector de riego.

6.3.2 Operación del Programa

Comienza su ejecución leyendo todos los archivos de datos necesarios. Enseguida se inicializan los 2 archivos de acceso directo, en donde se almacenarán los resultados de caudales afluentes a cada nodo y los déficits de riego respectivos. Posteriormente el programa principal ejecuta un ciclo para el número total de años (47) y el número de meses de cada año (12), donde se realiza la operación de acuerdo a la secuencia de cálculo definida. Finalizando el proceso de cálculo, se generan los archivos de resultados.

Con relación a los datos de entrada al programa, éste utilizó 7 archivos de datos, 6 de ellos en formato ASCII y uno de acceso directo que sólo puede ser accesado por el programa de computación.

6.4 Aplicación del Modelo

La aplicación se llevó a cabo operando el modelo para el período estadístico comprendido entre los años hidrológicos 1941-42 a 1987-88.

El proceso se realizó con los datos de caudales entrantes a los nodos, obtenidos a partir del modelo pluvial. Los datos de los sectores de riego en cuanto a infraestructura y necesidades netas mensuales, provienen de los estudios de infraestructura y agronomía.

Los resultados del proceso fueron 35 estadísticas de caudales mensuales afluentes a cada nodo del sistema y 29 estadísticas de déficits mensuales de cada sector de riego. El programa generó además las demandas mensuales de riego a nivel de bocatoma, en cada sector.

La comparación entre dichas demandas y los déficits correspondientes permitieron visualizar la situación del regadío en la zona, la cual reflejó una clarísima necesidad de recursos adicionales, ya sea mediante regulación o aportes provenientes de otras cuencas.

6 ANTECEDENTES BIBLIOGRAFICOS UTILIZADOS

Los antecedentes que fueron utilizados en esta primera parte del Proyecto Itata son los que a continuación se indican:

- Estudio de Suelos de la Cuenca del Itata, Etapa I.R.Q.-Agrolog, 1987.
- Estudio de Suelos de la Cuenca del Itata, Etapa II Agrolog, 1988.
- Catastro de Usuarios de Aguas de los Ríos Itata y Diguillín, VIII Región. DGA, 1986.
- Catastro de Usuarios de Aguas de la Subcuenca del Río Ñuble. DGA, 1987.
- Banco Nacional de Aguas, DGA. Estadísticas Básicas Hidrometeorológicas, Pluviométricas, Fluviométricas, Calidad de Aguas y Sedimentométricas.
- Balance Hídrico Nacional, Cuenca del Río Itata. REG-DGA, 1985.
- Isoyetas de Precipitaciones Máximas en 24-48-72 horas para Diferentes Períodos de Retorno. A.Bonomelli, 1986. Memoria de Título de Ingeniero Civil, Universidad de Chile.
- Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 horas. BF-DGA, 1989.
- Estudio de la Red Fluviométrica, Hoya del Río Itata. IPLA-DGA, 1989.
- Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, VIII Región. BF-DGA, 1983.
- Mapa Geológico de Chile. SERNAGEOMIN, 1986.
- Mapa Hidrogeológico Nacional. DGA, 1986.
- Catastro de Sondajes de la Hoya del Río Itata. CORFO, 1971.
- Estudios Hidrogeológicos de Agua Potable Rural ex-SENDOS VIII Región. 1975 a 1985.
- Proyecto del Embalse Coihueco. Dirección de Riego. Diversos Antecedentes del Proyecto y Construcción.
- Estudio Agroclimático de Riego de la Hoya del Río Itata. Universidad de Concepción, 1986-1988.
- Rol Extracto Agrícola. Servicio de Impuestos Internos, 1983.
- Estadísticas Agropecurias. INE.
- Estudio del Sector Agropecuario-Silvícola. CICA-Banco Central, 1988.
- Catastro Frutícola Nacional VIII Región. CIREN-CORFO, 1988.
- Plan de Desarrollo Agropecuario. ODEPA, 1960.
- Producto CIREN-CORFO Nº3508. Distribución del Número de Predios por Estrato de Tamaño y sus Clases de Capacidad de Uso, Regiones III a X. Elaborado para CICA, 1987.

CAPITULO II
PLANTEAMIENTO GENERAL

1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

1.1 Localización del Area de Estudio

El área del Proyecto Itata comprende principalmente la cuenca hidrográfica del río Itata y sus principales afluentes; los ríos Ñuble, Cato y Chillán, que se encuentran en la VII Región administrativa del país, entre los paralelos 36°15' y 37°15' de latitud sur y los meridianos 71°10' y 72°50' de longitud oeste, aproximadamente. Además de dicha cuenca, incluye por el norte desde el límite regional, el río Perquilauquén, en el área regada por el río Ñiquén, hasta el río Larqui por el sur, y las cuencas comprendidas en el interfluvio costero entre las desembocaduras de los ríos Itata y Bio-Bío, tales como las de los ríos Pingueral y Andalién.

1.2 Extensión y Características Geográficas, Económicas y Sociales

1.2.1 Extensión y División Político- Administrativa

El área de estudio forma parte de la VIII Región administrativa del país, denominada del Bio-Bío, y comprende casi la totalidad de la provincia de Ñuble, con excepción de las comunas de Cobquecura y Quirihue, además de una parte de la provincia de Concepción cubierta por parte de las comunas de Talcahuano, Penco, Tomé, Florida y Concepción.

La superficie total de las provincias de Ñuble y Concepción es de 13.068 km2 y 3.444,5 km2, pero considerando solamente las comunas que comprenden el área de estudio se obtiene una superficie total de 13.668,4 km2, que corresponde al 37% de la superficie de la VIII Región, aunque debe tenerse en cuenta que los contornos del área definida por los límites comunales no coinciden en todos los sectores con los del área de estudio. De acuerdo a información del Instituto Geográfico Militar, la superficie de la principal hoya hidrográfica del sector cubierto por el estudio, la del río Itata, es de 11.090 km2. Las superficies de las comunas que comprenden el área de estudio, se presentan en el Cuadro II.1-1.

CUADRO II.1-1 SUPERFICIE COMUNAS DE LA CUENCA DEL RIO ITATA

Provincias	Comunas	Superficie (km2)
Ñuble	Ninhue	401,9
	San Carlos	870,2
	Ñiquén	491,7
	San Fabián	1.508,2
	San Nicolás	490,7
	Treguaco	312,8
	Portezuelo	281,7
	Chillán	804,0
	Coihueco	1.797,8
	Coelemu	339,4
	Ránquil	248,0
	Pinto	1.102,9
	Quillón	424,1
	Bulnes	423,0
	San Ignacio	362,3
	El Carmen	666,0
	Pemuco	558,4
	Yungay	824,5
Concepción	Tomé	491,6
	Talcahuano	148,2
	Penco	107,1
	Florida	613,2
	Concepción	400,7
	TOTAL	13.668,4

Fuente: I.N.E. División Político- Administrativa

1.2.2 Características Geográficas

a) Geomorfología

El área de estudio se inserta dentro de la llamada región central de las cuencas y del llano fluvio-glacio-volcánico, presentando las unidades características del relieve chileno: Planicies Litorales, Cordillera de la Costa, Depresión Intermedia, Precordillera y Cordillera de Los Andes.

La faja costera se caracteriza por presentar planicies litorales de abrasión y de sedimentación marina o fluviomarina, que en esta área son angostas, de aproximadamente 3 km de ancho, correspondiendo a aplanamientos altos de abrasión marina.

La Cordillera de la Costa se presenta baja y desmembrada, con alturas aproximadas en el sector de Quirihue, de 500 m.s.n.m. Al sur de Quirihue, en dirección al curso inferior del río Itata, la Cordillera de la Costa se diluye en una serie muy compleja, pero orográficamente insignificante, de lomeríos con cuencas intermontanas de reducidos espacios colonizados por cultivos de vid, destacando las alturas del cerro Coiquén, de 908 m.s.n.m., frente a Quirihue. Desde el curso inferior del Itata al sur, las alturas de la Cordillera de la Costa vuelven a manifestarse con valores cercanos a los 650 m.s.n.m., enmarcando el valle del río Andalién.

La Depresión Intermedia corresponde a una forma tectónica ubicada entre dos grandes muros orográficos, la Cordillera de la Costa al oeste y la Cordillera de Los Andes al este, y contiene rasgos cambiantes de norte a sur. El área se encuentra dentro de lo que se ha llamado Llano Central fluvio-glacio-volcánico, que en el área de Chillán es bastante amplio (51 km de ancho) y presenta aspecto de planicie suavemente ondulada, plana en algunos sectores, regada con recursos conducidos a través de canales y bajo condiciones de clima y suelo que han favorecido una activa ocupación por el hombre.

En esta zona, la precordillera es de origen sedimentario y forma una acumulación caótica de materiales glaciales, volcánicos y fluviales dispuestos al pie de la cordillera troncal. Corresponde a un territorio de difícil penetración por las características topográficas de laderas abruptas, ríos encajonados y una vegetación mesomórfica densa.

La Cordillera de Los Andes se presenta deprimida, teniendo su mayor altura en el volcán Chillán (3.122 m.s.n.m.). El relieve de esta zona se dispone de manera un tanto anárquica, apareciendo cadenas transversales tales como los Nevados de Chillán, que se disponen en un eje NO-SE, y la Meseta del Gato, desprendida de éstos, que se dispone en una orientación N-S.

b) Clima e Hidrografía

Desde un punto de vista climático, la zona se caracteriza por un clima mediterráneo, con período estival de cinco meses de duración (Noviembre - Marzo), con alta radiación solar y evapotranspiración, y un período invernal lluvioso de tres meses, que concentra más del 50% de las precipitaciones anuales.

Los principales cursos de agua de la cuenca del río Itata (ríos Ñuble, Cato, Chillán, Diguillín) son de origen pluvio-nival, caracterizados por grandes caudales en los meses de invierno. Aparte de dicha cuenca, en la zona costera del área de estudio existen cuencas de comportamiento netamente pluvial, siendo las principales las de los ríos Pingueral y Andalién.

El río Itata, desemboca al mar a los 36°23' de latitud sur, originándose el río principal cerca de la estación Cholguán del Ferrocarril Longitudinal Sur, a pocos kilómetros al norte de la ribera derecha del río Laja. En este punto se juntan los ríos Cholguán que viene del oriente, y Huépil que viene del sur, para formar el Itata, siguiendo éste un recorrido de 82 km con rumbo al N-NO hasta su confluencia con el río Ñuble. Durante este recorrido, va captando sus principales tributarios, que constituyen una red de drenaje paralela con dirección al poniente, y cuyas cabeceras se encuentran en la Precordillera. De ella forman parte los ríos Dañicalqui, Diguillín y Larqui.

Más arriba de la junta con el Dañicalqui, el Itata presenta un salto de 20 a 25 m de altura, transcurriendo a partir de aquí a través de la Depresión Intermedia entre riberas bajas y áreas cultivables.

En el curso inferior, después de pasar la Cordillera de la Costa, bancos de arena obligan a la corriente a extenderse considerablemente entre vegas, disminuyendo su profundidad ostensiblemente. El ancho promedio del río Itata en su desembocadura varía entre 100 y 200 m en verano, y es de unos 300 m en invierno.

Como antecedentes adicionales de los afluentes al río Itata mencionados anteriormente, puede señalarse en primer lugar que el río Cholguán se origina en la Precordillera, en la falda poniente del cerro Las Melosas (2.186 m.s.n.m.), para desarrollarse con rumbo general oeste en una longitud de 50 km. Por su parte el río Huépil, que es el afluente más austral del Itata, presenta escaso caudal y recorre 38 km desde los primeros contrafuertes andinos.

Un tributario importante del curso medio es el río Diguillín, que nace en la falda SO del volcán Chillán y recorre 102 km, casi todos a través de la Depresión Intermedia. Por su ribera izquierda el Itata en este trayecto recibe sólo pequeños esteros generados en la Cordillera de la Costa, tales como el estero Danquilco, y por su ribera derecha sólo destaca el estero Palpal, aparte de los otros ríos anteriormente nombrados.

El principal afluente del río Itata es el río Ñuble, cuya hoya es de 5.097 km. Nace al pie del paso de Buraleo, al oriente de los Nevados de Chillán y desarrolla su curso superior en dirección N-NO, recibiendo a 40 km de su origen su principal afluente, el río Los Sauces, que descarga sus aguas por la ribera derecha. Después de un recorrido de 155 km, el río Ñuble se junta en el borde oriental de la Cordillera de la Costa con el río Itata en un lugar denominado Confluencia. En su primer tramo, hasta la Junta del río Los Sauces, el río Ñuble corre en un cajón muy estrecho, de márgenes quebradas, característica que se conserva hasta salir al Llano Central. Además de los nombrados, recibe aportes de esteros de escaso caudal, aunque cruzando la carretera Panamericana desemboca por la ribera izquierda procedente de la precordillera el río Cato. A sólo 10 km de su junta con el río Itata, afluye al Ñuble, también por la izquierda, otro importante cauce, el río Chillán, que nace en la falda poniente de los Nevados de Chillán.

Después de la junta con el río Ñuble, el Itata desarrolla su curso inferior a través de la Cordillera de la Costa, donde sólo recibe esteros menores, con excepción del río Lonquén, que es el de mayor importancia del sector, drenando un área de cierta importancia de los cerros costeros al sur, ubicada al este de la ciudad de Quirihue (1.075 km).

La mayor parte de la cuenca del río Itata se genera al oeste de la precordillera, y sólo el río Ñuble, por tener sus cabeceras en el cordón limítrofe, le da carácter andino. El régimen del Itata es por tanto mixto, con un marcado carácter nival de los tributarios de cordillera, mientras el resto muestra régimen pluvial.

Se estima que el caudal medio del Itata sería de 168 m3/seg, siendo el principal aprovechamiento hídrico para riego de aproximadamente 108.000 há de suelo agrícola. Las obras de aprovechamiento corresponden a canales directos, siendo escasas las obras de regulación, entre las que destaca el embalse Coihueco, con una capacidad de 29 millones de m3.

En relación a las cuencas costeras, éstas forman parte del interfluvio Itata-Biobío (ríos Andalién, Pingueral y estero Lirquén), siendo el de mayor importancia de ellos el río Andalién, que desemboca al norte del Bio-Bío, presentando un caudal medio anual de 10 m3/s. A su vez las hoyas del río Pingueral y del estero Lirquén se desarrollan más al norte, con cuencas de 282 km y 20 km, respectivamente.

c) Biogeografía

La zona de estudio se encuentra en el límite entre un ecosistema de carácter templado mesomórfico y uno de carácter templado higromórfico. La característica mesomórfica está dada por la presencia en la unidad geomorfológica precordillerana, de una transición entre especies esclerófilas que son mesófitas y las típicas del bosque higrófilo. Aquí cohabitan los peumos (Cryptocarya alba), los quillayes (Quillaja saponaria), los boldos (Peumus boldus) y los litres (Lithraea cáustica), con árboles como el roble (Nothofagus obliqua), el lingue (Nothofagus dombeyi) y el raulí (Nothofagus alpina).

Luego, en los pisos superiores de la cordillera andina, se presentan más abundantemente bosques de roble (Nothofagus obliqua), mientras en el piso superior se encuentran bosques de ciprés de la cordillera (Austrocedrus chilensis), bosques de coigüe (Nothofagus puvilio), y de ñirre (Nothofagus antartica), los que constituyen el último cinturón arbóreo en Los Andes. En estos sistemas higromórficos, a la riqueza florística se une una notable pobreza faunística, ya que sólo la fauna avícola y entomológica es abundante y diversificada, mientras los mamíferos, carnívoros y herbívoros son escasos.

En la Cordillera de la Costa, se presentan bosques de roble, mientras en la costa de la región del Bio-Bío se encuentra el bosque mixto de transición, al que se ha denominado "bosque maulino" por la dominancia del hualo, roble colorado o roble maulino (Nothofagus alessandri). El hualo se presenta en forma discontínua, ya que en muchos sectores ha sido desplazado por plantaciones de pino insigne, lo que ha provocado una degradación de la vegetación nativa. La fauna en esta ecorregión es particularmente rica en aves, destacando entre los animales carnívoros el huillín o nutria de río. Entre los insectos existe una predominancia de coleópteros.

1.2.3 Antecedentes Económicos Generales

La VIII Región del Bio-Bío presentaba en 1984 un aporte al Producto Geográfica Bruto de 32.661 millones de pesos, presentando una tasa de crecimiento anual de un 1,68% respecto a 1974.

La actividad económica que ha representado el mayor aporte es Industria Manufacturera, con una participación de un 31,2% en 1974, un 29,0% en 1984 y un 32,8% en 1986. Le siguen Servicios, con un 16,8% del P.G.B. regional en 1974 y un 21,2% en 1986, la actividad Silvoagropecuaria, con una participación de un 13,3% en 1974, 14,4% en 1984 y 14,0% en 1986. La actividad Comercio presenta un importante aumento de participación en el período, ya que en 1974 ésta correspondía a un 9,9%, en 1984 a un 12,7% y en 1986 a un 12,0% .El Cuadro II.1-2 presenta la evolución del P.G.B. en el período 1974 - 1984 por sector de actividad.

CUADRO II.1-2 EVOLUCION SECTORIAL DEL P.G.B. REGIONAL (Millones de $ 1977)

	1974		1984		Tasa
Sector	P.G.B. (mill.$)	Porcent. Particip.	P.G.B. (mill.$)	Porcent. Particip	Prom. Crec.anual
Agrop. Silvícola	3.668,1	13,26	4.686,6	14,35	2,48
Pesca	246,4	0,89	506,0	1,55	7,46
Minería	1.114,2	4,03	745,4	2,28	-3,94
Ind. Manufact.	8.628,9	31,20	9.484,7	29,04	0,95
Elec.,Luz, Agua	1.233,6	4,46	2.044,8	6,26	5,18
Construcción	1.850,1	6,69	1.376,4	4,21	-2,91
Comercio	2.729,0	9,87	4.130,3	12,65	4,23
Transp.y Comunic.	1.266,6	4,58	1.914,9	5,86	4,22
Serv.Financieros	669,9	2,42	s/i		
Prop. Vivienda	1.591,6	5,75	s/i		
Adm. Pública	1.423,8	5,15	(*)7.772,0	23,80	1,17
Educación	1.925,3	6,96			
Salud	814,6	2,95			
Otros Servicios	718,9	2,60			
Import.Bancaria	-224,6	-0,81			
Total P.G.B.	27.656,6	100,00	32.661,1	100,00	1,68

(*) Corresponde a todos los servicios a partir de Servicios Financieros.
Fuente: ODEPLAN

En cuanto a la participación del P.G.B. regional respecto al nacional, la VIII Región en 1984 participaba con un 9,39% del P.G.B. nacional. Respecto a la participación de los P.G.B. regionales sectoriales en relación a sus similares nacionales, el sector con mayor participación era Electricidad, Gas y Agua, con un 23,13%, seguido en importancia por el sector Silvoagropecuario con un 16,17%, Pesca, con un 15,34% y el sector Industria Manufacturera con un 13,20% de participación. El Cuadro II.1-3 presenta la participación del P.G.B. sectorial regional respecto al P.G.B. sectorial nacional para 1984. Para 1986, aún cuando no se dispone de la información de todos los sectores, debe señalarse que el P.G.B. regional había aumentado a un 9,7% del P.G.B. nacional, destacando los sectores Pesca (21,3% del P.G.B. nacional), Electricidad, Gas y Agua (19,1%), y Silvoagropecuario e Industria Manufacturera (15,2% cada uno). En el período 1983-1986, la tasa de crecimiento de la Región fue la mayor del país, con un 5,2% anual, y superior al 3,4% anual de crecimiento del país en el mismo lapso.

CUADRO II.1-3 PARTICIPACION DEL P.G.B. SECTORIAL REGIONAL RESPECTO AL P.G.B. SECTORIAL NACIONAL. 1984
(mill. $ 1977)

Sector	1984	% Participación
Agrop.-Silvícola	4.686,6	16,17
Pesca	506,0	15,34
Minería	745,4	2,45
Industria Manufact	9.484,7	13,20
Elect. Luz y Agua	2.044,8	23,13
Construcción	1.376,4	10,93
Comercio	4.130,3	7,04
Transp. y Comunic.	1.914,9	10,12
Serv. Financieros	s/i	
Prop. Vivienda	s/i	
Adm. Pública (Educación, Salud, Otros Servicios, Importe Bancario)	(*)7.772,0	8,50
TOTAL	32.661,1	9,39

(*) Corresponde a todos los servicios a partir de Servicios Financieros. Fuente: SERPLAC VIII REGION

La evolución de las exportaciones relacionadas con los sectores productivos de la VIII Región, se presentan en el Cuadro II.1-4, pudiendo observarse que el mayor volumen exportado corresponde al sector Forestal, con un 87% en 1986, porcentaje similar al de años anteriores.

Respecto a la evolución de las exportaciones desde los puertos regionales, puede observarse que entre 1983 y 1986 se produjo un importante aumento de los volúmenes exportados del sector Pecuario, con una variación de un 613% .Por su parte, el sector Agroindustrial disminuyó notablemente sus volúmenes exportados, con un 534% de variación durante el período.

CUADRO II.1-4 VOLUMENES DE EXPORTACIONES POR PUERTOS REGIONALES (ton)

Sector	1983	1984	1986	% Variación 83/86
Agrícola	39.247	39.735	55.346	+ 41,0
Agro Indus.	18.913	40.039	2.981	- 534,5
Pecuario	793	183	5.656	+ 613,2
Forestal	2.093.502	2.281.579	2.442.855	+ 16,7
Pesquero	59.720	111.025	117.217	+ 96,3
Manufact.	196.275	97.587	183.440	- 7,0
TOTAL	2.508.393	2.570.148	2.807.495	+ 11,9

Fuente: Dirección de Aduanas VIII Región

Analizando las exportaciones regionales en millones de dólares, es el sector Forestal el que representa la mayor participación en 1986, con un 68,2%, seguido en importancia por el sector Pesquero con un 14,5%, el sector Agropecuario con un 9,8% y el sector Industria Manufacturera con un 7,5% .

Respecto a la variación en el tiempo de las exportaciones, en el período 1984 - 1986 el sector Pesquero y el sector Agropecuario presentan aumentos de 56,2% y de 116,6%, respectivamente, mientras el total de exportaciones aumentó un 14,5% en el período señalado, tal como se muestra en el Cuadro II.1-5.

CUADRO II.1-5. EXPORTACIONES REGIONALES EN MILLONES DE US$

Sector	1984	1985	1986	% Variación 84/86
Agrícola	22,8	25,0	49,4	+ 116,6
Pesquero	46,6	58,7	72,8	+ 56,2
Forestal	334,3	297,0	343,0	+ 2,6
Manufact.	35,5	33,5	37,6	+ 5,9
TOTAL	439,2	414,2	502,8	+ 14,5

Fuente: Resumen Estadístico SERPLAC - VIII Región

Con base en el análisis anterior, se puede concluir que los sectores productivos más relevantes de la región son de Industria Manufacturera, Silvoagropecuario y Pesca, los que se describen a continuación.

i) Sector Forestal

En cuanto a forestación, según CONAF en 1988 había en la VIII Región una superficie forestada total de 1.058.836 há, distribuidas del siguiente modo: 557.132 há de pino radiata, 26.174 há de eucaliptus, 82.709 há de reservas y bosques, 18.121 há de otras especies y 401.700 há de bosque nativo. De acuerdo a la misma fuente, la superficie total de suelos de aptitud forestal de la región es de 1.493.600 há, que equivale al 47% de los suelos productivos regionales y al 12% de los suelos de aptitud forestal del país. Por su parte, la superficie total plantada con pino radiata, eucaliptus y otras especies representa el 46% del total nacional, que alcanza a 1.300.000 há.

En el período 1978 - 1986, se presentaba la situación que muestra el Cuadro II.1-6 en relación a las plantaciones forestales de la Región del Bio-Bío y a la superficie total plantada. De acuerdo con dicha información, las plantaciones forestales habían descendido en 1986 a 20.863 há, después de llegar a un máximo de 41.546 há plantadas en 1981, mientras la superficie plantada con pino, eucaliptus y otros se ha triplicado entre 1975 y 1988. De acuerdo a estas cifras, SERPLAC VIII Región ha estimado que para el trienio 1989-1991 la disponibilidad de maderas en pie sería de 10.296 millones de metros cúbicos, lo que equivaldría al 56% de las disponibilidades totales del país.

En este mismo período se explotó un promedio de 8.855 há de plantaciones forestales, con una explotación anual que ha disminuido de 11.604 há en 1978 a 5.000 há en 1985, de acuerdo a lo señalado en el Cuadro II.1-7.

CUADRO II.1-6 EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE PLANTACIONES FORESTALES EN LA VIII REGION

Año	Sup. plant. año (há)	Sup. total plant.(há)
1975		194.100
1978	32.327	311.900
1979	28.455	
1980	31.306	
1981	41.546	413.300
1982	32.745	
1983	30.655	
1984	25.360	503.500
1985	29.600	
1986	20.863	601.000

Fuente: CONAF

CUADRO II.1-7 EVOLUCION DE LA SUPERFICIE DE PLANTACIONES EXPLOTADAS EN LA VIII REGION

Año	Sup. (há)
1978	11.604
1979	13.847
1980	13.197
1981	10.728
1982	7.766
1983	4.600
1984	4.100
1985	5.000
1986	s/i

Fuente: CONAF

ii) Sector Agrícola

De acuerdo al Censo Agropecuario de 1975 - 1976, que corresponde a la información más reciente disponible, los recursos agrícolas de la región, según superficie de las explotaciones agropecuarias por uso de la tierra, eran los señalados en el Cuadro II.1-8, en que aparecen las tierras de cultivo o labranza, las praderas naturales y mejoradas y las plantaciones forestales, bosques y montes, además de otras tierras.

CUADRO II.1-8 SUPERFICIE POR USO DE LA TIERRA VIII REGION

Tipo de Uso	Sup. (há)
Tierras de Cultivo o labranza	731.118,8
Cultivos animales	256.778,3
Cultivos permanentes	39.269,7
Praderas artificiales	89.142,6
Tierras en barbecho	107.634,0
Tierras en descanso	238.294,2
Praderas naturales	785.073,0
Praderas mejoradas	81.896,5
Plantaciones forestales,bosques y montes.	1.055.479,8
En explotación	500.827,1
No explotados	554.652,7
Tierras Potencialmente Productivas	-
Otras tierras	515.968,9
Superficie Total	3.169.537,0
Superficie regada	191.746,5

Fuente: INE, Serie Estadísticas 1981.

Según el citado Censo, el mayor porcentaje de superficie es el de las plantaciones forestales, bosques y montes con un 33,3%, de las cuales un 47,5% se encontraba en explotación. Por su parte, las praderas naturales representaban el 25% y la tierra de cultivo o labranza el 23,1% .

En 1987, el uso del suelo de cultivo de la región y de las provincias de Ñuble y Concepción, que cubren el área de estudio, eran las señaladas en el Cuadro II.1-9. De acuerdo a dicha información, la provincia de Ñuble representaba el 93,9% de la superficie de cereales y cultivos industriales y el 93,7% de la superficie de praderas. Considerando las superficies a nivel regional, las mayores áreas la ocupan las praderas con un 49,1%, otros suelos, en donde se incluyen los forestales, con un 33,3% y los cereales, chacras y cultivos industriales que representan un 14,1% de la superficie total.

CUADRO II.1-9. USO DEL SUELO REGIONAL Y PROVINCIAL (há)

Sector	Total	Cereales, chacras y cult.ind.	Forrajes anuales	Praderas	Hortalizas y flores	Frutales	Viñas y Parronales	Suelos arados en barbecho	Otros
VIII Región	1.936.540	273.350	4.420	951.670	3.600	2.170	24.830	31.400	645.100
Ñuble	786.670	141.640	840	442.510	2.010	1.130	16.260	21.780	160.500
Concepción	195.910	9.170	50	29.770	450	480	1.900	2.690	151.400

Fuente: INE, Compendio Estadístico 1988

Durante el período 1984- 1989, el sector agrícola en la provincia de Ñuble se caracterizó por el auge de algunos cultivos como el trigo, y por el cambio que ha tenido la agricultura tradicional hacia otros cultivos, especialmente frutales. El comportamiento de los cultivos tradicionales en el período 1984 - 1989, se presenta en el cuadro II.1-10, además de las superficies totales nacionales plantadas para dichos cultivos en la última temporada. En general, puede observarse en el período señalado un importante aumento de los cultivos tradicionales como el trigo (82,6%), porotos (102,1%), remolacha (132,6%) y raps (754,3%). Además, al comparar los totales de la Provincia de Ñuble con los totales nacionales, resulta que la superficie sembrada en la provincia representa más del 25% del total nacional para cultivos tales como trigo (27,7%), avena (31,7%), porotos (43,2%), lentejas (91,4%), remolacha (32,4%) y raps (43,5%).

CUADRO II.1-10 COMPORTAMIENTO DE CULTIVOS TRADICIONALES 1984 - 1987 PROVINCIA DE ÑUBLE Y TOTAL NACIONAL (há)

Cultivos	Superficie Sembrada Prov. Ñuble				Total país
	1984 - 1985	1986 - 1987	1987 - 1988	1988 - 1989	1988- 1989
Trigo	82.150	90.970	150.090	150.000	540.290
Avena	12.200	11.620	18.940	21.780	68.690
Cebada	4.710	2.240	4.260	5.100	24.590
Centeno	150	70	s/i	s/i	s/i
Arroz	6.840	6.300	7.460	7.830	42.990
Maíz	6.140	2.810	5.230	6.280	124.650
Porotos	13.570	13.570	27.420	27.420	63.400
Lentejas	13.630	20.640	19.180	13.430	14.690
Garbanzos	1.700	1.570	1.420	1.450	7.830
Arvejas	300	200	s/i	s/i	s/i
Papas	3.290	2.440	6.690	6.020	62.680
Remolacha	7.200	9.320	13.960	16.750	51.600
Maravilla	970	550	1.390	1.400	15.010
Raps	3.110	7.390	16.570	26.570	61.120

Fuente: Memoria SERPLAC provincia de Ñuble 1987 y Encuesta Agropecuaria INE

Por su parte, en el Cuadro II.1-11 se presenta la producción de los principales cultivos anuales de la Región, para los años 1979, 1983 y 1988, observándose también importantes aumentos en las producciones de los principales cultivos, excepto garbanzos y arvejas.

CUADRO II.1-11 PRODUCCION CULTIVOS ANUALES VIII REGION (qqm)

Cultivo	1979	1983	1988
Trigo	2.493.175	3.200.427	3.962.376
Avena	422.958	426.530	405.316
Cebada	31.080	137.100	155.490
Centeno	20.412	3.680	s/i
Arroz	156.480	382.389	303.622
Maíz	90.240	128.000	89.433
Porotos	253.740	344.156	326.298
Lentejas	168.658	95.812	97.818
Garbanzos	20.552	7.140	7.242
Arvejas	25.875	17.264	s/i
Papas	939.624	929.214	681.042
Maravilla	34.960	3.624	26.271
Raps	78.538	755	333.057
Remolacha	1.598.712	6.915.735	7.312.248

Fuente: Encuesta Agropecuaria I.N.E.

En relación a los frutales, la VIII Región presentaba en 1987 2.170 há destinadas a dicho uso, de las cuales el 52,1% corresponden a la Provincia de Ñuble y el 22,1% a Concepción. En cuanto a su variación en el tiempo, la provincia de Ñuble ha presentado un importante aumento en la superficie plantada con frutales entre 1984 y 1987, tal como se muestra en el Cuadro II.1-12, en que se presenta la superficie plantada en huertos industriales de la provincia de Ñuble. Además de la tendencia indicada, es posible observar la introducción de especies nuevas como el kiwi, que en 1987 representaba el 3,2% de las plantaciones nacionales.

CUADRO II.1-12. SUPERFICIE PLANTADA CON FRUTALES. REGION DEL BIOBIO (há)

Especie	1984-1985	1985-1986	1986-1987	1987-1988
Kiwis	0	14	127	138
Perales	29	39	45	138
Frambuesas	72	76	115	201
Cerezas	175	174	188	179
Guindo agrio	24	24	24	24
Manzanas	727	721	740	780

Fuente: Estimaciones ODEPA VIII Región

iii) Sector Pesca

El sector pesquero en la VIII Región presenta importancia a nivel nacional. En efecto, en 1986 se capturó un volumen de 1.254.000 ton, lo que representa un 22% de la captura total nacional, siendo Talcahuano el mayor puerto pesquero de Chile.

Entre 1982 y 1986 se presentó un importante aumento del volumen de captura, con una variación de un 72,3% respecto a 1982 y un aumento de un 18,9% a un 22% respecto al total nacional; en cuanto a la composición de la captura, ella está formada principalmente por jurel (83,3%), seguida de sardinas (2,9%), merluza (1,5%) y otros (12,3%), correspondiendo alrededor de un 93% a capturas industriales y el resto a pesca artesanal. El volumen de capturas regionales y nacionales se presenta en el Cuadro II.1-13.

Por otra parte, la industrialización de la producción de la región está relacionada principalmente con los rubros harina de pescado, aceite, congelados y conservas, de los cuales los dos primeros alcanzaban en 1988 al 93,7% de la producción total en toneladas.

CUADRO II.1-13. VOLUMEN DE CAPTURA REGIONAL Y NACIONAL (miles de Ton)

Año	VIII Región	Total Nacional	% particip.
1982	728	3.846	18,9
1983	644	4.093	15,7
1984	854	4.669	18,3
1985	1.037	4.986	20,8
1986	1.254	5.695	22,0

Fuente: SERNAP VIII Región

En el período 1982 - 1988 los distintos rubros mantuvieron su importancia, presentándose un importante aumento en la producción de todos ellos, tal como puede observarse en el Cuadro II.1-14.

CUADRO II.1-14 PRODUCCION REGIONAL PESQUERA (Ton)

Rubro	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Harina	107.299	160.184	218.162	269.316	366.210	401.594
Congelados	2.966	4.667	5.094	7.362	8.747	11.002
Aceite	16.360	26.838	36.973	61.883	85.066	104.338
Concentrado	3.261	1.143	s/i	s/i	s/i	s/i
Ahumado	4	8	9	8	10	8
Seco Salado	1	6	82	424	406	1.638
Conservas	11.705	11.705	13.175	19.424	20.702	21.148

s/i = sin información
Fuente: SERNAP VIII Región

iv) Industria Manufacturera

En 1980, en la región existía un registro de 2.448 establecimientos industriales, con una ocupación total de 43.757 trabajadores, de los cuales 13.290 eran empleados, 27.036 obreros y 3.431 propietarios y familiares.

El mayor número de establecimientos corresponde al rubro Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco, con un 38,1%, el rubro Industrias de la Madera con un 20,8% y el rubro Fabricación de Productos Metálicos, Maquinarias y Equipos con un 12,2% . La situación industrial de la Región del Bio-Bío por rubro, correspondiente a 1986, se presenta en el Cuadro II.1-15.

CUADRO II.1-15 INDUSTRIAS VIII REGION

CLASIFICACION C.I.I.U. (*)		Total Establecimientos	Porcentaje
Cód.	Descripción		
31.	Productos alimenticios, bebidas y tabaco.	934	38,1
32.	Textiles, prendas de vestir e ind. del cuero	403	16,5
33.	Industrias de la madera y productos de la madera, incluidos muebles.	509	20,8
34.	Fabricación de papel, imprentas y editoriales.	68	2,8
35.	Industrias químicas, de caucho y plástico, derivados del petróleo y carbón.	25	1,0
36.	Fabricación de productos minerales no metálicos.	160	6,5
37.	Industrias metálicas básicas.	8	0,3
38.	Fabricación de productos metálicos, maquinarias y equipo.	298	12,2
39.	Otras industrias manufactureras.	39	1,6
00.	Paralizadas.	4	0,2
TOTAL		2.448	100,0

(*) : Clasificación Internacional Industrial Uniforme
Fuente : INE. Levantamiento censal año 1980

Respecto a las empresas asociadas al sector forestal, la Región del Bio-Bío concentra prácticamente el 100% de la capacidad instalada de la industria productora nacional de pulpa mecánica y papel periódico, el 60% aproximado de la industria de tableros y pulpa química y el 40% de la industria del aserrío. Según lo señalado en el Informe Técnico Nº105 de INFOR, el valor total aproximado de la Inversión Industrial, a costo de reposición, sin considerar recursos básicos ni infraestructura vial, portuaria, transporte y similares, es de US$ 950.000.000 para el sector pulpa y papel, US$ 45.814.900 para el sector madera aserrada y US$ 101.023.300 para paneles y chapas. En el Cuadro II.1-16 se presenta la producción de cada uno de los subsectores asociados al sector forestal.

CUADRO II.1-16 PRODUCCION 1988 INDUSTRIAS FORESTALES VIII REGION, POR SUBSECTOR

Subsector	Producción	Unidad
Madera Aserrada Pino Radiata	1.005.184	m3
Madera Aserrada Eucaliptus	19.100	m3
Madera Aserrada Roble	1.101	m3
Madera Aserrada Coigüe	1.626	m3
Tablero Partículas	137.451	m3
Astillas Sin Corteza	448.962	m3
Aserrín	218.763	m3
Celulosa Semiblanqueada	419.166	ton
Celulosa Cruda	51.207	ton
Papel Periódico	177.990	ton
Trementina	477	ton
Chip	906.000	ton

Fuente: SERPLAC VIII Región

En relación a las empresas de la región asociadas al sector agropecuario, ellas son muy diversificadas, lo que deja en evidencia la variedad de rubros en que trabaja la agricultura de la región. En el Cuadro II.1-17 se presenta el número de empresas ligadas al sector agrícola existentes en la Región del Bio-Bío, por subsector.

CUADRO II.1-17 NUMERO DE EMPRESAS SECTOR AGRICOLA VIII REGION EN 1988

Subsector	Nº empresas
Molinos	26
Frigoríficos	11
Plantas Elab. Vinos	2
Plantas Lecheras	4
Malterías	3
Ind. Azucarera	2
Molinos Arroceros	6
Deshidratadoras	10
Queserías	27
Curtiembres	5
Criaderos Avícolas	27
Planteles Porcinos	14
Mataderos	32
Conserverías	4

Fuente: SERPLAC VIII Región.

1.2.4 Antecedentes Demográficos y Económicos del Area de Estudio

Las comunas de las provincias de Ñuble y Concepción que conforman el área del Proyecto Itata, presentaban según el Censo de 1970 una población de 731.302 habitantes; en 1982, en tanto, la población de dicha área alcanzaba a los 936.768 habitantes, lo que representa un aumento de un 28,1% , equivalente a una tasa promedio de aumento de 2,3% anual.

Por su parte, las proyecciones de población hechas por el Instituto Nacional de Estadística para 1990 indican que la población alcanzaría 1.102.320 habitantes en el área de estudio, estimándose un aumento de un 17,7% con respecto a 1982. De acuerdo a las cifras indicadas, la densidad de la población sería de 200 hab/km2 en la provincia de Concepción y de 29 hab/km2 en la provincia de Ñuble. La situación comunal de la población en 1970, 1982 y 1990 (estimada), se presenta en el Cuadro II.1-18.

De acuerdo al Censo de 1982, de la población de las comunas del área de estudio, un 80,8% correspondía a población urbana, que se concentra mayoritariamente en las comunas de Concepción, Talcahuano y Chillán. La información de población urbana y rural para el área de estudio se presenta en el Cuadro II.1-19, en que se puede observar que las comunas que presentan un mayor porcentaje de población urbana son Talcahuano con un 98,9%, Concepción con un 98,2%, Penco con 95,7%, Chillán con 88,6%, Tomé con 84,8%, San Carlos con 60,5%, Coelemu con un 59,1% y Bulnes con un 53,7%, mientras que el resto de las comunas son mayoritariamente rurales.

En cuanto a las actividades de la población de la VIII Región en 1987, de un total de 1.634.900 habitantes, 541.000 eran económicamente activos, lo que equivale a un 33,1% del total regional.

De la fuerza de trabajo ocupada en 1987, un 28% corresponde a las actividades Agricultura, Caza y Pesca, seguida en importancia por Servicios Comunales, Sociales y Personales con un 24% e Industria con un 16,2% .

Para analizar la fuerza de trabajo por actividad económica en el área, se utilizó el Censo de Población de 1982, con información comunal. En el Cuadro II.1-20 se muestra la población económicamente activa por rama de actividad económica para las comunas que conforman el área de estudio, pudiendo observarse que para 1982 la actividad que presentaba un mayor número de personas ocupadas, era la actividad Servicios, con 74.336 personas, mientras que de los sectores productivos el sector Agricultura, Silvicultura y Pesca era el que presentaba una mayor ocupación, con 52.538 personas, seguido por el sector Industria Manufacturera, con 33.480 personas.

En el plano general del área de estudio (Plano N°1) se ha identificado la ubicación de la infraestructura existente en la zona del proyecto para servicios. Los sectores considerados han sido Salud, Educación, Justicia, Energía, Minería y Transporte.

CUADRO II.1-18 POBLACION COMUNAL AREA DE ESTUDIO.CENSOS 1970, 1982 Y PROYECCIONES PARA 1990

Provincias	Comunas	1970	1982	1990
Ñuble	Ninhue	6.374	7.032	7.080
	San Carlos	31.393	43.736	47.057
	Ñiquén	13.745	12.395	13.162
	San Fabián	7.676	3.862	3.076
	San Nicolás	9.161	8.005	7.448
	Treguaco	(*)	5.960	6.773
	Portezuelo	10.769	7.172	6.153
	Chillán	102.907	136.496	171.273
	Coihueco	17.278	22.338	26.475
	Coelemu	12.580	15.638	17.722
	Ránquil	6.815	7.403	7.479
	Pinto	8.718	9.235	11.203
	Quillón	13.434	15.026	15.386
	Bulnes	16.295	18.612	19.971
	San Ignacio	13.542	15.003	15.771
	El Carmen	13.194	14.076	13.825
	Pemuco	7.594	8.187	8.152
	Yungay	10.675	14.861	14.881
Concepción	Tomé	44.833	47.716	50.902
	Talcahuano	152.177	207.219	264.479
	Penco	33.916	33.360	35.870
	Florida	8.057	10.757	13.261
	Concepción	190.169	272.679	324.921
Total		731.302	936.768	1.102.320

(*) : Esta comuna se formó después de 1970 con distritos de las comunas de Portezuelo, Quirihue y Cobquecura.

Fuente: INE, Censo 1970, Censo 1982, Proyecciones 1980 - 1995.

CUADRO II.1-19 EVOLUCION DE LA POBLACION URBANO-RURAL EN EL AREA DE ESTUDIO. CENSOS 1970-1982

COMUNAS		CENSO 1970					CENSO 1982			
	TOTAL	URBANO #	URBANO %	RURAL #	RURAL %	TOTAL	URBANO #	URBANO %	RURAL #	RURAL %
NINHUE	6,374	749	11.8	5,625	88.2	7,032	1,561	22.2	5,471	77.8
SAN CARLOS	31,393	17,433	55.5	13,960	44.5	43,736	26,449	376.1	17,287	245.8
NIQUEN	13,745	704	5.1	13,041	94.9	12,395	1,724	24.5	10,671	151.7
SAN FABIAN	7,676	772	10.1	6,904	89.9	3,862	1,257	17.9	2,605	37.0
SAN NICOLAS	9,161	692	7.6	8,469	92.4	8,005	1,322	18.8	6,683	95.0
TREGUACO	(*)					5,960	921	13.1	5,039	71.7
PORTEZUELO	10,769	995	9.2	9,774	90.8	7,172	1,402	19.9	5,770	82.1
CHILLAN	102,907	87,823	85.3	15,084	14.7	136,496	120,962	1,720.2	15,534	220.9
COHIUECO	17,278	3,108	18.0	14,170	82.0	22,338	6,200	88.2	16,138	229.5
COELEMU	12,580	5,422	43.1	7,158	56.9	15,638	9,238	131.4	6,400	91.0
RANQUIL	6,815	1,054	15.5	5,761	84.5	7,403	2,189	31.1	5,214	74.1
PINTO	8,718	931	10.7	7,787	89.3	9,235	3,631	51.6	5,604	79.7
QUILLON	13,434	2,494	18.6	10,940	81.4	15,026	3,708	52.7	11,318	160.9
BULNES	16,295	8,270	50.8	8,025	49.2	18,612	9,987	142.0	8,625	122.7
SN.IGNACIO	13,542	2,409	17.8	11,133	82.2	15,003	3,837	54.6	11,166	158.8
EL CARMEN	13,194	2,070	15.7	11,124	84.3	14,076	2,886	41.0	11,190	159.1
YUNGAY	10,675	4,337	40.6	6,338	59.4	14,861	8,607	122.4	6,254	88.9

(*) : ESTA COMUNA SE FORMO DESPUES DE 1970 CON DISTRITOS DE LAS COMUNAS DE PORTEZUELO, QUIRIHUE Y COBQUECURA. FUENTE: INE, CENSOS DE POBLACION 1970 - 1982

CUADRO II.1-19 EVOLUCION DE LA POBLACION URBANO-RURAL EN EL AREA DE ESTUDIO. CENSOS 1970-1982 (Continuación)

COMUNAS		CENSO 1970					CENSO 1982			
	TOTAL	URBANO #	%	RURAL #	%	TOTAL	URBANO #	%	RURAL #	%
TOME	44,833	31,834	71.0	12,999	29.0	47,716	40,464	575.4	7,252	103.1
TALCAHUANO	152,177	147,425	96.9	4,752	3.1	207,219	205,037	2,915.8	2,182	31.0
PENCO	33,916	28,084	82.8	5,832	17.2	33,360	31,911	453.8	1,449	20.6
FLORIDA	8,057	1,187	14.7	6,870	85.3	10,757	2,598	36.9	8,159	116.0
CONCEPCION	190,169	189,120	99.4	1,049	0.6	272,679	267,891	3,809.6	4,788	68.1
TOTAL	731,302	538,983	73.7	192,319	26.3					

CUADRO II.1-20 EVOLUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR COMUNA Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA (Número Hab.)

COMUNAS	AGRICULTURA CAZA, SILV. Y PESCA		EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS		INDUSTRIA MANUFACTURERA		ELECTRICIDAD GAS Y AGUA		CONSTRUCCION		COMERCIO	
	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982
NINHUE	1316	1484	0	0	25	26	0	1	19	41	28	38
SAN CARLOS	3938	5931	31	24	572	869	14	32	372	344	852	1128
NIQUEN	2853	2817	8	3	63	49	2	2	63	57	93	68
SAN FABIAN	1546	622	5	0	100	70	0	1	81	24	85	44
SAN NICOLAS	2081	1617	12	37	46	68	0	1	53	94	36	48
TREGUACO		1251		2		201		0		21		25
PORTEZUELO	2502	1569	0	1	40	59	2	1	56	16	48	47
CHILLAN	4850	5443	37	33	3035	3809	134	224	2011	1546	4284	6336
COHIUECO	3506	4238	2	9	198	276	4	8	168	131	124	221
COELEMU	1854	1725	3	0	626	521	3	16	63	91	262	339
RANQUIL	1441	1521	0	0	157	175	1	4	32	27	82	73
PINTO	1855	1529	6	4	100	125	2	2	38	89	67	133
QUILLON	2822	2743	11	3	132	223	2	0	116	88	168	197
BULNES	2096	2204	5	2	192	329	8	14	182	347	284	345
SN. IGNACIO	2893	2552	1	2	113	130	2	0	92	59	82	102
EL CARMEN	3030	2846	0	0	141	114	1	1	63	50	69	118
PEMUCO	1445	1424	1	1	80	76	0	2	44	62	50	63
YUNGAY	1474	1817	6	0	321	574	7	12	135	113	175	222
TOME	2181	2120	15	16	4982	1791	38	42	521	336	966	1003
TALCAHUANO	1972	2294	79	79	10422	10901	299	653	3109	2082	4230	6402
PENCO	1124	777	63	16	1338	1116	37	412	726	387	775	945
FLORIDA	1658	2115	10	5	287	259	0	48	45	104	54	108
CONCEPCION	805	1899	383	230	11985	11719	688	653	4839	3308	8909	12333
TOTAL	49242	52538	678	467	34955	33480	1244	2129	12828	9417	21723	30338

(*) : ESTA COMUNA SE FORMO DESPUES DE 1970 CON DISTRITOS DE LAS COMUNAS DE PORTEZUELO, QUIRIHUE Y COBQUECURA.

FUENTE : INE, CENSOS DE POBLACION 1970 - 1982

CUADRO II.1-20 EVOLUCION DE LA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR COMUNA Y RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA (Número Hab.) (Continuación)

COMUNAS	TRANSPORTE Y COMUNICACIONES		ESTABLEC. FINANCIEROS, SEGUROS		SEVICIOS COMUNALES, SOCIALES Y PERSON.		ACTIVIDADES NO BIEN ESPECIFICADAS		TOTAL	
	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982	1970	1982
NINHUE	17	17	1	1	76	180	230	75	1712	1863
SAN CARLOS	294	360	95	151	1440	2364	1093	370	8701	11573
NIQUEN	60	45	1	1	167	235	322	304	3632	3581
SAN FABIAN	32	11	0	1	155	157	134	36	2138	966
SAN NICOLAS	29	30	1	5	144	198	181	109	2583	2207
TREGUACO		4		2		96		94		1696
PORTEZUELO	17	17	0	3	206	223	160	159	3031	2095
CHILLAN	1596	1795	416	780	8052	12205	4122	2161	28537	34332
COHIUECO	50	66	3	4	329	716	343	240	4727	5909
COELEMU	92	68	15	48	461	745	360	200	3739	3753
RANQUIL	50	46	3	2	182	287	145	85	2093	2220
PINTO	24	30	0	6	171	347	117	400	2380	2665
QUILLON	68	93	2	11	236	436	298	499	3855	4293
BULNES	232	150	23	45	658	945	377	210	4057	4591
SN.IGNACIO	41	38	1	1	245	310	251	457	3721	3651
EL CARMEN	58	43	1	2	234	449	199	209	3796	3832
PEMUCO	44	27	3	4	174	227	111	106	1952	1992
YUNGAY	58	118	31	26	406	812	343	204	2956	3898
TOME	383	401	81	113	1780	4187	1840	540	12787	10549
TALCAHUANO	2700	3574	327	837	10269	17843	5775	3025	39182	47690
PENCO	641	509	36	129	1402	2249	2630	736	8772	7276
FLORIDA	21	31	5	6	160	475	142	149	2382	3300
CONCEPCION	3577	4286	1184	2299	19378	28650	16607	4488	68355	69865
TOTAL	10084	11759	2229	4477	46325	74336	35780	14856	215088	233797

2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

En el marco de sus atribuciones y responsabilidades, la Comisión Nacional de Riego ha estado desarrollando desde 1976 estudios integrales de riego en cuencas hidrográficas de nuestro país donde esta actividad económica es relevante para su desarrollo.

El objetivo perseguido con dichos estudios ha sido la formulación de programas generales de desarrollo del sector agropecuario a través de un aprovechamiento integral de los recursos naturales de clima, suelo y agua, y de los recursos humanos, económicos y financieros, considerando además aspectos tales como la situación legal, la infraestructura y tenencia de tierras, etc.

En el caso del área que abarca el denominado Proyecto Itata, estos estudios se han estado realizando en etapas sucesivas, una de las cuales corresponde al presente trabajo. En años recientes se realizó otras etapas, consistentes en completar un levantamiento aerofotogramétrico del área del Proyecto y posteriormente el estudio de suelos de la extensión del valle central cubierta por el mismo Proyecto. La división en etapas, contrariamente a lo ocurrido en otros estudios similares en que todo el proyecto se desarrolló en forma continuada, permite que estos sean desarrollados en mejor forma, posibilita un mejor control de los estudios por parte de la Comisión Nacional de Riego, y además permite que el presupuesto pueda ser distribuido en el tiempo conforme se van cubriendo y agotando etapas.

Con respecto al área del Proyecto Itata propiamente tal, en la actualidad su mayor desarrollo agrícola se concentra en los buenos suelos del sector del Valle Central de la provincia de Ñuble, donde el riego se realiza a partir de canales que se abastecen desde ríos sin regulación, excepción sea hecha del embalse Coihueco que riega apenas 3.500 há de un total potencial cercano a 160.000 há en la provincia.

La característica común de la infraestructura de riego es la abundancia de canales matrices que muchas veces recorren largas distancias para servir pequeñas áreas de riego, siendo muy común que en cortos tramos existan varios de ellos dispuestos paralelamente. De esta manera, las asociaciones de canalistas y especialmente las juntas de vigilancia de los ríos deben esforzarse para llevar un buen control en la operación de los canales, especialmente debido a que la mayoría de las bocatomas no poseen dispositivos que permitan controlar adecuadamente los caudales captados.

Dado que no existen obras de regulación importantes, el abastecimiento para riego proviene directamente de los recursos que en condiciones naturales son capaces de aportar los ríos. De este modo, durante el período de deshielos los aportes al riego son bastante seguros, especialmente para las áreas servidas por los canales del río Ñuble, el de mayor área cordillerana aportante, pero decaen ostensiblemente hacia fines de Diciembre para hacerse irrelevantes durante el mes de Febrero, y limitando por tanto el desarrollo de ciertos cultivos.

Estas condiciones limitantes en el abastecimiento de agua para riego se contraponen con el interés de los agricultores por desarrollar cultivos más rentables y mejorar las técnicas de riego para aumentar los beneficios de esta actividad. Sin embargo, estos esfuerzos son limitados en número y están siempre restringidos por la disponibilidad de aguas, siendo lo más común que la baja seguridad de riego derive en la existencia de cultivos de baja rentabilidad y en la aplicación de técnicas de riego de baja eficiencia.

En la zona del Proyecto que abarca los sectores de la Cordillera de la Costa y el Litoral en las provincias de Ñuble y Concepción, denominada del secano costero, el importante desarrollo que hasta hace algunos años tenían las viñas de rulo ha dado paso a la forestación que paulatinamente ha ido cubriendo sectores que se dedicaban a la agricultura de secano. La razón de ello está en que además del descenso en el precio del vino y otros productos derivados de la explotación de estas viñas de rulo, el mayor impulso que a nivel regional y nacional se ha dado a la actividad forestal, por los evidentes mayores retornos que con ello se consigue, ha redundado en la situación señalada. De ser posible desarrollar en esta zona una agricultura de riego relativamente segura, muy posiblemente la situación se revertiría y los beneficios para la comunidad serían importantes.

El objetivo del presente trabajo, es llevar a cabo todos los estudios básicos que permitan conocer y evaluar los recursos de clima, suelo y agua, y determinar la situación actual en que se encuentra la zona desde el punto de vista agropecuario, en la forma de un diagnóstico. Para estos efectos se ha planteado el desarrollo de un modelo de balance hidrológico del área con el cual se facilitará el diagnóstico.

Los resultados que aquí se obtengan serán la base para la elaboración de la última etapa del Proyecto Itata, en la cual se formularán los programas generales de desarrollo del sector agropecuario, donde quedarán definidas las obras de infraestructura de riego más adecuadas desde el punto de vista técnico y económico, las modificaciones en patrones de cultivo o técnicas de riego, el uso de otras fuentes de agua tales como trasvases o aguas subterráneas, el drenaje de suelos con napas superficiales, los requerimientos de los agricultores en cuanto a asistencia técnica, capacitación empresarial, etc.

De lo expuesto precedentemente, en donde puede apreciarse que la situación de riego en el área de estudio es precaria, aún cuando se trata de una zona con abundancia de recursos de agua, puede deducirse la importancia que podría revestir para la zona el Proyecto Itata, en caso que las obras que se definan en el Proyecto de Desarrollo resulten rentables y pueda disponerse del financiamiento necesario para las inversiones, junto al mejoramiento a que daría lugar la aplicación de las recomendaciones que se formulen en cuanto a asistencia técnica, capacitación empresarial y otros.

CAPITULO III
EL AREA DE ESTUDIO Y SUS RECURSOS

CAPITULO III A
INTRODUCCION

Los estudios relacionados con el denominado Proyecto Itata, se han estado realizando en etapas sucesivas una de las cuales corresponde al presente trabajo, el que permitirá disponer de un diagnóstico de la situación actual del regadío en el área del Proyecto. Uno de sus objetivos generales, que se abordó en la presente sección, ha sido llevar a cabo todos los estudios básicos que permitan conocer y evaluar los recursos de clima, suelo y agua, que junto con el conocimiento de la situación actual agropecuaria, entregará toda la información necesaria para la operación del modelo de balance hidrológico desarrollado con fines del diagnóstico.

Los estudios de recursos básicos efectuados han sido de clima y agroclima, suelos y recursos hídricos. En estos últimos se ha incluido estudios de precipitaciones, escorrentía superficial, aguas subterráneas, pérdidas y recuperaciones, calidad de aguas y sedimentométricos.

Considerando la gran extensión de la superficie de terreno de aptitud silvoagropecuaria que cubre el estudio, y las diferencias que presenta en cuanto al origen y uso del agua, a la calidad, aptitud y uso actual de los suelos, y a los parámetros agroclimáticos relevantes, se ha hecho necesario efectuar una subdivisión en áreas que presentan homogeneidad respecto a los parámetros ya indicados.

El estudio agroclimático tuvo como objeto generar una carta de distritos agroclimáticos o áreas climáticamente homogéneas respecto de su potencialidad agrícola, llegando a determinarse la aptitud agrícola de cada distrito previa definición de criterios basados en la sensibilidad y tolerancia de los cultivos a diferentes estímulos climáticos.

Por su parte, el estudio de suelos efectuado para la zona comprendida entre el límite Norte de la provincia de Ñuble y el río Larqui, complementado con estudios anteriores para cubrir íntegramente el área del Proyecto Itata, ha servido para caracterizar los suelos, a través de su capacidad de uso, y poder así identificar sectores homogéneos desde ese punto de vista.

El elemento que principalmente define posibilidades de que áreas homogéneas compongan una cierta unidad claramente identificable es el agua. En efecto, en una escala macroespacial, una cuenca hidrológica podría reconocerse como una unidad cuyo funcionamiento es único, y áreas menores en que las condiciones de suelo y clima se mantengan pueden identificarse como unidades diferenciables. En una cuenca agrícola, sin embargo, donde el riego proviene de muchos canales que pueden, o no, tener su origen en la misma cuenca, donde efectos de pérdidas y recuperaciones en cauces, derrames y otros factores influyen en la respuesta de los suelos de la cuenca al riego, se agrega un elemento adicional a esta identificación de áreas homogéneas que obliga a aumentar su número. Lo anterior resulta especialmente necesario, si se considera que el diagnóstico de la situación actual agropecuaria y del uso de los recursos existentes pretende realizarse a través de la modelación hidrológica, donde factores ante los cuales la respuesta del sistema es sensible deberán incorporarse adecuadamente.

En el marco de los recursos hídricos, los estudios de precipitaciones, escorrentía superficial y aguas subterráneas han sido de tipo convencional. El estudio de pérdidas y recuperaciones por su parte, ha utilizado información de diversas corridas de aforos realizadas, conjuntamente con antecedentes de las juntas de vigilancia y corridas de verificación efectuadas en este estudio. Lo anterior, en conjunto con la información de las redes de canales y áreas regadas, ha permitido definir sectores hidrológicamente homogéneos.

Complementando lo anterior, y a fin de establecer la posible incidencia que pudiera tener el contenido de diversos elementos, compuestos o contaminantes en las aguas, se ha realizado un estudio de calidad de las aguas el que, aunque enfocado desde el punto de vista del aprovechamiento de los recursos con fines de regadío, se ha extendido, abarcando también los aspectos relacionados con su utilización en agua potable, el otro uso de importancia en las cuencas agrícolas del área del Proyecto.

Los estudios sedimentométricos y la definición de los grupos de manejo, como estudios básicos, se han efectuado en la perspectiva del Proyecto de Desarrollo, que corresponde a la última etapa del Proyecto Itata. En efecto, el primero de ellos se ha orientado a la determinación de las condiciones de sedimentación que se produciría en puntos de los cauces que más probablemente se estudien como sitios para la ubicación de obras de embalse. El segundo de ellos por su parte, ha pretendido relacionar áreas homogéneas en cuanto a clima, suelos e hidrología, con los cultivos que potencialmente serían los más adecuados para desarrollar, pensando en los mayores beneficios que de ellos pudiera obtenerse, todo esto en el marco del mismo Proyecto de Desarrollo.

CAPITULO III B
SECTORIZACION DEL AREA

1 CRITERIOS DE LA SECTORIZACION

1.1 Introducción

Considerando fundamentalmente la extensión de la superficie de terreno de aptitud silvoagropecuaria que cubre el estudio, y las diferencias que dicha área presenta en cuanto al origen y uso del agua, a la calidad, aptitud y uso actual de los suelos, y a los parámetros agroclimáticos relevantes, se ha hecho necesario subdividir el área de estudio en áreas menores, que puedan ser consideradas como unidades, dentro de las cuales pueda suponerse cierta homogeneidad respecto a los parámetros ya indicados.

De este modo, al considerar el área del estudio desde cada uno de los aspectos relevantes se llegó a sectorizaciones diferentes, pudiendo incluso en algunos casos no existir continuidad espacial de algunos subsectores, como se describe más adelante.

Los principales elementos de sectorización utilizados en el estudio son tres: unidades de planificación, sectores de riego y grupos de manejo. A continuación, se describe en detalle los criterios de sectorización empleados en cada caso y las relaciones entre cada una de estas formas de desagregar el área de estudio.

1.2 Criterio de Definición de Unidades de Planificación

Teniendo en cuenta que dentro del área de estudio existen diferentes características en cuanto a recursos de suelo, agua, aspectos sociales e institucionales y división político- administrativa, al plantear el análisis de los recursos y de la situación actual agropecuaria no es posible manejar toda el área en su conjunto. Ello hizo necesario subdividir el sistema en subsistemas denominados unidades de planificación, sobre las cuales pudieran ser evaluadas en forma relativamente independiente las soluciones o mejoramientos que se planteen con el programa de desarrollo que constituye el objetivo final del Proyecto Itata. En esa perspectiva, en el presente estudio las unidades de planificación se han definido considerando la división del área total de acuerdo a las principales fuentes de agua, estando delimitada cada una de las unidades de planificación por los límites de cuenca o los contornos de predios regados o bajo la influencia de una fuente principal, correspondiendo por tanto estas unidades, como se desprende más adelante, a agrupaciones de sectores de riego contiguos que pueden asociarse en forma conjunta.

Al aceptar el predominio de las áreas de influencia de las principales fuentes de agua en la definición de las unidades de planificación, por sobre otros criterios posibles, tal como la división político - administrativa del área por ejemplo, se obtiene en general como resultado que dichas unidades de planificación no quedan asociadas a los límites de esas unidades político - administrativas ni a agrupaciones de éstas, lo que en todo caso desde el punto de vista de la aplicación del proyecto de desarrollo en cuanto a sus aspectos de apoyo técnico y otros, no constituye una especial dificultad, ya que a nivel global el área de estudio coincide con el límite de la Provincia de Ñuble, a los que se agregan sectores de algunas comunas de la Provincia de Concepción que conforman el sector costero de dicha área, todo lo cual pertenece a la Región del Bío-Bío.

1.3 Criterios de Definición de Sectores de Riego

Para la sectorización del área de estudio desde el punto de vista del sistema de distribución de aguas para riego, se consideró como antecedentes principales la red de canales existentes, obtenida de los overlays de hidrología de CIREN-CORFO escala 1:50.000 que cubren el sector del estudio, el Catastro de Usuarios de Aguas de los ríos Itata y Diguillín, VIII Región (1986) y el Catastro de Usuarios de Aguas de la Subcuenca del río Ñuble (1987), ambos desarrollados por la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas y en los cuales se tiene planos escala 1:10.000 con la delimitación de los predios y la identificación de los canales que los sirven.

Como criterio básico de la sectorización del área, se consideró en conjunto aspectos tales como la red de canales antes señalada, así como la ubicación de las estaciones fluviométricas en la cuenca, aspectos geográficos, de drenaje superficial natural, de áreas homogéneas de canales, etc. De entre estos aspectos se consideró en forma principal el criterio de que cada sector corresponde a un área servida por elementos comunes del sistema de riego, asociándose ese sector a una cierta rama de la red de canales existentes, desde su nacimiento en algunos de los cursos superficiales de la cuenca, hasta el término de todos sus canales derivados, a nivel de entrega predial.

La ubicación de las estaciones fluviométricas con estadística disponible fue considerada igualmente como criterio de sectorización del área de estudio, procurándose que dichos puntos correspondieran a la sección de salida o término por aguas abajo de cada sector. En aquellos puntos sin información, fue necesario generar las estadísticas fluviométricas respectivas, de modo de contar con estimaciones que permitieran la calibración y validación del modelo de balance hidrológico desarrollado.

Adicionalmente, se empleó como criterio de sectorización que las aguas de los derrames de riego tuvieran su origen en una fuente común y una dirección principal semejante, o que tuvieran su descarga a un cauce común.

Si se considera por una parte el criterio básico de definición de sectores de riego señalado anteriormente, junto a la definición de unidades de planificación ya establecida, queda de manifiesto la correspondencia existente entre uno y otro tipo de sectorización, apreciándose que los sectores de riego corresponden a subdivisiones más finas o subconjuntos de algunas unidades de planificación aún cuando ciertas unidades no tienen sectores de riego asociados ni una clara interrelación con otras.

1.4 Criterio de Definición de Grupos de Manejo

La última de las sectorizaciones considerada para subdividir el área de estudio es la de los grupos de manejo que, a diferencia de las otras sectorizaciones ya descritas, corresponde a sectores sin continuidad geográfica, agrupados en un grupo de manejo en cuanto su potencialidad productiva sea homogénea, pudiendo por tanto tener asociada una variedad común de cultivos.

La potencialidad de los cultivos a que se ha hecho referencia, suponiendo en todos los casos un suministro de agua que permita cubrir todas las demandas evapotranspirativas de éstos, depende de dos aspectos básicos: la capacidad de uso de los suelos y las características agroclimáticas de cada sector, definiéndose por tanto las zonas de productividad homogénea por la superposición espacial de ambos elementos. Desde el punto de vista de la capacidad de uso de los suelos, éstos se agruparon en categorías que en algunos casos comprenden más de una clase de capacidad de uso, debido a que desde el punto de vista de su productividad se pueden asimilar a un solo rango. Por otro lado, desde el punto de vista agroclimático se dividió el área de estudio en distritos definidos de forma que posean homogeneidad respecto de su potencialidad agrícola, considerando variables tales como el período libre de heladas, la suma de temperaturas, las temperaturas máximas y mínimas, el período de receso vegetativo, las horas de frío anuales, el déficit hídrico, etc., que fueron considerados globalmente a través de la definición de la aptitud productiva de cada distrito respecto de los principales cultivos presentes en el área.

2 UNIDADES DE PLANIFICACION

De acuerdo a los criterios ya señalados, y en consideración a los principales cursos de agua existentes en el área de estudio, ésta se dividió en nueve unidades de planificación que son las siguientes: Unidad río Ñuble, Unidad río Cato, Unidad río Chillán, Unidad río Diguillín, Unidad río Itata Alto (aguas arriba del río Diguillín), Unidad río Itata Medio (entre ríos Chillán y Diguillín), Unidad río Itata Bajo (río Itata entre Nueva Aldea y desembocadura), Unidad río Andalién y Unidad Interfluvios Costeros (excepto el río Andalién). La división del río Itata en tres sectores obedece por una parte a que debe considerarse el efecto de las aguas que serían trasvasadas a la cuenca del Itata a través del canal Laja - Diguillín, y por otra a las diferentes características de régimen hidrológico que presenta el río Itata desde su confluencia con el río Ñuble hacia aguas abajo.

3 SECTORES DE RIEGO

Para la definición de los sectores de riego se trabajó en planos escala 1:20.000 con las redes de canales y límites prediales, coloreando en forma diferente las superficies regadas por cada uno de los canales matrices del área. Esto fue necesario debido a que en muchos casos los canales riegan sectores bastante alejados de las bocatomas, atravesando sin regar extensiones considerables, por lo que asimilar el área regada por cada canal al entorno del área a través de la cual éste se desarrolla, puede inducir a errores al momento de fijar los límites de cada sector. Una vez definidas las superficies de la manera señalada, se aplicó los criterios de sectorización ya dichos y se definió sectores de riego que en su conjunto cubren completamente el área de interés. A continuación se describe cada uno de los sectores de riego definidos, agrupados de acuerdo a su pertenencia a las unidades de planificación. Estos sectores se muestran en el Plano N°2 y su relación con las unidades de planificación en el Cuadro III.B.3-1.

CUADRO III.B.3-1. SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION

Unidad de Planificación	Sectores de Riego Asociados
Río Ñuble	S01, S02, S03, S04, S05, S06, S07, S08
Río Cato	S09, S10, S11, S12
Río Chillán	S13, S14, S15, S16, S17, S18, S19
Río Diguillín	S20, S21, S22, S23, S24, S25, S26
Río Itata Alto	S27, S28
Río Itata Medio	S29
Río Itata Bajo	no tiene
Río Andalién	no tiene
interfluvios costeros	no tiene

Río Ñiquén

Este río se dividió en dos sectores, uno superior, ubicado aguas arriba del aporte de aguas dèl sistema Digua Perquilauquén (S01) y otro inferior, aguas abajo de dicho punto (S02).

La mayor parte de las áreas dominadas por los canales se encuentra en la ribera norte del río Ñiquén. Los recursos propios de este río son escasos, siendo su fuente principal los sobrantes que recibe de la ribera norte del río Ñuble.

Río Ñuble

Se dividió la ribera norte en cuatro sectores atendiendo al destino de los sobrantes. Se definió un sector que drena hacia el río Ñiquén (S03), dos que drenan al río Changaral (S04 y S05) y un cuarto que drena hacia el río Ñuble (S06).

La ribera sur del río Ñuble, hasta su confluencia con el río Cato, se dividió en dos sectores drenando ambos hacia este último río. El sector superior (S07) se delimitó para permitir la representación del río Cato en la zona de la bocatoma del canal de La Luz que riega un vasto sector al sur del río Cato entre los ríos Ñuble y Chillán; este último sector se separó en el área que drena al Ñuble y la que drena al Chillán. El sector inferior (S08) termina en la junta del río Cato con el río Ñuble y permite obtener los caudales de la estación Cato en puente Cato.

Río Cato

Se consideró un sector superior que se alimenta de aguas de este río y de la quebrada Bustamante y el estero Bureo, que forman el estero Las Rosas (S09).

Río Niblinto

Se definió un sector aguas abajo de la estación fluviométrica Niblinto antes del canal alimentador embalse Coihueco. El sector (S10) limita al poniente con el área regada por dicho embalse y termina en la junta con el río Cato.

Río Coihueco

Se definió un sector que riega las tierras que drenan hacia la cuenca del río Coihueco (S11) y que limita con las áreas regadas con recursos del embalse Coihueco, canal matriz N°2, principalmente. Hacia el oriente limita con áreas regadas con recursos del río Chillán.

Embalse Coihueco

Se delimitó el área regada por este embalse atendiendo a su ubicación y al destino de sus eventuales excedentes. Como la mayor parte de esta área drena hacia el río Cato, se trazó una división que permite conocer el aporte hasta el punto de la bocatoma del canal de La Luz en el río Cato (S12).

El resto del área regada por el embalse Coihueco queda definida por el canal matriz N°3 o Ñuble Rupanco, en el sector de la ribera sur de los ríos Cato y Ñuble.

Río Chillán

Se distinguió entre ribera norte y sur. En la primera se delimitó un sector que drena hacia el río Cato (S14) y otro hacia el mismo río Chillán (S13). Este último se dividió en dos, uno aguas arriba del dren de defensa de Chillán (S15) que descarga al río Chillán y otro inferior (S16).

En la ribera sur se definieron tres sectores: el primero inmediatamente al sur del río Chillán terminando en el estero Boyén (S17), el segundo comprende el área del estero Boyén (S18) y el último la zona del estero Lluanco que forma el estero Quilmo (S19).

Río Diguillín

La ribera norte se clasificó atendiendo a su drenaje. Un sector drena hacia el río Larqui (S20), otro hacia el río Itata (S21) y un tercero hacia el río Diguillín (S22). Además se tomó en cuenta el trazado del futuro canal Laja-Diguillín.

En la ribera sur se definieron los sectores atendiendo a su fuente: el estero San Vicente (S23), el río Temuco (S24), el estero Quemado (S25) o Las Corontas y el río Palpal (S26).

Río Itata

Los sectores se han identificado atendiendo a la condición de fuente y destino, de sobrantes o drenaje.

Se dividió el área en tres sectores: la zona regada con recursos de los esteros Perquenco y Dañicalqui (S27), la que se riega con recursos del Itata a través del canal Casablanca (S28) y la que se riega con el canal Quillón (S29).

Sectores Complementarios

Los sectores identificados como C, corresponden a áreas cuyos suelos muestran condiciones adecuadas para el desarrollo de cultivos, pero que no pertenecen al sistema de riego del río Ñuble. Sus límites han sido definidos según divisorias de aguas.

El sector C1 se ubica sobre la ribera Norte del río Ñiquen entre el sector de riego S02 y el límete Norte de la provincia de Ñuble.

El sector C2 está sobre la ribera Norte del río Ñuble entre la confluencia con el río Changaral y la confluencia con el río Itata, prolongándose hasta el límite Nor Poniente de la cuenca del río Ñuble en ese sector.

El sector C3 se ubica sobre la ribera Sur del río Ñuble entre la confluencia de este río con el río Chillán hasta la divisoria de aguas entre los ríos Ñuble e Itata por el Sur. Hacia el Oriente limita con el sector de riego S19.

El sector C4 se ubica sobre la ribera Sur del río Itata entre su divisoria de aguas con el río Ñuble por el Norte, hasta su divisoria de aguas con el río Larqui por el Sur.

El sector C5 queda ubicado sobre la ribera Norte del río Larqui entre la divisoria de aguas de ese río con los ríos Itata, Ñuble y Chillán, hasta el borde occidental del sector de riego S20.

4 GRUPOS DE MANEJO

Como se ha señalado anteriormente, los grupos de manejo corresponden a sectores sin continuidad geográfica, agrupados de manera que su potencialidad productiva sea homogénea y puedan por tanto tener asociados cultivos similares. En la determinación de dicha homogeneidad se considera el tipo de suelos existentes y las características agroclimáticas del sector. Para evaluar la potencialidad productiva se supone que los suelos tienen la dotación de agua suficiente como para no afectar al rendimiento de los cultivos.

Tanto en el estudio de suelos del Itata, realizado en una etapa anterior del Proyecto Itata, como en el estudio de suelos que forma parte del presente trabajo, se establecen 17 unidades de manejo, definidas sólo en consideración a la capacidad de uso del suelo. Por su parte, en el estudio de suelos del río Diguillín y los estudios de suelos complementarios desarrolladas por CIREN-CORFO en el área, no se hizo ningún tipo de división.

Para los efectos de la evaluación económica de las alternativas que se identifiquen como parte del proyecto de desarrollo, dichas unidades se han agrupado en ocho, ya que ellas permiten sobradamente cumplir con el objetivo de definir zonas de potencialidad productiva homogénea, facilitando al mismo tiempo el manejo de la información para la evaluación de los análisis económicos correspondientes.

De estas ocho unidades, las cinco primeras corresponden a suelos agrícolas o agrícola-ganaderos, las dos siguientes a suelos de aptitud forestal y/o agrícola y la última sólo presenta posibilidades como área de protección, sin tener ninguna aptitud agrícola, ganadera o forestal.

Por su parte, desde el punto de vista del clima, el estudio realizado identificó 12 diferentes distritos agroclimáticos en toda la VIII Región del Bío-Bío, los que se reducen a nueve si se toma en cuenta sólo aquellos que cubren algún sector del área de estudio,y a seis si se considera solamente aquellos ubicados sobre sectores de algún interés agropecuario, estando en general formados por extensiones de orientación norte sur, que van cubriendo el territorio desde la costa hacia los sectores andinos. En la Figura III.B.4-1 se muestra los distritos agroclimáticos definidos, que cubren el área comprendida entre San Gregorio por el norte a Los Angeles por el sur, y desde el Mar Chileno al límite con la República Argentina.

Para cada uno de dichos distritos se determinó la aptitud productiva respecto de 15 diferentes cultivos relevantes, definiendo dicha aptitud en cinco grados o categorías agrupadas para estos fines en tres: sin limitaciones y con limitación leve, limitación moderada a limitación severa y por último excluido.

Finalmente, el análisis conjunto de los aspectos de capacidad de uso del suelo y de características agroclimáticas permitió definir los grupos de manejo que cubren el área de estudio, analizando para cada una de las ocho agrupaciones de capacidad de uso del suelo definidas la aptitud productiva de los cultivos que esos suelos permiten, de acuerdo a las características agroclimáticas existentes.

A continuación se describe cada uno de dichos grupos de manejo, definidos exclusivamente de acuerdo a las capacidades de uso de los suelos.

Grupo A

Este grupo incluye todos aquellos suelos aptos para cultivos que no requieren prácticas de conservación y aquellos que necesitan medidas simples de conservación. En general corresponden a suelos planos hasta pendientes de 2%, profundos a muy profundos, de texturas medias a moderadamente finas, bien a moderadamente bien drenados, buena capacidad de retención de agua, con ligeras a nulas limitaciones para el desarrollo radicular. Son suelos aptos para todos los cultivos de la zona: chacras (porotos, maíz, remolacha, etc.), cereales (trigo, avena, raps) y pastos (alfalfa, trébol), y con buena aptitud para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de Clase I y II de capacidad de uso y sus correspondientes sub-clases.

Grupo B

Comprende suelos aptos para cultivos que requieren prácticas intensivas de conservación. En general incluyen suelos planos hasta pendientes de 5%, moderadamente profundos a profundos, de texturas medias a gruesas, de fertilidad natural moderada a baja y capacidad de retención de humedad moderada, bien drenados y con ligeras limitaciones de arraigamiento. Son suelos aptos para los cultivos de arraigamiento medio y con moderadas a severas limitaciones para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de Clase IIIs y IIIa de capacidad de uso.

Grupo C

Este grupo incluye suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. En general corresponden a suelos planos, moderadamente profundos, de drenaje imperfecto, de texturas medias a finas, fertilidad y capacidad de retención de agua moderada y limitaciones de arraigamiento debido a niveles freáticos fluctuantes entre 60 y 100 cm. Son suelos planos, con pendientes de 1 a 2%, aptos para cultivos de arraigamiento medio y tolerantes a las condiciones de humedad excesiva, sin aptitud frutal debido a su drenaje imperfecto. Comprende todos los suelos de Clase IIIw2 de capacidad de uso.

Grupo D

Este grupo corresponde a suelos ocasionalmente aptos para cultivos. En general los suelos de este grupo se caracterizan por ser moderadamente profundos a delgados, de texturas gruesas, que descansan sobre un subestrato de gravas, bolones y arenas, baja fertilidad natural y capacidad de retención de humedad, de pendientes onduladas. Su principal aptitud es la producción de praderas de arraigamiento medio. Comprende los suelos de Clase IVs y IVe de capacidad de uso.

Grupo E

Corresponde a suelos aptos para cultivos en forma ocasional, que requieren práctica intensiva de conservación. Los suelos de este grupo se caracterizan en general por presentar texturas finas, perfiles delgados a moderadamente profundos, que descansan sobre materiales impermeables, drenaje imperfecto a pobre, de permeabilidad baja a muy baja y topografía plana de 1 a 2%. Su principal aptitud es para la producción de arroz y praderas de arraigamiento medio, sin aptitud frutal. Comprende los suelos de clase IVw de capacidad de uso.

Grupo F

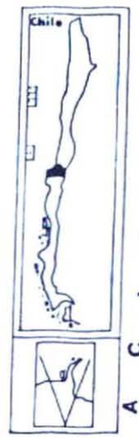
Este grupo comprende suelos no aptos para cultivos pero que permiten praderas permanentes con prácticas simples de conservación. Las principales limitaciones que presenta este grupo para los cultivos son debidas a su muy delgada profundidad efectiva, drenaje pobre y pendientes altas (de 2 a 10%). Corresponde a suelos de Clase VI de capacidad de uso.

Grupo G

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten praderas permanentes con prácticas modernas de conservación; presentan aptitud forestal. Se incluye en este grupo aquellos suelos que presentan escaso desarrollo de sus perfiles, drenaje pobre, topografía escarpada y afectada por procesos erosivos. Se incluyen en este grupo todos los suelos de Clase VII de capacidad de uso.

Grupo H

Comprende suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Corresponde a la Clase VIII de capacidad de uso.



0 5 10 15 20 25 50 Km.

FIGURA III. B. 4 - 1 DISTRITOS AGROCLIMATICOS

CAPITULO III C
CLIMA Y AGROCLIMA

1 ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Introducción

A través del presente estudio, se busca sintetizar la información agroclimática disponible y generada durante el desarrollo de este trabajo. La presentación de esta base de información está orientada de modo que el usuario pueda acceder con facilidad a ella.

El sistema de evaluación agroclimática utilizado es estrictamente analítico y ha buscado ir mas allá de una simple descripción del clima regional, llegando a cuantificar, mediante una cartografía multiparamétrica, los recursos agroclimáticos del área en estudio. En el cumplimiento de este objetivo se utiliza exhaustivamente la información climatológica disponible en las estaciones meteorológicas de la región.

Luego de una cartografía básica viene una etapa de síntesis de información con el objeto de generar una carta de distritos agroclimáticos o áreas climáticamente homogéneas respecto de su potencialidad agrícola. De acuerdo a ello puede determinarse la aptitud agrícola de cada distrito, previa definición de criterios basados en la sensibilidad y tolerancia de los cultivos.

1.2 Descripción Metodológica

El sistema de evaluación agroclimática empleado se apoya en una cuantificación, sobre bases cartográficas, del comportamiento espacial de las variables climáticas de mayor relevancia agrícola.

A partir de un análisis detallado de los requerimientos agroclimáticos de los cultivos, se establecieron las variables que explican en mayor proporción la adaptación y productividad de los cultivos de la región. Dentro de estos parámetros están el período libre de heladas, la suma de temperaturas, las temperaturas máximas y mínimas, el período de receso vegetativo, las horas de frío anual y el déficit hídrico. La variación espacial de los parámetros más importantes se representó mediante trazados cartográficos, que generan la cartografía básica del estudio.

Por medio de una red auxiliar de puntos distribuidos a través de toda la región, se hicieron lecturas de las cartas de cada uno de los parámetros, consiguiéndose así tener condensada toda la información agroclimática en puntos ubicados regularmente en la región.

Basándose en umbrales agroclimáticos de relevancia agroecológica, se delimitaron por agrupamiento de puntos, grandes sectores climáticos o distritos agroclimáticos . El nivel de agregación elegido es función directa del detalle espacial en la representación del sistema que se quiera alcanzar en el mapa de distritos agroclimáticos.

Cada distrito está representado por los valores promedio de las variables climáticas básicas del área comprendida por éste. La información generada por distrito es condensada en una fórmula agroclimática sintética que contiene las 12 variables más importantes en la zonificación. Con la sola excepción de los índices de humedad que son parámetros adimensionales, en la fórmula las variables están expresadas por el valor promedio de cada una de ellas, aproximado al entero inferior.

2 PARAMETROS CLIMATOLOGICOS

2.1 Procesamiento de la Información Básica

Se procesó la información climatológica disponible entre los paralelos 36 y 38 latitud sur. En la Figura III.C.2-1 y en el Cuadro III.C.2-1 se muestra las estaciones existentes en la región. El procesamiento incluyó precipitaciones, temperaturas máximas y mínimas, humedad relativa, nubosidad media, evaporación, insolación y radiación solar, cuya información se presenta en los Cuadros III.C.2-2 a III.C.2-9. La información expresada en valores mensuales se sometió a un proceso de depuración para eliminar o corregir datos erróneos. Posteriormente, se calcularon los valores promedio para las series de datos. Estos datos constituyen el conjunto de parámetros primarios, a partir de los cuales se calculó una serie de variables derivadas que describen fenómenos de importancia agroclimática. Dentro de estas variables están la suma de temperaturas, horas de frío, períodos libres de heladas y de receso vegetativo, déficit y excedente hídrico anuales, días cálidos, períodos seco y húmedo y los índices de humedad.

Con el objeto de efectuar los trazados cartográficos sobre bases sólidas, se incluyó un margen que abarcó por el norte y por el sur importantes áreas de las regiones VII y IX, respectivamente.

La información se obtuvo de los archivos del laboratorio de Agroclimatología de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

Esto permitió una visión de conjunto que fue útil para mejor interpretar el patrón de variación espacial de las variables dentro del área estudiada.

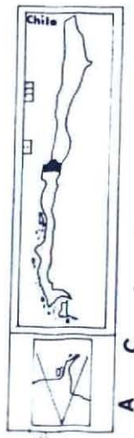
2.1.1 Cartografía de las Variables Básicas

Las series históricas fueron analizadas con el objeto de evaluar la consistencia de la información. Varias estaciones en la región muestran discontinuidad en su información, situación que se estudió con el objeto de determinar la homogeneidad entre los períodos anterior y posterior a la discontinuidad.

La representatividad espacial de una estación es importante de considerar cuando la información será utilizada como apoyo a la cartografía. Con este objeto se ubicaron las estaciones en una carta de relieve realzado a la misma escala del trazado de isolíneas, donde se analiza la posición topográfica y los accidentes fisiográficos que pueden explicar un comportamiento particular de las estaciones. Las depresiones y terrenos bajos normalmente acentúan las temperaturas extremas, los biombos montañosos reducen los montos pluviométricos y aumentan la evapotranspiración (Efecto de Foëhn), las disecciones de la costa atenuan las temperaturas mínimas, reduciendo el número de heladas.

Tipo de Estaciones :

Pluviometrica :
Termopluviometricas :
Meteorológica :
Agrometeorologicas :
Sinopticas :



OCEANO PACIFICO

MAR CHILENO

ARGENTINA

CHILE

Quirihue
Ninhue
San Gregorio
SAN CARLOS
COELEMU
Río Longuen
San Nicolás
Río Ñuble
Río Chergaral
Portezuelo
Río Cato
San Fabián
Río Itata
Ñipas
CHILLAN
Río Ñuble
Río Piniquel
TOME
Coihueco
Río Chillán
Río Lirquenco
Pinto
PENCO
BULNES
Lag. Santa Elena
San Ignacio
Río Andalien
CONCEPCIÓN
Río Diguillin
Est. Renegado
El Carmen
Lag Quinel
Lag. Sur
Río Itata
Est. Palpal
Pemuco
Chiguayante
Río Bio Bio
Husqui
Cabrero
Río Dañicalqui
Río Quilacoya
YUMBEL
Río Itata
Yungay
Río Chelguan
Santa Juana
LAJA
Río Laja
Río Huepil
Huepil
Río Bio Bio
Río Huagui
Río Rarinco
Río Laja
Antuco
Laguna de La Laja
Río Rucue
Río Tubul
Río Raqui
ARAUCO
Río Carampangue
Río Tavolevo
LOS ANGELES
Río Co:er
Quillaco
Curanilahue
Nacimiento
Isla Santa Maria
CORONEL
LOTA

0 5 10 15 20 25 50 Km.

FIGURA III.C.2-1 ESTACIONES CLIMATOLOGICAS VIII REGION

CUADRO III.C.2-1 ESTACIONES CLIMATICAS DE LA OCTAVA REGION

NUM	NOMBRE ESTACION	LAT	LONG	ALT.	TIPO
1	SAN CARLOS	36 25	71 57	172	PV
2	RETIRO BUREO	36 28	71 45	210	AG
3	ESC AGRONOMIA (CHILLAN)	36 25	72 00	112	AG
4	B. OHIGGINS (CHILLAN)	36 30	72 02	113	AG
5	CHILLAN	36 36	72 06	114	PV,SN
6	ISLA QUIRIQUINA	36 38	73 04	70	PV
7	TOME	36 37	72 57	5	PV
8	LA PUNILLA	36 39	71 22	635	TPV
9	PUNTA TUMBES	36 37	73 06	120	SN
10	TALCAHUANO	36 43	73 07	5	PV
11	PUNTA HUALPEN	36 46	73 12	48	PV
12	SAN VICENTE (HOYA BIO BIO)	36 45	73 07	NN	AG
13	BULNES	36 45	72 19	83	PV
14	CARRIEL SUR (CONCEPCION)	36 45	73 06	15	AG
15	HUALPENCILLO (CONCEPCION)	36 50	73 05	15	AG
16	BELLAVISTA (CONCEPCION)	36 47	73 02	20	AG
17	EMBALSE DIGUILLIN	36 50	71 40	800	TPV
18	CERRO CARACOL	36 50	73 02	100	PV
19	CONCEPCION (UNIVERSIDAD)	36 50	73 02	10	SN
20	NONQUEN	36 52	72 58	145	PV
21	ISLA SANTA MARIA	36 59	73 32	79	SN
22	HUALQUI	36 58	72 57	21	PV
23	LLEPINHUE	36 57	72 55	22	PV
24	CORONEL	36 52	73 10	10	PV
25	SAN CRISTOBAL	37 10	72 35	110	TPV
26	PUNTA LAVAPIE	37 08	73 35	31	PV
27	LA AGUADA	37 10	72 25	150	PV
28	LA PALMA	37 15	72 35	160	PV
29	LOS QUILALES	37 15	72 32	112	PV
30	POLCURA EMBALSEADERO	37 19	71 32	740	MT
31	CENTRAL ABANICO	37 21	71 30	765	PV
32	LAGO LAJA DESAGUE	37 22	71 22	1375	MT
33	LOS ANGELES	37 28	72 21	160	PV
34	NACIMIENTO	37 31	72 41	57	PV

PV : PLUVIOMETRICA
TP : TERMOPLUVIOMETRICA
MT : METEOROLOGICA
AG : AGROMETEOROLOGICA
SN : SINOPTICA

CUADRO III.C.2-2 PRECIPITACIONES MENSUALES (mm)

NUM	NOMBRE ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Nº AÑOS	PERIODO
1	SAN CARLOS	21.3	20.8	32.6	71.8	233.2	299.3	221.2	182.8	116.2	57.4	36.0	28.5	38	1922 / 60
5	CHILLAN	20.5	18.2	28.9	63.4	178.1	219.6	175.9	138.5	80.3	50.5	30.4	24.3	40	1921 / 60
6	ISLA QUIRIQUINA	12.2	11.5	18.1	47.3	137.0	151.7	139.3	130.9	65.4	40.2	26.8	13.8	30	1930 / 60
7	TOME	20.3	13.3	31.7	77.1	214.0	256.5	239.3	204.7	98.3	64.7	35.8	23.2	30	1930 / 60
9	PUNTA TUMBES	11.3	10.8	21.7	45.3	123.1	139.0	116.5	105.9	50.1	32.3	19.5	14.4	30	1930 / 60
10	TALCAHUANO	20.7	18.0	29.7	104.2	194.5	221.8	205.8	162.7	79.8	57.2	31.4	21.7	30	1930 / 60
11	PUNTA HUALPEN	15.1	16.7	23.9	48.8	147.8	158.6	151.3	115.8	66.2	37.3	26.1	18.9	30	1930 / 60
13	BULNES	23.3	18.3	26.7	73.2	205.8	222.1	183.1	160.0	83.9	50.1	31.7	32.9	30	1930 / 60
18	CERRO CARACOL	24.1	22.1	37.0	80.6	236.6	250.7	222.2	193.3	86.8	64.1	40.6	26.8	30	1930 / 60
19	CONCEPCION (UNIV.)	18.3	18.4	44.5	85.5	232.2	264.2	242.0	180.3	105.5	55.0	45.1	27.9	60	1900 / 60
20	NONQUEN	38.6	25.4	48.8	102.9	296.5	330.2	287.7	246.0	122.1	82.2	59.8	36.8	30	1930 / 60
21	ISLA SANTA MARIA	16.0	14.1	25.1	58.7	151.3	159.2	147.4	126.4	65.6	41.6	26.4	18.9	30	1930 / 60
22	HUALQUI	24.7	17.9	31.0	80.5	247.9	278.9	244.9	201.9	101.4	63.0	37.0	24.9	30	1930 / 60
23	LLEPINHUE	28.9	21.9	41.5	94.2	289.0	315.4	297.9	239.6	106.0	67.9	48.4	32.1	40	1921 / 60
25	SAN CRISTOBAL	17.6	14.3	35.6	65.1	190.8	206.1	176.4	133.5	84.5	44.8	33.4	21.7	45	1915 / 60
26	PUNTA LAVAPIE	14.9	13.7	39.2	72.6	125.8	153.4	128.2	93.2	68.6	35.0	32.2	26.7	27	1904 / 31
27	LA AGUADA	29.7	21.6	47.0	77.7	220.4	257.9	217.6	189.6	109.7	58.3	40.2	28.7	40	1921 / 60
28	LA PALMA	19.5	20.1	33.6	64.8	216.8	210.0	193.9	160.4	79.0	45.1	33.4	18.0	28	1932 / 60
29	LOS QUILLALES	25.3	20.1	33.6	74.8	218.0	251.6	207.2	177.5	86.2	54.3	37.1	23.2	30	1930 / 60
33	LOS ANGELES	25.2	26.5	50.9	83.6	220.0	256.4	217.5	182.5	105.4	61.3	42.9	30.9	40	1921 / 60
34	NACIMIENTO	26.9	18.1	30.4	82.3	248.2	268.3	216.0	187.5	90.8	59.6	33.2	18.6	30	1930 / 60

CUADRO III.C.2-3 TEMPERATURAS MAXIMAS MEDIAS MENSUALES (°C)

NUM	NOMBRE ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
2	RETIRO BUREO	30.6	30.0	25.4	20.4	15.1	12.3	11.5	14.1	18.0	21.5	24.0	28.7	21.0	8	65/72
3	ESC. AGRONOMIA (CHILLAN)	27.6	27.4	24.4	21.2	16.0	11.9	12.3	13.9	16.7	18.5	23.0	26.1	19.9	8	67/74
4	B. OHIGGINS (CHILLAN)	28.8	28.2	24.3	20.1	15.2	12.8	11.4	13.6	16.1	17.2	22.0	27.0	19.7	3	70/72
9	PUNTA TUMBES	18.8	18.7	17.9	16.1	14.5	13.1	12.8	13.0	13.8	14.9	16.1	17.6	15.6	29	16/45
10	TALCAHUANO	21.7	21.6	20.1	17.0	14.5	12.8	12.4	12.3	14.2	15.8	18.1	20.4	16.7	17	39/44 46/48 50/57
12	SAN VICENTE (HOYA BIO BIO)	23.0	22.1	21.5	22.0	17.6	14.0	12.2	14.1	15.1	16.2	19.0	21.5	18.2	4	72/75
14	CARRIEL SUR (CONCEPCION)	23.9	23.2	21.6	19.3	16.6	13.7	13.8	14.0	15.6	17.2	19.7	22.0	18.4	7	51/52 66/70
15	HUALPENCILLO (CONCEPCION)	23.7	23.8	21.9	18.6	15.7	13.9	13.5	14.0	15.5	17.7	20.1	21.2	18.3	18	42/50 53/59 63/65
16	BELLAVISTA (CONCEPCION)	23.3	25.2	20.8	19.0	15.2	12.9	13.0	16.4	19.7	21.0	18.7	2.0	67.0	68	67/68
17	EMBALSE DIGUILLIN	25.0	24.6	22.9	19.1	15.9	11.6	11.1	11.9	14.6	15.9	19.5	21.7	17.8	11	65/75
19	CONCEPCION (UNIVERSIDAD)	24.1	24.1	22.5	18.7	16.1	13.9	13.1	14.4	15.5	18.4	20.5	22.8	18.7	5	60/62 64/65
21	ISLA SANTA MARIA	18.8	18.7	17.7	16.0	14.9	12.0	13.1	13.1	14.6	14.7	16.3	18.4	15.7	19	39/43 46/54 66/70
31	CENTRAL ABANICO	21.7	22.9	19.7	17.8	14.5	11.1	9.7	11.3	12.7	14.3	16.9	20.5	16.1	3	75/78
32	LAGO LAJA DESAGUE	18.7	16.6	16.1	13.3	6.4	4.3	3.0	3.1	5.8	8.5	12.2	14.5	10.2	8	68/75
33	LOS ANGELES	28.4	27.7	24.7	20.4	15.2	12.3	12.4	13.5	16.4	19.5	23.2	26.4	20.0	30	36/55 58/59 63/70

CUADRO III.C.2-4 TEMPERATURAS MINIMAS MEDIAS MENSUALES (°C)

NUM	NOMBRE ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
3	ESC AGRONOMIA (CHILLAN)	10.5	9.7	8.4	5.4	5.4	4.1	3.2	3.3	4.3	5.7	7.8	9.5	6.4	8	67/74
4	B. OHIGGINS (CHILLAN)	10.4	9.4	7.7	5.5	5.9	5.4	2.6	3.3	4.0	5.7	7.5	9.2	6.4	2	72/73
9	PUNTA TUMBES	11.5	11.6	10.8	9.8	8.7	7.4	6.8	6.7	7.2	8.0	9.3	10.6	9.0	29	16/45
10	TALCAHUANO	11.2	11.0	10.2	8.7	7.8	6.7	6.3	5.9	6.6	7.8	9.2	10.6	8.5	17	39/44 46/48 50/57
14	CARRIEL SUR (CONCEPCION)	10.2	9.4	8.8	7.8	7.9	6.1	5.4	4.6	5.6	5.9	8.0	9.6	7.4	7	51/52 66/70
16	BELLAVISTA (CONCEPCION)	9.7	9.6	8.7	7.2	6.6	5.7	4.8	4.4	5.1	6.3	8.0	9.1	7.1	20	42/50 53/59 63/65 67/68
17	EMBALSE DIGUILLIN	9.6	9.2	7.9	6.1	5.0	3.3	2.4	2.6	3.6	4.7	7.1	8.4	5.8	11	65/75
19	CONCEPCION (UNIVERSIDAD)	10.9	10.3	9.7	7.4	6.9	6.1	4.8	5.4	4.8	6.9	8.7	10.3	7.7	5	60/62 64/65
21	ISLA SANTA MARIA	12.0	11.9	11.5	10.4	9.7	8.3	7.8	7.6	8.1	8.2	9.9	11.2	9.7	19	39/43 46/54 66/70
30	POLCURA EMBALSEADERO	8.3	7.8	6.1	4.0	3.4	0.8	0.4	0.4	1.7	3.2	5.4	7.5	4.1	21	59/79
31	CENTRAL ABANICO	12.6	13.6	11.1	10.6	8.7	6.8	5.4	5.6	6.0	6.9	9.0	12.3	9.1	4	75/78
32	LAGO LAJA DESAGUE	9.3	8.9	7.1	4.8	2.6	0.5	-0.9	-0.3	-1.4	0.1	3.3	5.7	3.3	8	78/75
33	LOS ANGELES	11.3	11.0	9.8	7.6	6.4	5.0	4.3	4.1	5.0	6.7	8.4	10.3	7.5	32	36/55 59/70

CUADRO III.C.2-5 HUMEDAD RELATIVA MENSUAL (%)

NUM	NOMBRE ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	#ANOS	PERIODO
3	ESC AGRONOMIA (CHILLAN)	54.4	56.5	65.8	72.5	84.3	87.5	85.8	81.8	75.1	69.4	62.3	58.4	71.2	8	67/74
4	B. OHIGGINS (CHILLAN)	65.0	68.5	75.5	81.5	89.0	91.0	90.5	38.0	82.0	81.5	74.5	65.5	79.4	2	72/73
4	PUNTA TUMBES	79.3	80.6	80.6	84.6	85.3	86.3	85.3	84.3	82.6	82.0	81.3	81.3	82.6	29	16/45
10	TALCAHUANO	79.9	78.8	80.9	84.6	89.5	91.3	90.5	88.8	87.0	85.6	83.6	80.6	85.1	17	39/43 46/48 50/57
12	SAN VICENTE (HOYA BIO BIO)	78.3	80.3	81.0	82.7	87.0	86.0	82.7	80.7	79.0	76.0	71.0	76.0	80.1	4	72/75
14	CARRIEL SUR (CONCEPCION)	73.9	75.3	78.0	80.2	85.0	86.2	85.5	81.7	78.7	72.9	73.7	73.1	78.7	7	51/52 66/70
15	HUALPENCILLO (CONCEPCION)	76.1	76.3	79.5	82.4	77.6	79.3	86.8	84.8	83.9	82.4	80.3	76.1	80.5	18	42/50 53/59 63/65
16	BELLAVISTA (CONCEPCION)	64.0	67.5	70.5	76.0	80.0	85.0	87.5	83.0	83.0	80.0	76.5	71.0	77.0	2	67/68
19	CONCEPCION (UNIVERSIDAD)	73.8	75.2	77.2	81.0	85.0	87.9	86.0	84.4	79.4	78.2	74.4	73.6	79.7	5	66/62 64/65
21	ISLA SANTA MARIA	81.3	81.2	84.3	86.6	89.5	89.2	88.9	86.6	85.9	84.5	83.1	82.2	85.3	15	39/43 46/50 66/70
30	POLCURA EMBALSEADERO	67.4	66.8	70.2	75.5	79.2	82.3	79.0	77.3	74.1	73.5	70.5	68.3	73.7	21	59/79
31	CENTRAL ABANICO	62.5	67.5	62.8	67.3	75.0	78.7	83.0	74.3	73.3	72.0	69.8	64.8	70.9	4	76/79
32	LAGO LAJA DESAGUE	60.3	61.6	63.9	66.3	71.9	77.3	78.0	75.6	74.1	70.8	65.4	60.1	68.8	12	59/63 68/74
33	LOS ANGELES	65.0	69.0	73.2	78.7	84.7	88.6	87.0	80.9	79.0	75.5	71.1	67.1	76.6	24	39/45 47/55 63/70

CUADRO III.C.2-6 NUBOSIDAD MEDIA (octavos)

NUM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
4	BERNARDO O'HIGGINS (CHILLAN)	1.7	1.7	2.7	3.9	5.8	6.1	5.3	4.8	4.2	5.1	3.2	2	3.9	2	72/73
9	PUNTA TUMBES	2.8	3.7	3.9	5.3	6.2	6.6	6.4	6.2	5.5	5	4.1	3.7	4.9	29	16/45
10	TALCAHUANO	2.3	2.2	2.8	3.7	4.9	5	4.9	4.5	4.2	3.6	3.1	2.7	3.4	17	39/44 46/48 50/57
14	CARRIEL SUR (CONCEPCION)	2.3	2	3.1	4.3	5.3	5.2	5.6	4.6	4.4	3.7	3.4	2.8	3.9	7	51/52 66/70
16	BELLAVISTA	2.4	2.6	3.2	3.2	5.7	5.1	5.2	4.9	3.7	4.5	3.8	3.5	4	2	67/68
19	CONCEPCION	2.9	2.8	3.3	4.4	5.6	5.7	5.4	5	4.9	4.3	3.8	3	4.3	19	39/44 42/50 53/59
21	I. STA. MARIA	3	3.2	3.6	4.7	5.8	5.8	5.5	5	4.6	4	3.8	3.3	4.4	19	39/43 46/54 66/70
33	LOS ANGELES	2	2.2	3	3.9	5.5	5.6	5.4	4.9	4.4	4.1	3.6	2.9	4	27	39/45 47/55 58/59 63/70

CUADRO III.C.2-7 EVAPORACION (mm)

NUM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
3	ESC. AGRONOMIA (CHILLAN)	234.3	189.9	141.7	87.3	34.2	15.4	20.8	39.9	71.5	112.6	166.7	212.3	110.6	8	67/74
16	BELLAVISTA	144.9	125.1	95.6	60.5	63.4	33.4	35.9	24	52.1	75.5	109.6	121.2	78.4	2	67/68
33	LOS ANGELES	274.5	213.1	176.4	96.9	62.5	24.2	25.1	37.9	82.5	114.6	167.9	188.5	122	4	68/70

CUADRO III.C.2-8 INSOLACION (ly/hr)

NUM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
10	TALCAHUANO	262.1	238.9	235.2	152.9	81.5	53.7	80.6	128.5	143.4	229.6	250.3	287.4	178.5	5	48/48 50/53
14	CARRIEL SUR	275.1	272.1	245.1	170.9	107.	97.4	101.8	151.6	175.2	232.2	271.7	287.7	198.7	6	51/52 66/67 69/70
19	CONCEPCION	258.3	251.5	263.9	145.7	92.9	76.4	105.4	131	170.1	222.4	237.8	285.6	186.8	8	48/50 53/55 57/65
33	LOS ANGELES	282.2	256.4	223.6	174.7	80.5	71.6	91.3	139.5	153.6	223.1	214.2	247.1	176.7	4	50/52 48/48

CUADRO III.C.2-9 RADIACION SOLAR (ly)

NUM	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	NºAÑOS	PERIODO
19	CONCEPCION (UNIVERSIDAD)	582.9	533.1	390.8	262.2	167.6	117.9	129.5	191.2	309.4	427.1	549.5	593.5	354.6	4	66/66 71/73
30	POLCURA	546.9	474.0	359.7	251.6	143.6	102.5	125.4	180.3	306.2	384.2	4930	508.0	323.2	10	64/73

Una vez seleccionados los períodos y eliminados los datos que no parecían confiables, se calculó los promedios para las series, valores que sirvieron de base para los trazados cartográficos. Con este propósito se anotó los valores medios de cada variable sobre una base cartográfica de relieve realzado y se procedió al trazado de isolíneas. En este proceso se aplicaron criterios de interpolación y de extrapolación que tienen en cuenta los accidentes fisiográficos, la altitud, la representatividad de cada estación y la tendencia de factores macroclimáticos modeladores del clima regional (continentalidad, influencia oceánica, latitud).

Mediante el uso de fórmulas de regresión, que tienen en cuenta la influencia de estos factores, se estableció regionalmente el orden de magnitud y las macrovariaciones de los valores de las temperaturas máximas y mínimas, de la evapotranspiración y de la precipitación anual y estacional. El trazado final consideró el detalle local de la topografía, presente en la carta hipsométrica.

Las temperaturas efectivas y las horas de frío se calcularon mediante una rutina computacional que estima ambas variables a partir de las temperaturas extremas (máximas y mínimas). Los algoritmos utilizados calculan el número de horas en que diariamente la temperatura permanece por debajo de 7°C y la fracción del día en que permanece por sobre 10°C. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a las horas de frío y grados-día mensuales.

El régimen de heladas se evaluó por generación de probabilidades a partir de las temperaturas mínimas y considerando que éstas se distribuyen normalmente en torno al promedio mensual.

Para evaluar la evapotranspiración se usó fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blaney, las cuales se ajustan mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha hecho para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Dependiendo de la disponibilidad de información, se utiliza una u otra fórmula en cada punto, distrito o estación meteorológica. Las expresiones de las fórmulas antes mencionadas son las siguientes:

- Fórmula de Turc:

$$ETP = 0.013 \cdot \frac{T}{(T+15)} \cdot (RS+50) \cdot (1+\frac{65+HR}{120})$$

ETP : evapotranpiración potencial (mm/mes)
T : temperatura media mensual (°C)
RS : radiación solar global (Ly/día)
HR : humedad relativa media mensual (%)

- Fórmula de Ivanov:

$$ETP = 0.018 \cdot (25+T)^2 \cdot (100-HR)$$

ETP : evapotranpiración potencial (mm/mes)
T : temperatura media mensual (°C)
HR : humedad relativa media mensual (%)

- Fórmula de Blaney:

$$ETP = a+b \cdot P \cdot (0.46 \cdot T+8.13)$$

ETP : evapotranspiración potencial (mm/mes)
T : temperatura media mensual (°C)
a, b : funciones de ajuste, dependen de la humedad relativa mínima media mensual, de la insolación relativa y de la velocidad del viento a 2 m de altura
P : fracción diaria de las horas de luz anuales (%)

Una vez calculados los valores de la evapotranpiración se colocaron sobre la red de puntos o en cada estación meteorológica y se trazó las cartas sobre la hipsométrica.

Con el objeto de calcular el resto de las variables que caracterizan el régimen hídrico, derivadas de la precipitación y de la evapotranspiración, se calculó en cada punto de una malla, de espaciamientos regulares de 10 minutos en latitud y longitud, el déficit hídrico (ETP - PP), el excedente hídrico (PP - ETP), el período seco (PP/ETP < 0.5), el período húmedo (PP/ETP > 1.0), y los índices de humedad del verano (PP/ETP de tres meses más cálidos, Diciembre, Enero y Febrero), del invierno (PP/ETP de tres meses más fríos, Junio, Julio y Agosto) y anual (PP/ETP anuales).

2.2 Variables Climáticas Descritas en el Estudio

A continuación se indica, brevemente, el significado e interpretación de cada una de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio. Ellas están contenidas en el Cuadro III.C.2-10 que es un compendio de los parámetros descriptores de los distritos y se expresan en valores totales anuales o en cantidades mensuales para los meses más extremos.

TXE : Temperatura máxima media de Enero. Es el promedio mensual de las temperaturas máximas diarias de Enero, que es el mes más cálido en el hemisferio sur. Da una idea de la calidez del verano.

TNE : Temperatura mínima media de Enero. Es el promedio mensual de las temperaturas mínimas diarias de ese mes. En conjunto con la anterior, es posible calcular la amplitud media diaria característica del verano.

TXJ : Temperatura máxima media de Julio. Es el promedio de las temperaturas máximas de Julio.

TNJ : Temperatura mínima media de Julio. Es el promedio mensual de las temperaturas mínimas diarias de Julio, que es el mes más frío en el hemisferio sur. Este parámetro da una idea de la intensidad del invierno. La máxima y mínima del mes, permiten calcular la amplitud media diaria característica del invierno.

SUT : Suma de temperaturas o grados-día. Corresponde a la acumulación de temperaturas que se considera efectivas para el normal crecimiento y maduración de especies vegetales; es decir, es la temperatura media (Tm) menos una temperatura umbral (Tu), siendo 10°C el valor más ampliamente usado como este umbral térmico. Constituye un índice de disponibilidad de calor para este normal desarrollo de las especies vegetales. Una mayor precocidad de la vegetación se obtendrá en lugares con una mayor suma térmica.

HFR : Horas de frío anual. Son las horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C, y corresponde al umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.

PH : Primera helada. Es el momento del año en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha. Corresponde al número ordinal del día a partir del 1° de Enero.

UH : Ultima helada. Es el día del año en que termina de helar. Corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada, y es el número ordinal del día a contar del 1° de Enero.

PLH : Período libre de heladas. Es el número promedio de días consecutivos sin heladas en el año. Se extiende desde la fecha de la última helada del año, hasta la primera helada del año siguiente. Se entiende por helada, al descenso de la temperatura mínima por debajo de un umbral, en que el daño a las plantas es de carácter irreversible. El valor del umbral es muy variable, por lo cual se emplea 0°C, que corresponde al punto crioscópico del agua pura.

NH : Número de heladas al año. Es el número promedio de días al año en que la temperatura mínima es igual o menor que 0°C. Los valores inferiores a 1 indican que no todos los años hiela en ese mes. (0.5= hiela una vez cada dos años; 0.1 = hiela una vez cada 10 años, etc.).

DCAL : Días cálidos. Es el número de días al año en que ocurre una temperatura máxima superior a 25°C. Esta cifra está relacionada con una disminución en el confort humano por efecto de la sensación de calor que se produce.

PSEC : Período seco. Es el número de meses por año en que la precipitación natural no alcanza a cubrir el 50% de la evapotranspiración potencial. Coincide aproximadamente con el período en que es necesario el riego.

PHUM : Período húmedo. Es el número de meses por año en los cuales la precipitación es mayor que la evapotranspiración potencial. En este período se satisfacen plenamente los requerimientos de agua.

PPA : Precipitación anual promedio (mm).

ETP : Evapotranspiración potencial anual (mm). Es la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde vegetación que cubre completamente el terreno, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo.

DEFH : Déficit hídrico anual (mm). Es la sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial y la precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

EXCH : Excedente hídrico anual (mm). Son las diferencias negativas acumuladas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Corresponde a la suma de los excedentes mensuales acumulados en la estación lluviosa del año.

IHI : Indice de humedad invernal. Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial de los tres meses más fríos. Da una idea del grado de humedad del invierno.

IHE : Indice de humedad estival. Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial promedio de los tres meses más cálidos. Da una idea de la intensidad de la sequía estival.

IHA : Indice de humedad anual. Es el cuociente entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial anual. En conjunto con los dos índices anteriores, da una idea del equilibrio del régimen hídrico estacional (grado de sequía o humedad).

PRV : Período de receso vegetativo. Es el número de días consecutivos con temperatura media inferior a 10°C. La mayoría de las especies cultivadas no crecen en este período.

RSE : Radiación solar de Enero. Es el promedio mensual de la radiación solar diaria para el mes más radiante, expresada en ly/día.

RSJ : Radiación solar de Julio. Es el promedio de la radiación solar diaria de uno de los meses menos radiantes, expresada en ly/día.

ETE : Evapotranspiración potencial de Enero (mm). Es el mes con las mayores pérdidas.

ETJ : Evapotranspiración potencial de Julio (mm). Es el mes con las menores pérdidas.

HRE : Humedad relativa media de Enero, expresada en %.

HRJ : Humedad relativa media de Julio, expresada en %.

RGH : Indice hídrico integrado

$$RGH = (\alpha (PS/12) + \beta (DEFH/2000) + \Gamma IHE)/ (\alpha + \beta + \Gamma)$$

Este índice integra las tres variables que caracterizan al régimen de sequía. Varía entre 0 (desierto absoluto) y 1 (clima hiper-húmedo). Las constantes 12 y 2.000 estandarizan entre 0 y 1 al período seco y al déficit hídrico anual respectivamente. Los coeficientes α , β y Γ permiten ponderar el aporte de cada uno de los tres elementos al valor del índice integrado. En la zona central de Chile los factores 1-2-1 han mostrado buen grado de discriminación entre regímenes hídricos.

CUADRO III.C.2-10 VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES DE CADA DISTRITO

VARIABLE	UNIDAD	DISTRITO 1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12	
TXE	°C	20.5	6	24.2	6	28.4	2	29.5	2	27.2	3	27.0	3	24.3	4	25.9	3	26.0	0	23.1	7	21.2	5	19.0	6
TNE	°C	11.0	0	11.1	2	11.2	4	11.2	4	10.5	6	11.6	4	10.9	2	10.4	5	9.0	0	8.5	10	7.7	23	4.2	36
TXJ	°C	13.0	0	13.2	3	12.9	4	12.5	4	11.6	4	13.4	4	13.7	3	13.1	3	13.0	0	9.8	8	8.6	7	8.0	8
TNJ	°C	6.1	4	5.6	9	4.4	11	3.0	7	3.2	20	4.9	17	5.2	7	4.4	11	4.0	0	0.7	207	-1.0	0	-3.3	0
SUT	D.grad	998.0	12	1301.0	9	1598.0	4	1627.0	5	1328.0	9	1532.0	4	1268.0	4	1333.0	8	1254.0	0	816.0	20	611.0	14	406.0	17
HFR	hrs	643.0	13	797.0	13	1186.0	8	1652.0	4	1858.0	15	988.0	26	983.0	17	1297.0	14	1717.0	0	3176.0	18	4024.0	13	5475.0	11
PH	día	0.0	0	171.0	7	141.0	3	125.0	2	121.0	7	153.0	7	155.0	6	136.0	5	118.0	0	86.0	17	58.0	55	10.0	142
UH	día	0.0	0	203.0	1	227.0	3	250.0	1	253.0	4	208.0	6	204.0	1	230.0	5	250.0	0	289.0	5	313.0	8	356.0	4
PLH	días	355.0	0	332.0	4	279.0	4	240.0	2	233.0	8	311.0	8	316.0	3	271.0	7	234.0	0	162.0	18	110.0	52	18.0	155
NH	días	0.0	0	3.0	60	8.0	27	21.0	12	22.0	34	6.0	52	5.0	21	10.0	29	16.0	0	72.0	42	116.0	29	208.0	21
DCAL	días	8.0	81	42.0	42	101.0	8	114.0	6	79.0	18	82.0	13	42.0	29	64.0	17	64.0	0	26.0	61	9.0	65	2.0	63
PSEC	meses	5.0	0	5.0	6	6.0	11	6.0	11	5.0	0	6.0	9	4.0	26	4.0	26	3.0	0	4.0	29	3.0	22	1.0	94
PHUM	meses	5.0	5	5.0	9	5.0	7	5.0	10	5.0	8	5.0	0	7.0	8	6.0	16	7.0	0	7.0	7	7.0	0	8.0	13
PPA	mm	1137.0	10	1284.0	17	1029.0	18	971.0	21	1418.0	10	1040.0	13	1776.0	15	1860.0	23	2100.0	0	2046.0	13	2336.0	12	2982.0	15
ETP	mm	972.0	3	1043.0	4	1174.0	3	1185.0	3	1153.0	4	1097.0	2	977.0	4	1047.0	7	1002.0	0	1005.0	6	949.0	4	893.0	4
DEFH	mm	-525.0	0	-556.0	0	-725.0	0	-769.0	0	-621.0	0	-660.0	0	-397.0	0	-444.0	0	-361.0	0	-402.0	0	-342.0	0	-206.0	0
EXCH	mm	691.0	12	797.0	20	580.0	22	555.0	29	886.0	14	604.0	17	1196.0	19	1257.0	30	1459.0	0	1443.0	17	1729.0	13	2295.0	17
IHI		8.3	9	8.8	15	6.5	16	6.4	24	9.5	16	6.9	13	12.9	15	13.2	31	15.1	0	16.1	19	19.8	13	27.6	19
IHE		0.2	0	0.2	0	0.1	0	0.1	0	0.2	0	0.1	0	0.3	0	0.3	0	0.4	0	0.3	0	0.4	0	0.5	19
IHA		1.2	8	1.2	16	0.9	17	0.8	24	1.2	14	1.0	13	1.8	14	1.8	29	2.1	0	2.1	19	2.5	12	3.4	16
PRV	meses	3.0	0	3.0	0	3.0	0	3.2	18	4.4	20	3.1	13	3.0	0	3.0	0	3.0	0	6.0	17	6.9	10	10.0	14
RSE	ly/día	563.5	2	568.3	2	579.4	3	605.2	2	584.7	2	580.0	1	525.0	4	521.4	5	500.0	0	575.0	2	577.7	2	562.3	2
RSJ	ly/día	116.5	8	120.9	8	125.5	10	142.4	4	118.2	13	127.5	4	110.0	0	110.7	2	110.0	0	103.9	16	115.8	20	95.0	5
ETE	mm	114.4	4	155.1	3	175.7	3	177.7	3	173.6	4	163.4	2	145.6	4	1565.7	7	150.0	0	151.7	6	143.4	4	136.0	4
ETJ	mm	17.6	3	18.6	4	20.0	6	19.9	2	18.6	6	19.4	3	17.2	3	17.9	11	17.0	0	15.7	8	14.7	7	12.8	10
HRE	%	80.0	0	73.2	6	65.2	2	62.7	6	64.5	4	67.3	4	74.2	7	69.3	3	70.0	0	63.1	11	53.5	19	60.4	2
HRJ	%	89.0	0	89.0	0	88.0	0	87.9	1	85.7	3	88.4	1	89.0	0	89.0	1	90.0	0	75.3	9	66.3	9	67.3	4
RGH		0.6	3	0.6	5	0.5	7	0.5	8	0.5	4	0.5	5	0.7	6	0.6	12	0.7	0	0.7	9	0.7	6	0.8	8

NOTA : El número indicado en la segunda columna de cada distrito indica el coeficiente de variación espacial, (%) del parámetro al interior del distrito.

3 DISTRITOS AGROCLIMATICOS

3.1 Zonificación de Distritos Agroclimáticos

La homogeneidad interior de cada distrito se buscó a través de la superposición sucesiva de las variables agroclimáticas, donde la suma de temperaturas anual, régimen de heladas y el régimen hídrico (déficit hídrico) son las más relevantes. La posición fisiográfica y la información recogida en el reconocimiento de terreno se integraron como variables adicionales en la delimitación de los distritos.

Como criterios principales de zonificación se tomaron dos variables del régimen térmico, suma de temperaturas efectivas y número de heladas al año, y dos variables del régimen hídrico, extensión del período seco y déficit hídrico total anual. Utilizando una malla regular con puntos espaciados cada 10 minutos en latitud y longitud se determinaron estas variables en cada uno de los puntos. Como criterios de delimitación se eligieron los siguientes:

Suma de temperaturas efectivas : 500,1.000, 1.500, 2.000, 2.500 grados-día

Período libre de heladas : 100, 200, 250, 300, 350 días

Indice hídrico : 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8

3.1.1 Temperaturas Efectivas

Los umbrales de temperatura efectiva representan en forma general los siguientes límites agroclimáticos:

500 grados-día:	límite inferior para cultivos criófilos anuales
1.000 grados-día:	límite inferior para frutales templados mayores (1.000-1.100).
1.500 grados-día:	límite inferior de la zona óptima para fruticultura de clima templado
2.000 grados-día:	transición clima templado-subtropical
2.500 grados-día:	límite de climas con características subtropicales

3.1.2 Régimen de Heladas

≤ 100 días libres de heladas	: áreas con régimen invernal severo.
< 200 días libres de heladas	: áreas con régimen invernal moderado.
< 250 días libres de heladas	: áreas con régimen invernal moderado a benigno.
< 300 días libres de heladas	: áreas con régimen invernal benigno.
< 350 días libres de heladas	: áreas con régimen invernal muy benigno.

3.1.3 Régimen hídrico

< 0,3	Régimen árido sub desértico
0,3 - 0,4	Régimen árido
0,4 - 0,5	Régimen subhúmedo con período seco entre 6 y 7 meses.
0.5 - 0.6	Régimen subhúmedo con período seco de 4 a 6 meses.
0.6 - 0.8	Régimen subhúmedo con período seco inferior a 4 meses.

Los puntos de la malla se agruparon teniendo como base estos criterios, conformando áreas homogéneas. El resultado es la Carta de Distritos Agroclimáticos a escala 1:500.000 que se presenta en la Figura III.C.3-1, en que cada distrito agroclimático se ha identificado con un número. La información agroclimática de cada una de las 12 unidades resultantes se resumió por medio de una fórmula agroclimática sintética de 12 elementos los cuales representan las características térmicas e hídricas del verano e invierno.

Con el fin de sintetizar la información agroclimática de cada distrito, se ha confeccionado fichas descriptivas de cada uno de ellos, que contienen los valores de la fórmula agroclimática sintética, además de un cuadro con los valores mensuales para algunos parámetros, que son: temperaturas máximas, mínimas y medias; suma de temperaturas y horas de frío; radiación solar y humedad relativa; precipitación y evapotranspiración potencial; déficit y excedente hídrico; e indice de humedad, con el objeto de entregar una descripción más detallada de sus variaciones mensuales, los que se presentan en los Cuadros III.C.3-1 a III.C.3-12.

Si bien cada distrito presenta un alto grado de homogeneidad espacial en las variables que lo definen, se puede a su vez distinguir sectores dentro de un distrito determinado, que explican la posible variabilidad que se pudiera encontrar en el nivel de la escala del presente trabajo. Con el propósito de ayudar a comprender lo anterior, en el Cuadro III.C.2-10 se presentan los valores que contienen el coeficiente de variación obtenido en cada parámetro agroclimático para cada uno de los distritos definidos.

DISTRITO AGROCLIMATICO 1

Fórmula agroclimática

l 9 20	a' 6 6
e -5 0.17	e 7 8.54

CUADRO III.C.3-1 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	20.5	20.0	18.6	16.7	14.9	13.5	13.0	13.1	14.2	16.1	18.2	19.9	16.6	°C
T. MIN	11.0	10.7	9.8	8.5	7.3	6.4	6.1	6.0	6.7	7.9	9.3	10.5	8.4	°C
T. MED	15.0	14.6	13.6	12.1	10.6	9.5	9.1	9.1	10.0	11.4	13.1	14.5	11.9	°C
SUMA T.	160	147	111	77	52	37	26	33	44	66	101	144	998	D.G
DG.ACUM.	514	662	773	850	902	939	965	998	44	110	211	354	998	D.G
HRS.FRIO	0	0	3	19	60	120	154	144	97	36	7	0	643	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	60	181	335	479	576	613	620	620	643	Horas
R. SOLAR	563	534	452	340	228	146	117	146	228	339	451	533	340	Ly/dia
H. RELAT.	80	81	82	85	87	88	89	88	86	84	82	80	84	%
PRECIPIT.	21.7	22.9	34.3	68.6	201.3	228.7	199.0	164.8	83.5	50.3	35.5	26.3	1137.0	mm
EVAP.POT.	144.4	135.9	112.7	81.0	49.3	26.1	17.6	25.7	48.6	80.3	112.2	135.8	969.6	mm
DEF.HIDR.	-118.4	-109.2	-75.8	-12.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.2	-74.3	-105.7	-525.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	147.8	197.3	176.7	135.5	33.7	0.0	0.0	0.0	691.0	mm
IND.HUMED.	0.15	0.17	0.30	0.84	4.06	8.71	11.23	6.38	1.71	0.62	0.31	0.19	1.17	pp/etp

D.G. ACUM : Corresponde a los días-grados acumulados a partir del 1 de Septiembre.
H.F. ACUM : Corresponde a las horas de frío acumuladas a partir del 1 de Mayo.

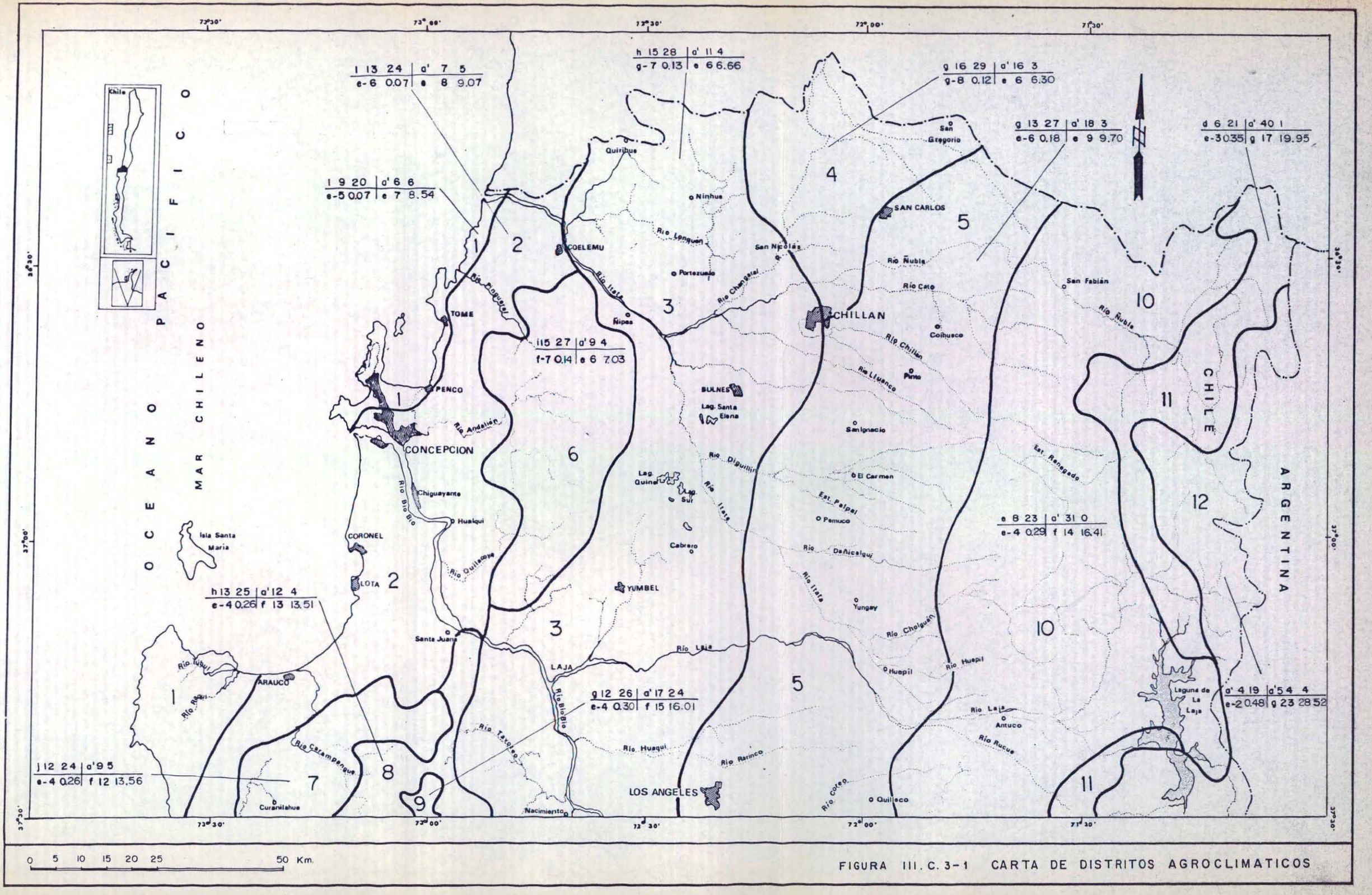


FIGURA III. C. 3-1 CARTA DE DISTRITOS AGROCLIMATICOS

DISTRITO AGROCLIMATICO 2

Fórmula agroclimática

l 13 24	a' 7 5
e -6 0.18	e 8 9.07

CUADRO III.C.3-2 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	24.2	23.5	21.4	18.7	15.9	13.9	13.2	13.5	15.3	18.0	21.0	23.3	18.5	°C
T. MIN	11.1	10.7	9.7	8.3	7.0	6.0	5.6	5.5	6.3	7.7	9.3	10.6	8.2	°C
T. MED	16.9	16.3	14.9	12.9	10.9	9.5	9.0	9.1	10.3	12.3	14.5	16.2	12.7	°C
SUMA T.	214	198	151	98	60	40	33	35	52	86	139	194	1301	D.G
DG.ACUM.	685	883	1034	1133	1193	1233	1266	1301	52	138	276	471	1301	D.G
HRS.FRIO	0	0	3	21	72	137	203	204	113	37	6	0	797	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	72	209	412	616	729	766	773	773	797	Horas
R. SOLAR	568	538	456	345	233	151	121	150	232	344	456	538	344	Ly/dia
H. RELAT.	73	74	77	81	85	88	89	87	84	80	77	74	81	%
PRECIPIT.	24.5	25.8	38.7	77.5	227.3	258.3	224.7	186.1	94.3	56.8	40.0	29.7	1284.0	mm
EVAP.POT.	155.1	146.0	121.0	86.9	52.8	27.8	18.6	27.3	52.1	86.2	120.6	145.9	1040.3	mm
DEF.HIDR.	-127.5	-117.3	-80.4	-9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.0	-78.7	-113.4	-556.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	171.2	226.4	202.4	155.9	41.2	0.0	0.0	0.0	797.0	mm
IND.HUMED.	0.16	0.18	0.32	0.89	4.28	9.24	11.99	6.77	1.80	0.66	0.33	0.20	1.23	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 3

Fórmula agroclimática

h 15 28	a' 11 4
f -7 0.13	e 6 6.66

CUADRO III.C.3-3 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	28.4	27.4	24.5	20.6	16.8	13.9	12.9	13.5	16.1	20.0	24.1	27.2	20.5	°C
T. MIN	11.2	10.7	9.5	7.8	6.1	4.9	4.4	4.4	5.4	7.1	9.1	10.6	7.6	°C
T. MED	18.9	18.2	16.2	13.6	10.9	9.0	8.3	8.5	10.3	12.9	15.8	18.1	13.4	°C
SUMA T.	276	254	197	117	65	37	25	34	56	104	182	250	1598	D.G
DG.ACUM.	869	1123	1320	1438	1502	1540	1564	1598	56	161	343	593	1598	D.G
HRS.FRIO	0	0	4	27	106	248	306	290	155	44	7	0	1186	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	106	354	660	950	1105	1149	1156	1156	1186	Horas
R. SOLAR	579	549	466	352	239	156	125	155	238	352	465	549	352	Ly/dia
H. RELAT.	65	67	71	77	82	87	88	86	82	76	70	67	76	%
PRECIPIT.	19.7	20.7	31.1	62.1	182.2	207.0	180.1	149.2	75.6	45.5	32.1	23.8	1029.0	mm
EVAP.POT.	175.7	165.3	136.8	97.9	58.9	30.4	20.0	30.0	58.3	97.2	136.3	165.2	1172.0	mm
DEF.HIDR.	-152.8	-141.6	-103.7	-35.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-50.8	-102.2	-138.5	-725.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	119.8	171.9	155.9	115.9	16.5	0.0	0.0	0.0	580.0	mm
IND.HUMED.	0.11	0.12	0.23	0.63	3.07	6.76	8.94	4.94	1.29	0.47	0.23	0.14	0.88	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 4

Fórmula agroclimática

g 16 29	a' 16 3
f -8 0.12	e 6 6.30

CUADRO III.C.3-4 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	29.5	28.4	25.2	21.0	16.7	13.6	12.5	13.2	16.1	20.3	24.8	28.2	20.8	°C
T. MIN	11.2	10.7	9.1	7.1	5.0	3.5	3.0	3.1	4.4	6.4	8.7	10.5	6.9	°C
T. MED	19.4	18.6	16.4	13.4	10.4	8.2	7.4	7.8	9.8	12.8	16.0	18.5	13.2	°C
SUMA T.	291	266	202	116	61	33	23	30	53	103	187	262	1627	D.G
DG.ACUM.	897	1162	1365	1480	1541	1574	1597	1627	53	156	344	606	1627	D.G
HRS.FRIO	0	0	6	42	183	340	392	370	243	66	9	0	1652	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	183	523	915	1285	1529	1594	1604	1604	1652	Horas
R. SOLAR	605	574	489	374	258	173	142	173	257	373	489	574	374	Ly/dia
H. RELAT.	63	64	69	75	82	86	88	86	81	75	69	64	75	%
PRECIPIT.	18.6	19.5	29.3	58.6	171.9	195.4	170.0	140.8	71.3	43.0	30.3	22.5	971.0	mm
EVAP.POT.	177.7	167.1	138.2	98.8	59.3	30.4	19.9	30.0	58.7	98.1	137.8	167.0	1183.1	mm
DEF.HIDR.	-160.2	-148.6	-109.8	-40.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-55.7	-108.3	-145.5	-769.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	113.3	166.3	151.4	111.6	12.4	0.0	0.0	0.0	555.0	mm
IND.HUMED.	0.10	0.12	0.21	0.59	2.88	6.38	8.50	4.66	1.21	0.44	0.22	0.13	0.82	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 5

Fórmula agroclimática

g 13 27	a' 18 3
e -6 0.18	e 9 9.70

CUADRO III.C.3-5 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	27.2	26.2	23.3	19.4	15.5	12.6	11.6	12.2	14.8	18.7	22.9	26.0	19.2	°C
T. MIN	10.5	10.0	8.7	6.8	5.0	3.7	3.2	3.2	4.4	6.2	8.2	9.9	6.7	°C
T. MED	18.0	17.3	15.3	12.5	9.8	7.8	7.1	7.4	9.2	11.9	14.8	17.2	12.3	°C
SUMA T.	242	220	161	93	49	23	18	21	43	83	148	227	1328	D.G
DG.ACUM.	743	964	1124	1218	1267	1290	1307	1328	43	125	274	501	1328	D.G
HRS.FRIO	0	1	11	57	213	368	422	401	277	89	17	2	1858	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	213	581	1003	1404	1681	1769	1786	1788	1858	Horas
R. SOLAR	585	553	468	351	235	149	118	149	234	351	468	553	351	Ly/dia
H. RELAT.	64	66	70	75	80	84	86	84	80	74	69	66	75	%
PRECIPIT.	27.1	28.5	42.8	85.6	251.0	285.3	248.2	205.5	104.1	62.8	44.2	32.8	1418.0	mm
EVAP.POT.	173.6	163.2	134.9	96.1	57.4	29.0	18.6	28.6	56.7	95.4	134.4	163.1	1151.0	mm
DEF.HIDR.	-142.6	-131.1	-89.7	-10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-32.1	-87.9	-126.8	-621.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	189.7	251.3	225.2	173.5	46.2	0.0	0.0	0.0	886.0	mm
IND.HUMED.	0.16	0.17	0.32	0.89	4.35	9.78	13.24	7.15	1.83	0.65	0.33	0.20	1.23	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 6

Fórmula agroclimática

i	15	27	a'	9	4
e	-7	0.14	e	6	7.03

CUADRO III.C.3-6 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	27.0	26.1	23.6	20.2	16.8	14.3	13.4	13.9	16.1	19.5	23.2	26.0	20.0	°C
T. MIN	11.6	11.2	9.9	8.2	6.6	5.3	4.9	4.9	5.9	7.6	9.5	11.0	8.1	°C
T. MED	18.4	17.8	16.0	13.6	11.2	9.4	8.7	9.0	10.5	12.9	15.6	17.7	13.4	°C
SUMA T.	257	237	186	114	66	41	33	36	57	100	171	234	1532	D.G
DG.ACUM.	819	1057	1243	1357	1422	1463	1496	1532	57	157	328	562	1532	D.G
HRS.FRIO	0	0	2	20	85	206	269	257	110	35	4	0	988	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	85	290	559	816	926	962	966	966	988	Horas
R. SOLAR	580	550	467	354	241	158	128	157	240	353	466	550	354	Ly/dia
H. RELAT.	67	69	73	78	83	87	88	87	82	77	72	69	78	%
PRECIPIT.	19.9	20.9	31.4	62.8	184.1	209.2	182.0	150.8	76.4	46.0	32.4	24.1	1040.0	mm
EVAP.POT.	163.4	153.7	127.4	91.4	55.4	29.1	19.4	28.6	54.7	90.7	126.9	153.6	1094.4	mm
DEF.HIDR.	-141.2	-130.7	-94.6	-28.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-44.2	-93.1	-127.5	-660.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	0.0	126.3	177.0	159.8	119.9	21.0	0.0	0.0	0.0	604.0	mm
IND.HUMED.	0.12	0.14	0.24	0.68	3.30	7.16	9.32	5.24	1.39	0.50	0.25	0.16	0.95	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 7

Fórmula agroclimática

j 12 24	a' 9 5
e -4 0.26	f 12 13.56

CUADRO III.C.3-7 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID
T. MAX	24.3	23.6	21.6	19.0	16.3	14.4	13.7	14.0	15.7	18.3	21.2	23.5	18.8	°C
T. MIN	10.9	10.5	9.5	8.0	6.6	5.6	5.2	5.1	6.0	7.4	9.0	10.4	7.9	°C
T. MED	16.8	16.3	14.9	12.9	11.0	9.5	9.0	9.1	10.3	12.3	14.4	16.2	12.7	°C
SUMA T.	205	190	146	96	61	41	35	37	53	84	134	186	1268	D.G
DG.ACUM.	662	852	998	1094	1155	1196	1231	1268	53	137	271	457	1268	D.G
HRS.FRIO	0	0	5	28	91	189	248	248	117	48	9	1	983	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	91	280	528	775	892	940	949	950	983	Horas
R. SOLAR	525	497	421	317	214	138	110	137	213	317	421	497	317	Ly/dia
H. RELAT.	74	75	78	82	85	88	89	88	85	81	77	75	81	%
PRECIPIT.	33.9	35.7	53.6	107.2	314.4	357.3	310.9	257.4	130.4	78.6	55.4	41.1	1776.0	mm
EVAP.POT.	145.6	137.0	113.5	81.4	49.3	25.8	17.2	25.3	48.6	80.7	113.0	136.9	974.1	mm
DEF.HIDR.	-103.2	-93.7	-55.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.4	-53.5	-88.6	-397.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	24.7	257.8	322.6	285.8	225.8	79.4	0.0	0.0	0.0	1196.0	mm
IND.HUMED.	0.23	0.26	0.47	1.31	6.34	13.78	18.00	10.10	2.67	0.97	0.49	0.30	1.82	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 8

Fórmula agroclimática

h 13 25	a' 12 4
e -4 0.26	f 13 13.51

CUADRO III.C.3-8 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	25.9	25.0	22.7	19.5	16.3	14.0	13.1	13.5	15.6	18.8	22.3	24.9	19.3	°C
T. MIN	10.4	10.0	8.9	7.4	5.9	4.8	4.4	4.4	5.2	6.7	8.5	9.9	7.2	°C
T. MED	17.3	16.7	15.1	12.8	10.6	9.0	8.4	8.5	10.0	12.2	14.7	16.6	12.7	°C
SUMA T.	222	212	155	98	58	37	30	33	51	87	143	207	1333	D.G
DG.ACUM.	710	922	1077	1175	1233	1270	1300	1333	51	137	280	487	1333	D.G
HRS.FRIO	0	1	9	40	108	260	310	302	188	63	14	2	1297	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	108	368	678	979	1167	1230	1245	1247	1297	Horas
R. SOLAR	521	494	419	316	213	138	111	138	213	315	418	494	316	Ly/dia
H. RELAT.	69	71	74	79	84	88	89	87	83	78	74	70	79	%
PRECIPIT.	35.5	37.4	56.1	112.3	329.3	374.2	325.6	269.6	136.6	82.3	58.0	43.0	1860.0	mm
EVAP.POT.	156.7	147.4	122.0	87.3	52.6	27.2	17.9	26.7	51.9	86.6	121.5	147.3	1045.1	mm
DEF.HIDR.	-114.4	-103.9	-62.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.5	-60.2	-98.5	-444.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	24.0	270.9	340.0	301.5	237.9	82.7	0.0	0.0	0.0	1257.0	mm
IND.HUMED.	0.23	0.25	0.46	1.28	6.23	13.70	18.12	10.03	2.62	0.94	0.47	0.29	1.78	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 9

Fórmula agroclimática

g 12 26	a' 17 4
c -4 0.30	g 15 16.01

CUADRO III.C.3-9 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	26.0	25.1	22.7	19.5	16.2	13.9	13.0	13.4	15.6	18.8	22.3	25.0	19.3	°C
T. MIN	9.0	8.7	7.7	6.5	5.2	4.3	4.0	3.9	4.6	5.8	7.3	8.5	6.3	°C
T. MED	16.7	16.1	14.6	12.4	10.3	8.7	8.1	8.3	9.6	11.8	14.1	16.0	12.2	°C
SUMA T.	213	193	145	95	57	36	25	32	50	84	134	189	1254	D.G
DG.ACUM.	671	863	1008	1103	1160	1196	1222	1254	50	134	268	457	1254	D.G
HRS.FRIO	7	10	26	72	185	311	355	350	255	100	36	12	1717	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	185	496	851	1201	1455	1555	1591	1602	1717	Horas
R. SOLAR	500	474	402	305	207	136	110	136	207	304	402	474	305	Ly/dia
H. RELAT.	70	71	75	80	85	89	90	88	84	79	75	71	80	%
PRECIPIT.	40.1	42.2	63.4	126.7	371.8	422.5	367.6	304.4	154.2	92.9	65.5	48.6	2100.0	mm
EVAP.POT.	150.0	141.1	116.7	83.5	50.2	25.9	17.0	25.5	49.6	82.8	116.3	141.0	999.6	mm
DEF.HIDR.	-97.7	-87.9	-47.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.4	-82.2	-361.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	41.5	311.7	384.7	340.1	270.5	101.2	9.3	0.0	0.0	1459.0	mm
IND.HUMED.	0.27	0.30	0.54	1.51	7.36	16.21	21.49	11.88	3.09	1.12	0.56	0.34	2.10	p/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 10

Fórmula agroclimática

e 8 23	a' 31 0
c -4 0.29	g 14 16.41

CUADRO III.C.3-10 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	23.1	22.2	19.8	16.4	13.1	10.7	9.8	10.2	12.5	15.8	19.3	22.1	16.3	°C
T. MIN	8.5	8.0	6.5	4.6	2.6	1.2	0.7	0.8	2.0	3.9	6.1	7.9	4.4	°C
T. MED	15.1	14.4	12.6	10.1	7.5	5.7	5.0	5.3	6.9	9.4	12.1	14.3	9.9	°C
SUMA T.	159	140	98	57	29	13	9	11	22	50	90	137	816	D.G
DG.ACUM.	459	598	696	753	783	796	805	816	22	73	163	300	816	D.G
HRS.FRIO	13	22	67	230	402	523	544	534	443	285	89	24	3176	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	402	925	1468	2002	2446	2731	2820	2844	3176	Horas
R. SOLAR	575	543	457	339	222	135	104	135	221	339	457	543	339	Ly/dia
H. RELAT.	63	64	66	69	72	74	75	74	72	69	66	64	69	%
PRECIPIT.	39.1	41.2	61.7	123.5	362.2	411.6	358.1	296.6	150.2	90.6	63.8	47.3	2046.0	mm
EVAP.POT.	151.7	142.6	117.7	83.7	49.7	24.9	15.7	24.4	49.1	83.1	117.3	142.5	1002.5	mm
DEF.HIDR.	-108.0	-97.3	-53.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-51.5	-91.3	-402.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	38.8	308.5	382.1	338.2	268.8	99.7	6.9	0.0	0.0	1443.0	mm
IND.HUMED.	0.26	0.29	0.52	1.47	7.24	16.47	22.62	12.08	3.04	1.08	0.54	0.33	2.04	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 11

Fórmula agroclimática

d 6 21	a' 40 -1
c -3 0.35	g 17 19.95

CUADRO III.C.3-11 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	21.2	20.4	18.0	14.9	11.7	9.4	8.6	9.0	11.1	14.2	17.6	20.2	14.7	°C
T. MIN	7.7	7.1	5.5	3.3	1.2	-0.4	-1.0	-0.9	0.5	2.7	5.1	7.0	3.2	°C
T. MED	13.8	13.1	11.3	8.7	6.2	4.3	3.6	3.9	5.5	8.1	10.8	13.0	8.5	°C
SUMA T.	123	108	74	42	19	7	5	6	15	37	69	105	611	D.G
DG.ACUM.	349	457	531	574	592	600	605	611	15	52	121	226	611	D.G
HRS.FRIO	30	47	131	345	508	583	616	600	543	389	180	51	4024	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	508	1092	1708	2308	2851	3240	3419	3471	4024	Horas
R. SOLAR	578	547	462	347	231	147	116	146	231	346	462	547	347	Ly/dia
H. RELAT.	53	54	57	60	63	65	66	65	62	59	56	54	60	%
PRECIPIT.	44.6	47.0	70.5	141.0	413.6	470.0	408.9	338.6	171.5	103.4	72.8	54.0	2336.0	mm
EVAP.POT.	143.4	134.8	111.3	79.1	46.9	23.4	14.7	22.9	46.2	78.4	110.8	134.7	946.7	mm
DEF.HIDR.	-97.4	-86.6	-40.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-37.8	-79.6	-342.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	61.3	365.4	445.3	393.0	314.8	124.7	24.4	0.0	0.0	1729.0	mm
IND.HUMED.	0.31	0.35	0.63	1.77	8.76	20.00	27.58	14.69	3.69	1.31	0.65	0.40	2.47	pp/etp

DISTRITO AGROCLIMATICO 12

Fórmula agroclimática

a' 4 19	a' 54 -4
b -2 0.48	g 23 28.52

CUADRO III.C.3-12 VALORES MENSUALES PARA ALGUNOS PARAMETROS CLIMATICOS

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	UNID.
T. MAX	19.0	18.3	16.2	13.5	10.7	8.7	8.0	8.3	10.1	12.8	15.8	18.1	13.3	°C
T. MIN	4.2	3.7	2.3	0.4	-1.4	-2.8	-3.3	-3.2	-2.1	-0.2	1.9	3.6	0.3	°C
T. MED	11.1	10.5	8.9	6.7	4.5	2.8	2.2	2.4	3.8	6.0	8.4	10.4	6.5	°C
SUMA T.	78	70	51	30	13	6	4	5	10	24	47	69	406	D.G
DG.ACUM.	228	298	348	378	392	397	401	406	10	34	81	149	406	D.G
HRS.FRIO	220	260	355	467	555	614	647	634	572	502	378	269	5475	Horas
HF.ACUM.	*	*	*	*	555	1169	1816	2450	3023	3525	3904	4172	5475	Horas
R. SOLAR	562	531	445	329	212	126	95	126	211	328	445	531	328	Ly/dia
H. RELAT.	60	61	62	64	66	67	67	66	65	63	62	61	64	%
PRECIPIT.	57.0	60.0	90.0	180.0	527.9	599.9	521.9	432.3	219.0	132.0	93.0	69.0	2982.0	mm
EVAP.POT.	136.0	127.8	105.2	74.4	43.6	21.1	12.8	20.6	42.9	73.8	104.8	127.7	890.7	mm
DEF.HIDR.	-69.7	-59.8	-13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-10.8	-51.8	-206.0	mm
EXC.HIDR.	0.0	0.0	0.0	103.9	478.4	572.0	503.1	406.7	173.7	57.1	0.0	0.0	2295.0	mm
IND.HUMED.	0.42	0.47	0.85	2.40	12.03	28.31	40.50	20.84	5.07	1.78	0.88	0.54	3.35	pp/etp

3.1.4 Interpretación de la Fórmula Agroclimática

En la fórmula agroclimática, el cuadro superior izquierdo indica las características térmicas de verano, el superior derecho las características térmicas de invierno, los cuadrantes inferiores izquierdo y derecho, las características hídricas de verano e invierno, respectivamente. La duración de los períodos se indican con letra donde:

a = 1 mes, b = 2 meses, c = 3 meses, ... l = 12 meses.

a' indica que nunca ocurre el fenómeno y l' que ocurre los 365 días del año.

A continuación se presenta como ejemplo una fórmula agroclimática y su interpretación:

c	2	19	f	24	0
l	13	0.01	a	0	0.08

Características térmicas (parte superior) :

c = 3 meses libres de heladas.
2 = entre 200 y 299 días-grado al año.
19 = entre 19,0 y 19,9 °C la temperatura máxima media de Enero.
f = 6 meses de receso vegetativo.
24 = entre 2.400 y 2.499 horas de frío anuales.
0 = entre 0 y 0.9 °C la temperatura mínima media de Julio.

Características hídricas (parte inferior) :

l = 12 meses secos.
13 = entre 1.300 y 1.399 mm de déficit hídrico anual.
0.01 = índice de humedad de verano (PP/ETP=0.01).
a = 1 mes húmedo.
0 = entre 0 y 99 mm el excedente hídrico anual.
0.08 = índice de humedad invernal (PP/ETP=0.08).

3.2 Características Agroclimáticas Generales de la Cuenca.

A partir de los resultados obtenidos de este estudio y de la definición y caracterización de los distintos distritos agroclimáticos, se ha elaborado la siguiente síntesis que incluye los aspectos generales más relevantes del área estudiada.

3.2.1 Clima

La cuenca del río Itata se encuentra en una Región de transición climática entre el régimen mediterráneo árido y húmedo. El verano conserva las características de los climas ubicados más al norte, presentando un período seco extenso en la mayor parte del valle central (4 a 7 meses). El invierno se aproxima más bien a los climas húmedos de más al sur, presentando una estación lluviosa de más de 5 meses en casi toda el área.

El tipo climático según el sistema de Köppen, corresponde a un clima templado cálido con estación seca intermedia (Csb2). El viento predominante S y SW marca la ruta de numerosos frentes (1 a 2 semanales), que incurrirían en el continente generando lluvias frecuentes entre abril y septiembre. La Cordillera de la Costa constituye un efectivo biombo que modela el régimen de humedad. La vertiente occidental de la costa recibe mayor humedad al oponerse a la línea de penetración de las masas húmedas que vienen del oceáno. Contrariamente a esto, sobre la vertiente oriental y parte del valle central, se proyecta una importante sombra de lluvia que genera núcleos secos hacia el interior. La precipitación anual evoluciona desde los 800 mm en las áreas más secas a unos 1.400 mm en el límite precordillerano.

La presencia del oceáno se hace sentir fuertemente cerca de la costa, suavizando las temperaturas máximas, las que rara vez sobrepasan los 20 °C. Hacia el interior, especialmente en los sectores Orientales de la Cordillera de la Costa, éstas llegan con frecuencia a sobrepasar los 30 °C.

Hacia la Cordillera de Los Andes el efecto de altitud predomina sobre el régimen térmico e hídrico, de modo que los climas se van haciendo gradualmente más fríos y más húmedos.

3.2.2 Régimen Térmico

El régimen térmico de la cuenca está regulado por tres tipos de factores: la influencia oceánica que penetra desde el litoral hacia el interior, la continentalidad, dominante hacia el interior en la zona de la depresión central y el efecto de altitud hacia la vertiente Occidental de la Cordillera de Los Andes.

La conjunción de estos factores modeladores del clima, origina gradientes más o menos acentuados en los diversos parámetros climáticos.

En el litoral, la influencia oceánica se manifiesta por una atenuación de las temperaturas extremas. La temperatura máxima promedio de Enero en el litoral es de 19 a 20 °C, creciendo hacia el interior hasta los 28 a 30 °C en la depresión central (Figura III.C.3-2).

De allí disminuye gradualmente hacia la cordillera según un gradiente altitudinal. La acumulación de temperaturas efectivas varía desde aproximadamente 1000 grados-día en el litoral, aumentando hacia el interior hasta superar los 1500 grados-día en el valle central (Figura III.C.3-3), lo que le otorga a este último una importante posibilidad de diversificación agrícola, incluyendo frutales de clima templado, que encontrarán condiciones térmicas análogas a las del sector norte del valle central (Cuenca de Santiago). Las temperaturas promedio mínimas de Julio muestran el efecto regulador del océano, con valores que bajan desde 6 °C en la costa a 3 a 4 °C en el valle central, para continuar su descenso hasta valores de alrededor de 0 °C en el sector cordillerano (Figura III.C.3-4).

El régimen de horas de frío, asegura una vernalización adecuada de la mayoría de las especies frutícolas de la zona central. Tales horas de frío van desde 700 en el litoral hasta 1.200 a 2.500 en el valle central (Figura III.C.3-5).

El régimen de heladas muestra también un gradiente fuertemente regulado por la influencia oceánica hacia el litoral, donde el período libre de heladas supera los 300 días al año, con una incidencia de menos de 5 heladas/año. En el valle central el período libre de heladas se acentúa a 200 días, con una incidencia de 10 a 25 heladas al año (Figura III.C.3-6).

La distribución de las heladas en cada distrito puede observarse en los Cuadros III.C.3-13 a III.C.3-36, los cuales se obtuvieron por generación de valores a partir de las temperaturas mínimas promedio mensual.

3.2.3 Régimen hídrico

El régimen hídrico se encuentra fuertemente modelado por la fisiografía. En el sector norte de la cuenca, las elevaciones costeras proyectan una acentuada sombra de lluvia, generando un núcleo seco entre los sectores de Ninhue y Portezuelo. Hacia el sector sur de la cuenca, la presencia de los primeros cordones de la Cordillera de Nahuelbuta produce un efecto análogo, sólo que la sombra de lluvia en este caso, sólo es perceptible más al sur, en la IX Región. Hacia el valle central las isoyetas toman una orientación paralela al meridiano, aumentando su valor por efecto de altitud hacia la Cordillera de Los Andes (Figura III.C.3-7).

El período seco varía entre 7 meses en el sector norte, que recibe la sombra de lluvia, hasta 3 meses o menos en los faldeos de Nahuelbuta y de Los Andes. El valle central muestra entre 4 a 6 meses secos, lo que corresponde a una estación seca de duración intermedia (Figura III.C.3-8). El déficit hídrico anual (ETP-PP), en el litoral se aproxima a los 500 mm, mientras que hacia el interior aumenta a 700 mm (Figura III.C.3-9). El índice de humedad estival (cuociente PP/ETP de los tres meses más cálidos), pone de relieve que el verano es más seco en el sector norte e interior de la cuenca (IHE < 0.15).

DISTRITO AGROCLIMATICO 1

CUADRO III.C.3-13 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6	0.8	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

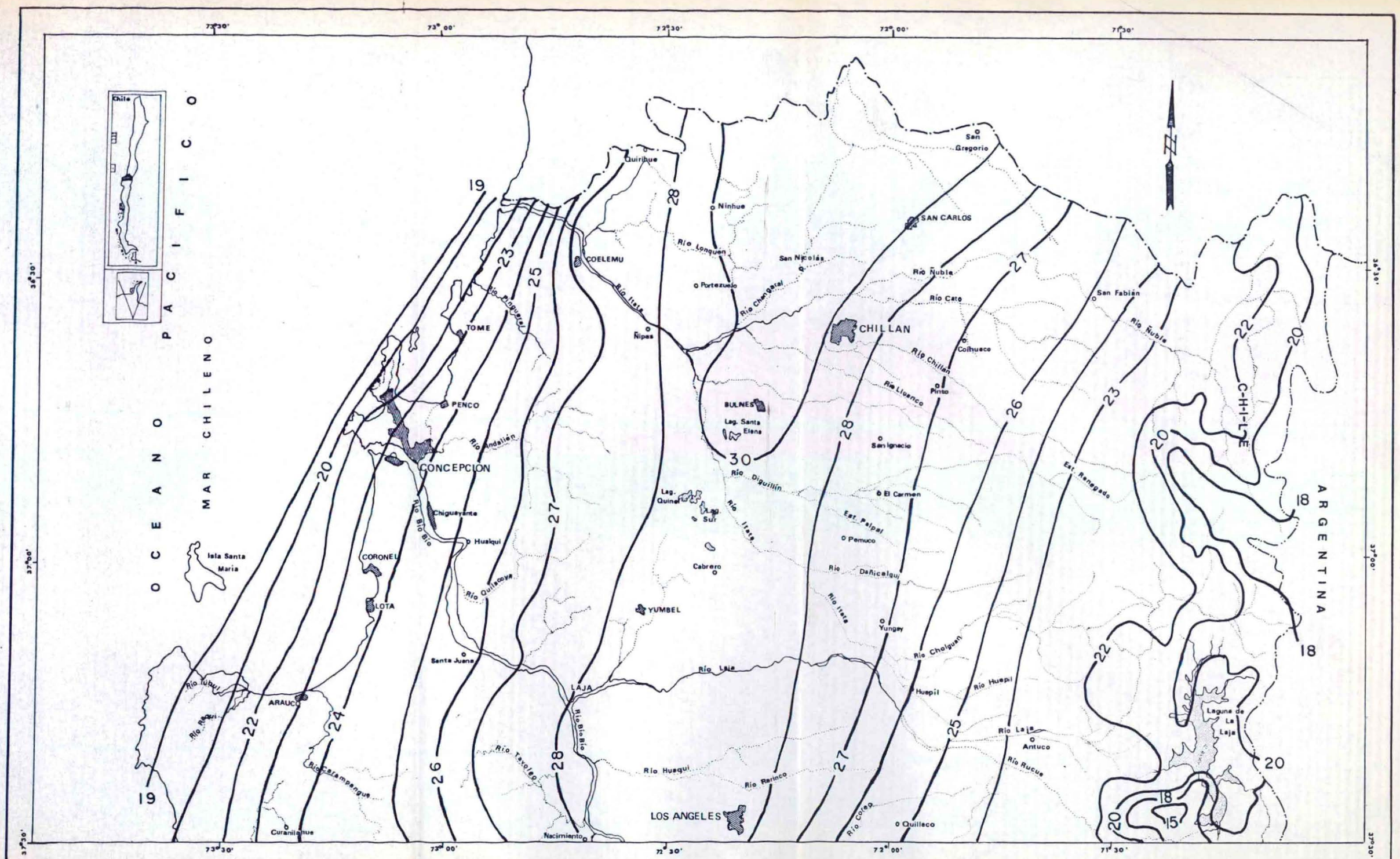


FIGURA III. C.3 - 2 TEMPERATURAS MAXIMAS MENSUALES PROMEDIO ENERO (°C)

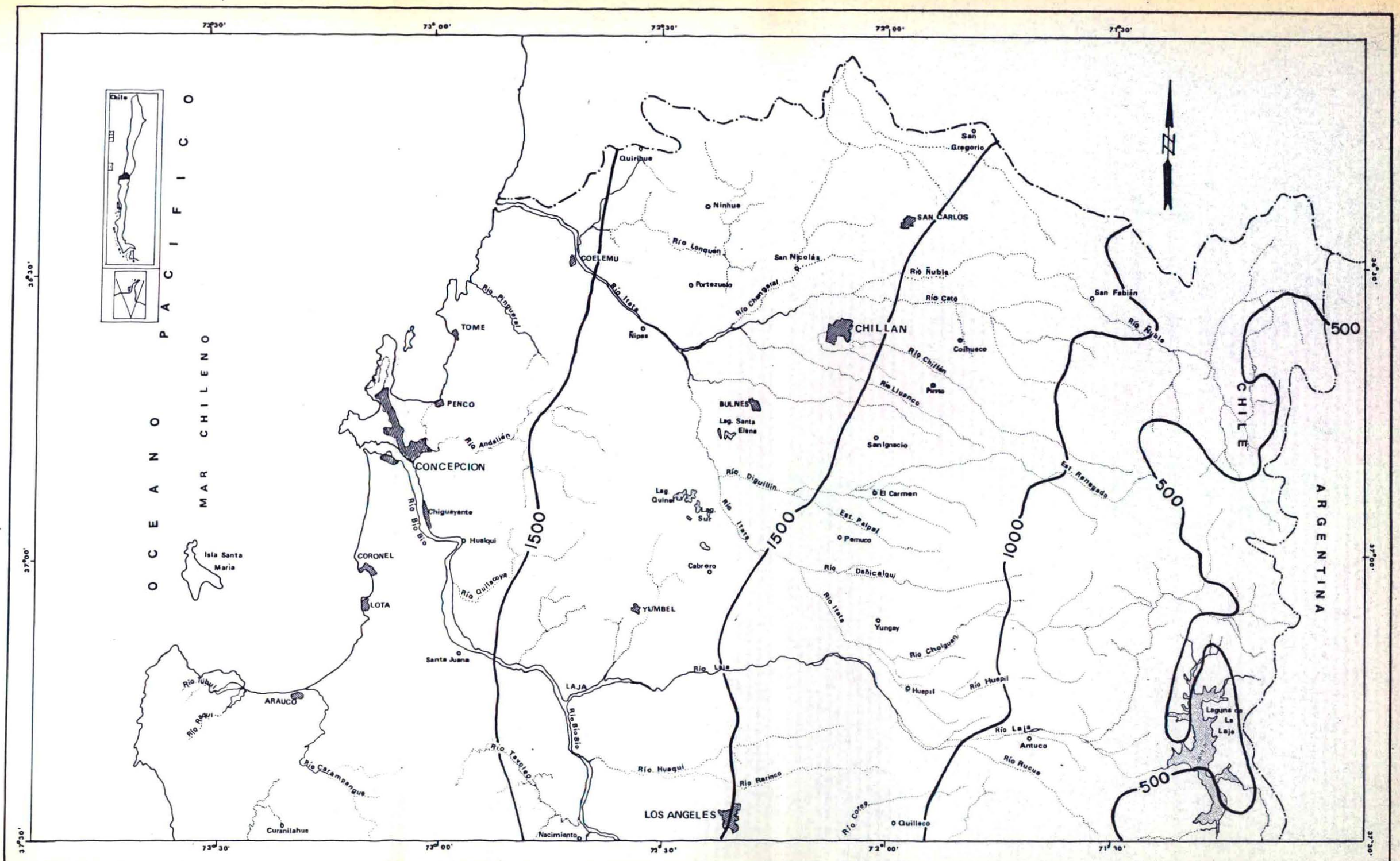


FIGURA III. C. 3 - 3 ACUMULACION DE TEMPERATURAS EFECTIVAS

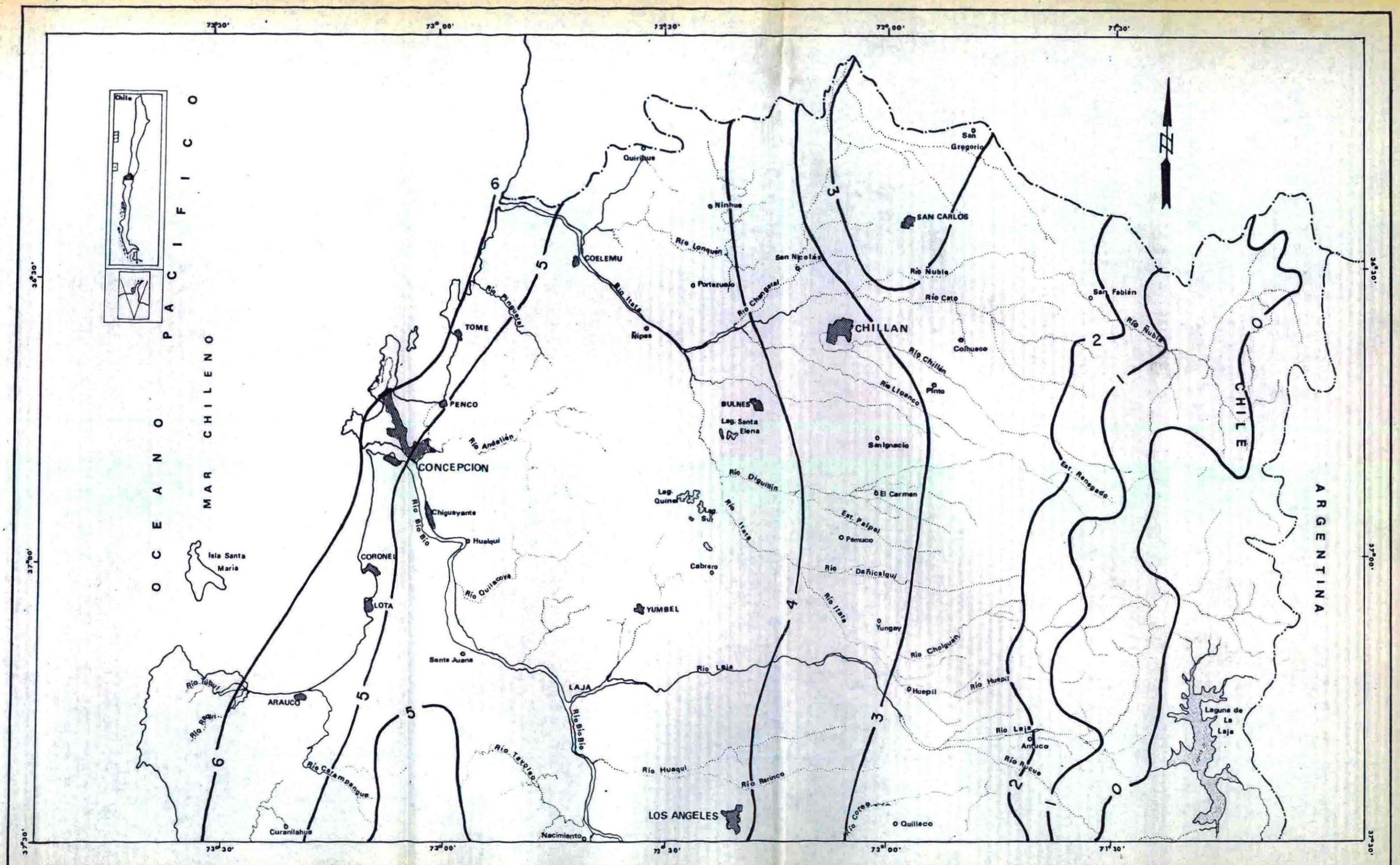


FIGURA III. C. 3-4

TEMPERATURAS MINIMAS MENSUALES
PROMEDIO JULIO

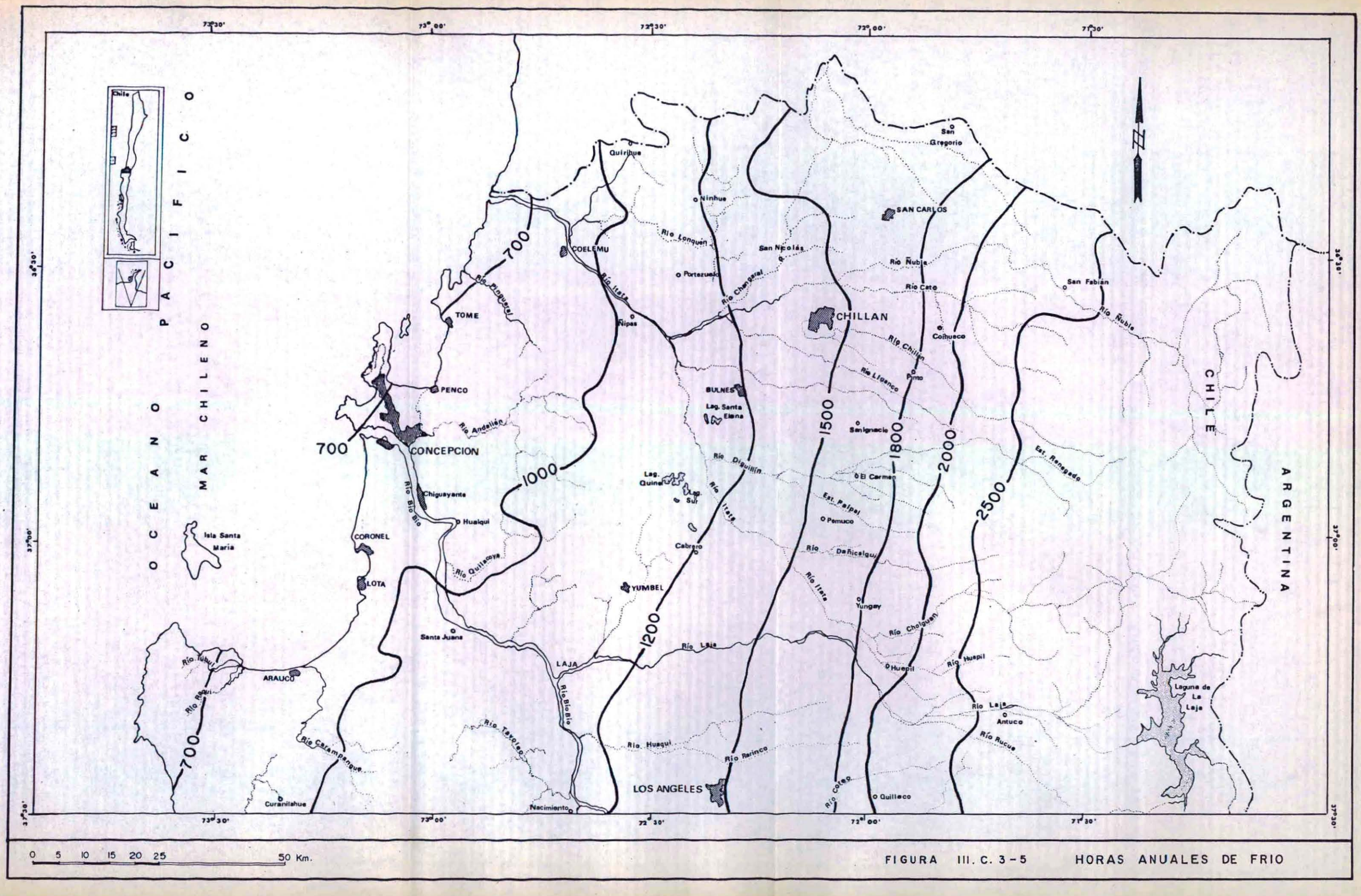


FIGURA III. C. 3-5 HORAS ANUALES DE FRIO

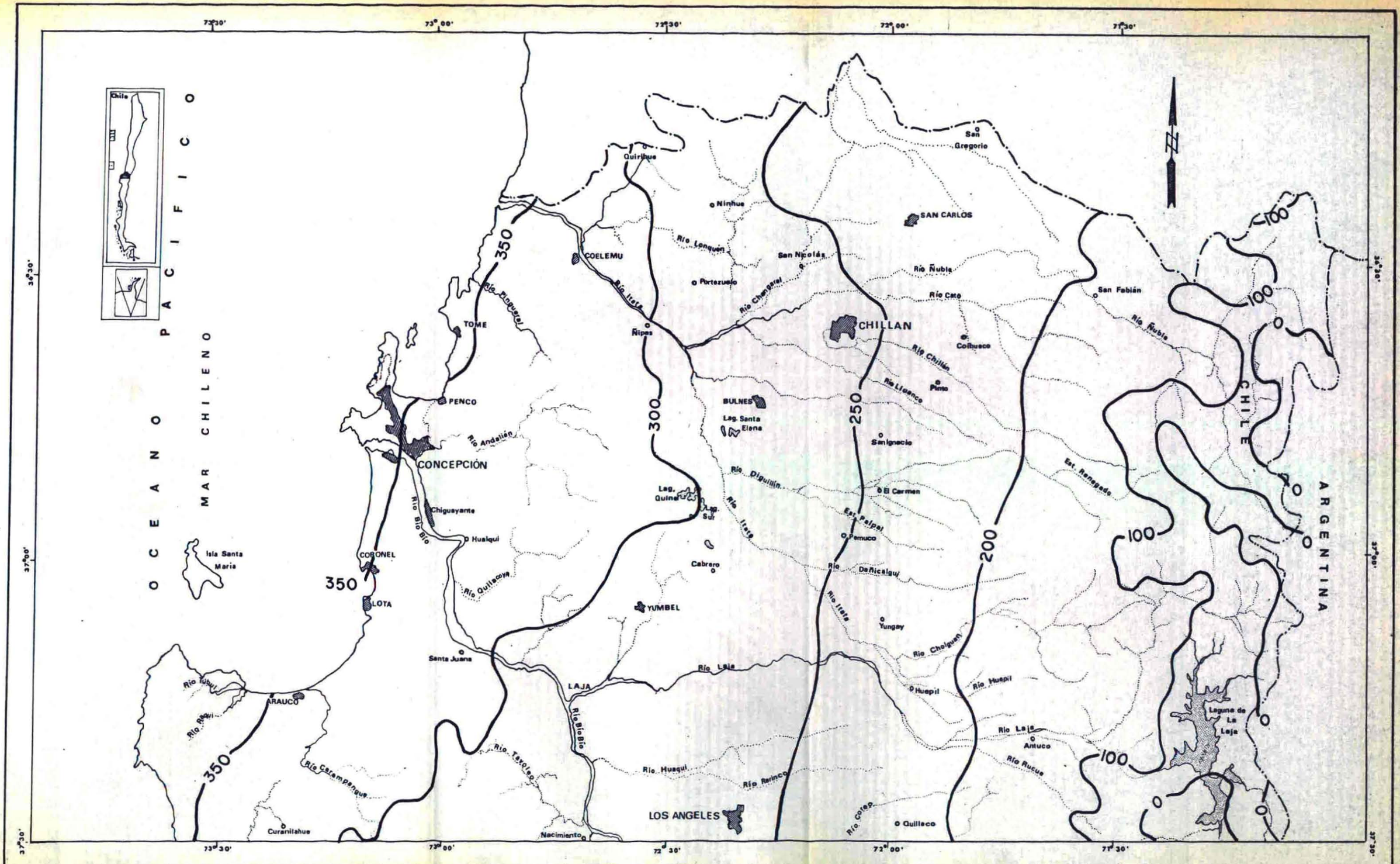


FIGURA III.C. 3-6 PERIODOS LIBRES DE HELADAS (días/año)

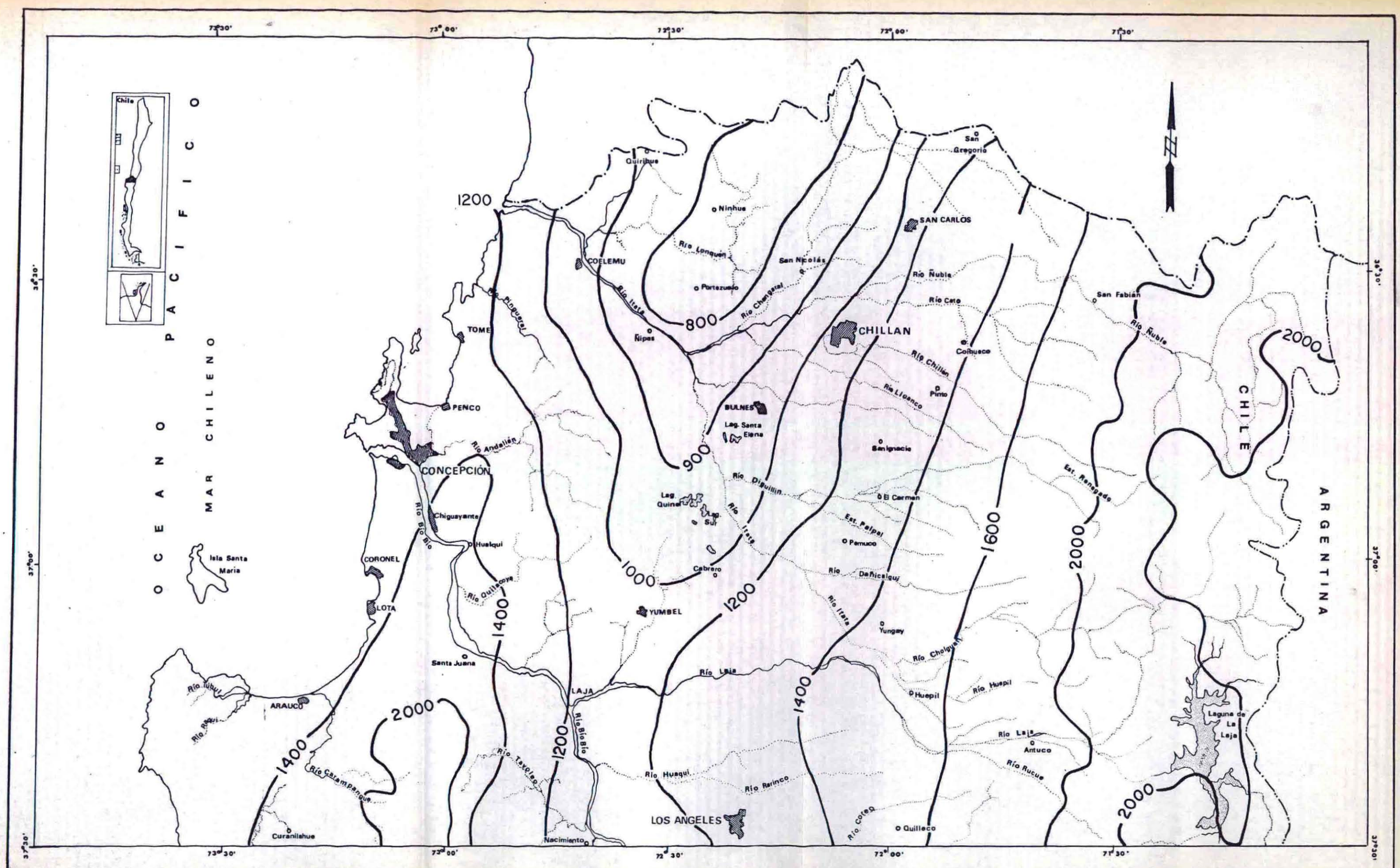


FIGURA III. C. 3 - 7 ISOYETAS ANUALES (mm/año)

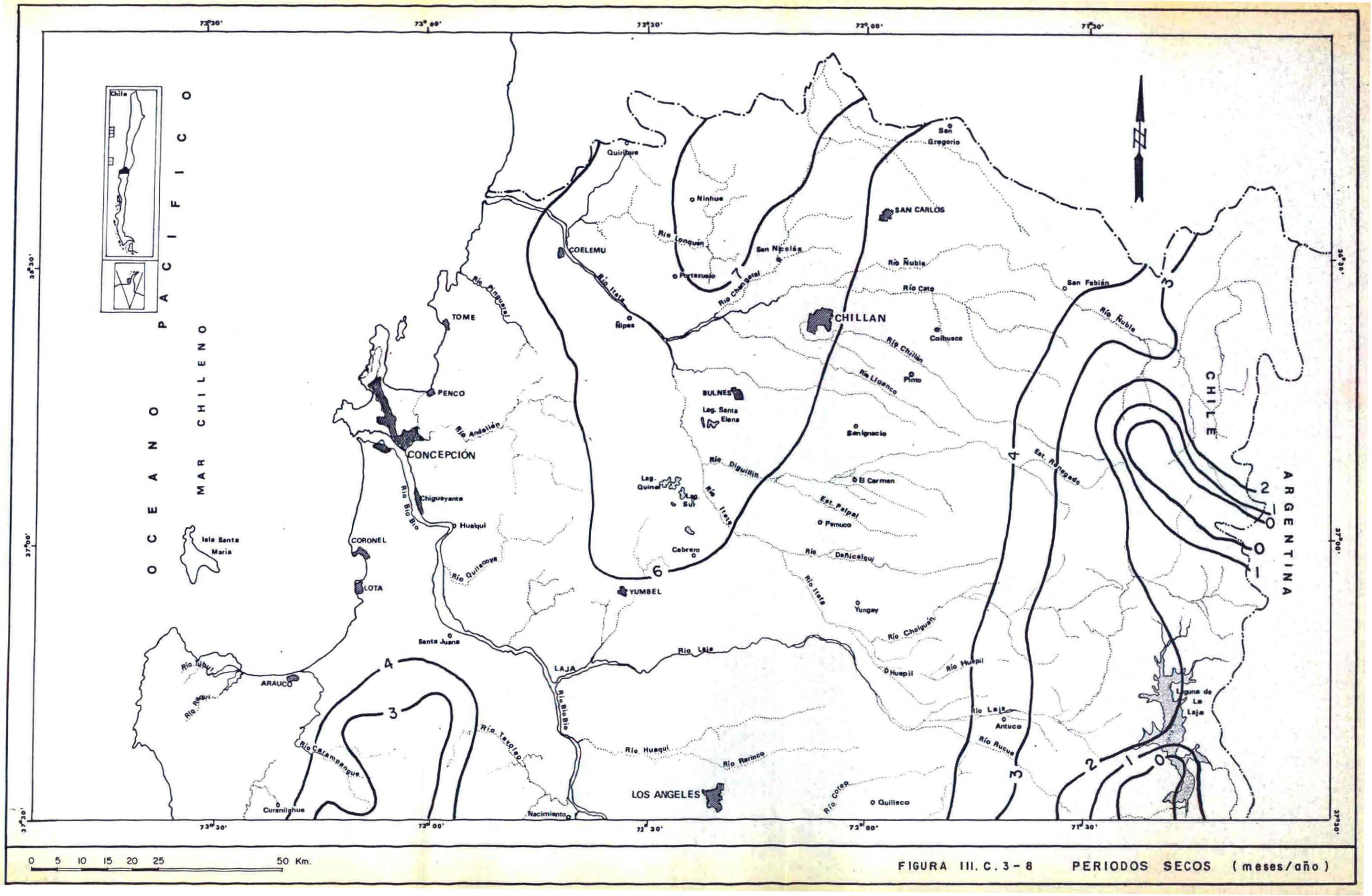
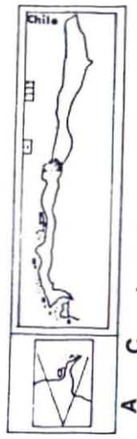


FIGURA III. C. 3 - 8 PERIODOS SECOS (meses/año)



OCEANO PACIFICO

MAR CHILENO

ARGENTINA

CHILE

Quirihue
Ninhue
San Gregorio
SAN CARLOS
COELEMU
Río Lonquen
San Nicolás
Río Nuble
Río Cato
San Fabián
Río Chillán
Río Itata
Río Changaral
Río Ñuble
TOME
Ñipas
CHILLAN
Coihueco
Río Chillán
Río Lluenco
Pinto
PENCO
BULNES
Lag. Santa Elena
Río Andalién
Sanignacio
CONCEPCIÓN
Río Diguillín
El Carmen
Est. Renegado
Lag Quinel
Lag Sur
Est. Palpal
Chiguayante
Río Bio Bio
Pemuco
Hualqui
Cabrero
Río Dañicalqui
Isla Santa Maria
CORONEL
Río Itata
Río Quilacoya
LOTA
YUMBEL
Yungay
Río Choiquén
Río Huepil
Huepil
Río Laja
Laguna de La Laja
Antuco
Río Rucue
Río Lebu
ARAUCO
Río Raqui
Río Carampangue
Río Texoleo
Río Bio Bio
Río Huaqui
Río Rarinco
Río Coreo
Quilleco
LOS ANGELES
Curanilahue
Nacimiento
Santa Juana
LAJA
Río Laja
600
700
800
900
500
300

73°30' 73°00' 72°30' 72°00' 71°30'
36°30'
37°00'
37°30'

0 5 10 15 20 25 50 Km.

FIGURA III. C. 3 - 9 DEFICIT HIDRICO (mm/año)

CUADRO III.C.3-14 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.5	4.5	3.5	1.6	0.0	0.0	0.0	14.7
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.8	1.2	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0	3.4
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 2

CUADRO III.C.3-15 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.9	1.4	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	3.8
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-16 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.4	2.2	4.9	6.2	4.9	2.2	0.4	0.0	0.0	21.2
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	1.9	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	5.5
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 3

CUADRO III.C.3-17 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	2.6	3.6	2.6	0.8	0.1	0.0	0.0	10.6
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.0	0.7	0.1	0.0	0.0	0.0	2.6
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-18 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.9	4.5	9.1	11.1	9.1	4.5	0.9	0.0	0.0	40.1
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.1	1.2	3.5	4.7	3.5	1.2	0.1	0.0	0.0	14.3
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	1.5	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	3.9
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 4

CUADRO III.C.3-19 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.2	2.2	6.0	7.9	6.0	2.2	0.2	0.0	0.0	24.7
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.1	3.2	2.1	0.5	0.0	0.0	0.0	8.4
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	1.0	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	2.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-20 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	2.0	8.3	15.0	17.5	15.0	8.3	2.0	0.0	0.0	68.1
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.4	3.0	7.5	9.5	7.5	3.0	0.4	0.0	0.0	31.3
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.8	4.1	2.8	0.8	0.0	0.0	0.0	11.3
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	1.3	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0	3.1
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

DISTRITO AGROCLIMATICO 5

CUADRO III.C.3-21 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.3	2.3	5.6	7.2	5.6	2.3	0.3	0.0	0.0	23.6
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.9	2.8	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	7.6
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	2.0
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-22 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	2.5	8.4	14.4	16.6	14.4	8.4	2.5	0.0	0.0	67.2
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.5	3.1	7.0	8.7	7.0	3.1	0.5	0.0	0.0	29.9
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.8	2.6	3.6	2.6	0.8	0.1	0.0	0.0	10.6
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	1.1	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	2.9
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

DISTRITO AGROCLIMATICO 6

CUADRO III.C.3-23 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.7	2.5	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	6.9
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-24 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.5	3.1	7.1	9.0	7.1	3.1	0.5	0.0	0.0	30.4
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	2.4	3.4	2.4	0.7	0.1	0.0	0.0	9.8
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	0.9	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	2.3
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 7

CUADRO III.C.3-25 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	2.0	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	5.6
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	1.2
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-26 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.7	3.0	6.3	7.7	6.3	3.0	0.7	0.0	0.0	27.7
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	2.0	2.7	2.0	0.7	0.1	0.0	0.0	8.3
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.7
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 8

CUADRO III.C.3-27 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	0.1	1.0	2.7	3.6	2.7	1.0	0.1	0.0	0.0	11.2
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	1.0	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	2.7
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-28 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.0	1.5	5.1	9.4	11.1	9.4	5.1	1.5	0.0	0.0	43.1
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	3.6	4.7	3.6	1.5	0.2	0.0	0.0	15.3
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	1.5	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	4.1
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 9

CUADRO III.C.3-29 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	0.1	0.5	1.9	3.8	4.7	3.8	1.9	0.5	0.1	0.0	17.3
-2 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	1.1	1.5	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	4.7
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CUADRO III.C.3-30 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.0	1.0	3.3	7.5	11.4	13.0	11.4	7.5	3.3	1.0	0.0	59.4
-2 C	0.0	0.0	0.1	0.8	2.6	4.9	5.9	4.9	2.6	0.8	0.1	0.0	22.7
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.1	0.6	1.5	2.0	1.5	0.6	0.1	0.0	0.0	6.4
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 10

CUADRO III.C.3-31 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.1	0.5	3.1	9.2	14.9	17.0	14.9	9.2	3.1	0.5	0.1	72.6
-2 C	0.0	0.0	0.1	0.9	3.9	8.0	9.8	8.0	3.9	0.9	0.1	0.0	35.6
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	3.5	4.7	3.5	1.3	0.2	0.0	0.0	14.7
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.3	1.8	1.3	0.3	0.0	0.0	0.0	5.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.6	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3

CUADRO III.C.3-32 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.0	0.7	3.2	10.3	19.1	24.8	26.6	24.8	19.1	10.3	3.2	0.7	142.8
-2 C	0.0	0.1	0.7	4.1	10.9	16.8	18.9	16.8	10.9	4.1	0.7	0.1	84.1
-4 C	0.0	0.0	0.1	1.2	5.0	9.6	11.5	9.6	5.0	1.2	0.1	0.0	43.3
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.3	1.8	4.4	5.8	4.4	1.8	0.3	0.0	0.0	18.8
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.7	2.4	1.7	0.5	0.0	0.0	0.0	6.8
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	0.8	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	2.0

DISTRITO AGROCLIMATICO 11

CUADRO III.C.3-33 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	0.1	0.2	1.5	6.7	15.1	21.3	23.4	21.3	15.1	6.7	1.5	0.2	113.1
-2 C	0.0	0.0	0.3	2.5	8.2	13.9	16.1	13.9	8.2	2.5	0.3	0.0	65.9
-4 C	0.0	0.0	0.0	0.7	3.6	7.8	9.6	7.8	3.6	0.7	0.0	0.0	33.8
-6 C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	3.6	4.8	3.6	1.3	0.2	0.0	0.0	15.0
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	1.4	2.1	1.4	0.4	0.0	0.0	0.0	5.7
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	0.7	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	1.7

CUADRO III.C.3-34 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	1.0	1.9	6.5	15.9	25.0	29.8	30.0	29.8	25.0	15.9	6.5	1.9	189.2
-2 C	0.2	0.4	2.1	8.2	17.0	23.1	25.1	23.1	17.0	8.2	2.1	0.4	126.9
-4 C	0.0	0.0	0.5	3.3	9.7	15.7	17.9	15.7	9.7	3.3	0.5	0.0	76.3
-6 C	0.0	0.0	0.1	1.0	4.6	9.1	11.1	9.1	4.6	1.0	0.1	0.0	40.7
-8 C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.7	4.5	5.8	4.5	1.7	0.2	0.0	0.0	18.6
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.8	2.6	1.8	0.5	0.0	0.0	0.0	7.2

DISTRITO AGROCLIMATICO 12

CUADRO III.C.3-35 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL DE COBERTIZO (1,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	4.1	5.5	10.4	18.0	24.8	28.7	29.9	28.7	24.8	18.0	10.4	5.5	208.8
-2 C	1.2	1.9	4.7	10.7	17.7	22.4	24.0	22.4	17.7	10.7	4.7	1.9	140.0
-4 C	0.3	0.5	1.7	5.3	11.0	15.7	17.4	15.7	11.0	5.3	1.7	0.5	86.1
-6 C	0.1	0.1	0.5	2.2	5.9	9.7	11.2	9.7	5.9	2.2	0.5	0.1	48.1
-8 C	0.0	0.0	0.1	0.7	2.6	5.2	6.3	5.2	2.6	0.7	0.1	0.0	23.5
-10 C	0.0	0.0	0.0	0.2	1.0	2.4	3.1	2.4	1.0	0.2	0.0	0.0	10.3

CUADRO III.C.3-36 NUMERO DE HELADAS MENSUALES CON DISTINTAS INTENSIDADES

NIVEL SUELO (0,5 m)

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
0 C	12.0	14.3	20.5	27.4	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	27.4	20.5	14.3	286.4
-2 C	5.3	6.9	12.2	19.9	26.4	30.0	30.0	30.0	26.4	19.9	12.2	6.9	226.1
-4 C	1.7	2.6	5.9	12.4	19.5	24.1	25.6	24.1	19.5	12.4	5.9	2.6	156.3
-6 C	0.4	0.7	2.3	6.5	12.5	17.4	19.1	17.4	12.5	6.5	2.3	0.7	98.3
-8 C	0.1	0.2	0.7	2.8	7.0	11.1	12.7	11.1	7.0	2.8	0.7	0.2	56.4
-10 C	0.0	0.0	0.2	1.0	3.3	6.1	7.4	6.1	3.3	1.0	0.2	0.0	28.6

Hacia el litoral el régimen de sequía estival se suaviza algo, lo mismo que hacia la precordillera (IHE > 0.15) (Figura III.C.3-10).

La evapotranspiración potencial anual crece gradualmente desde el litoral (900 mm/año) hacia el valle central (1.200 mm/año). Luego el gradiente se invierte, decreciendo nuevamente hacia la Cordillera de Los Andes como producto del descenso en las temperaturas (Figura III.C.3-11). El excedente hídrico anual, por tanto, toma sus mínimos valores en la región norponiente del área, con valores menores a 500 mm, aumentado hasta 750 mm en el valle central y hasta 2000 mm en el sector cordillerano (Figura III.C.3-12). El índice hídrico integrado muestra tres regímenes hídricos en la región: un sector norte - interior con índices inferiores a 0,5 (Chillán - Yumbel - Coelemu - Ninhue), un sector costero y precordillerano unidos por el extremo sur, con índices entre 0,5 y 0,6 y un sector cordillerano más húmedo, con índices superiores a 0,6. (Figura III.C.3-13).

El detalle de la estacionalidad de los parámetros del balance hídrico puede apreciarse en los Cuadros III.C.3-37 al III.C.3-48 los cuales representan el balance hídrico semanal obtenido mediante un modelo computacional.

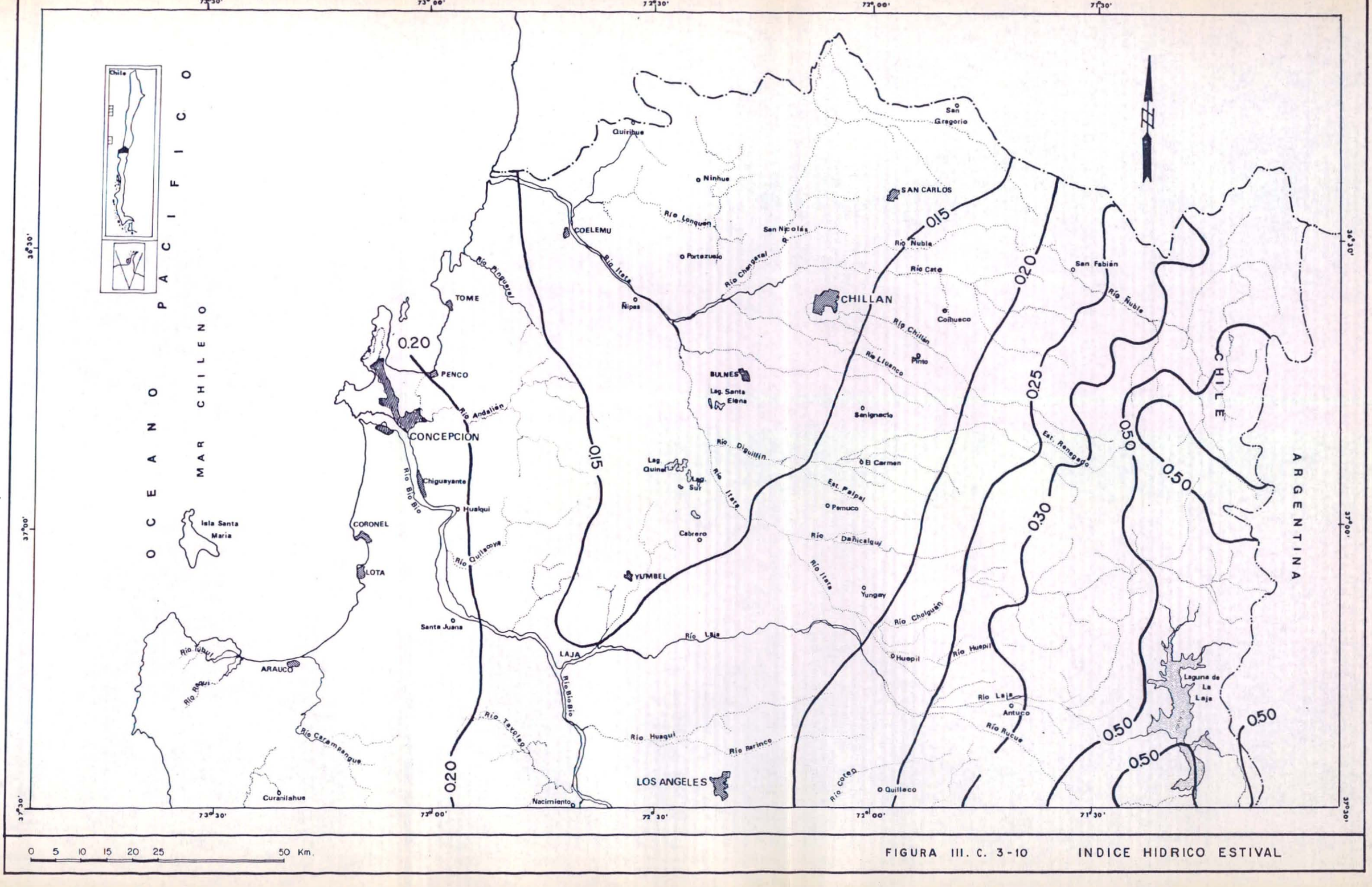


FIGURA III. C. 3-10 INDICE HIDRICO ESTIVAL

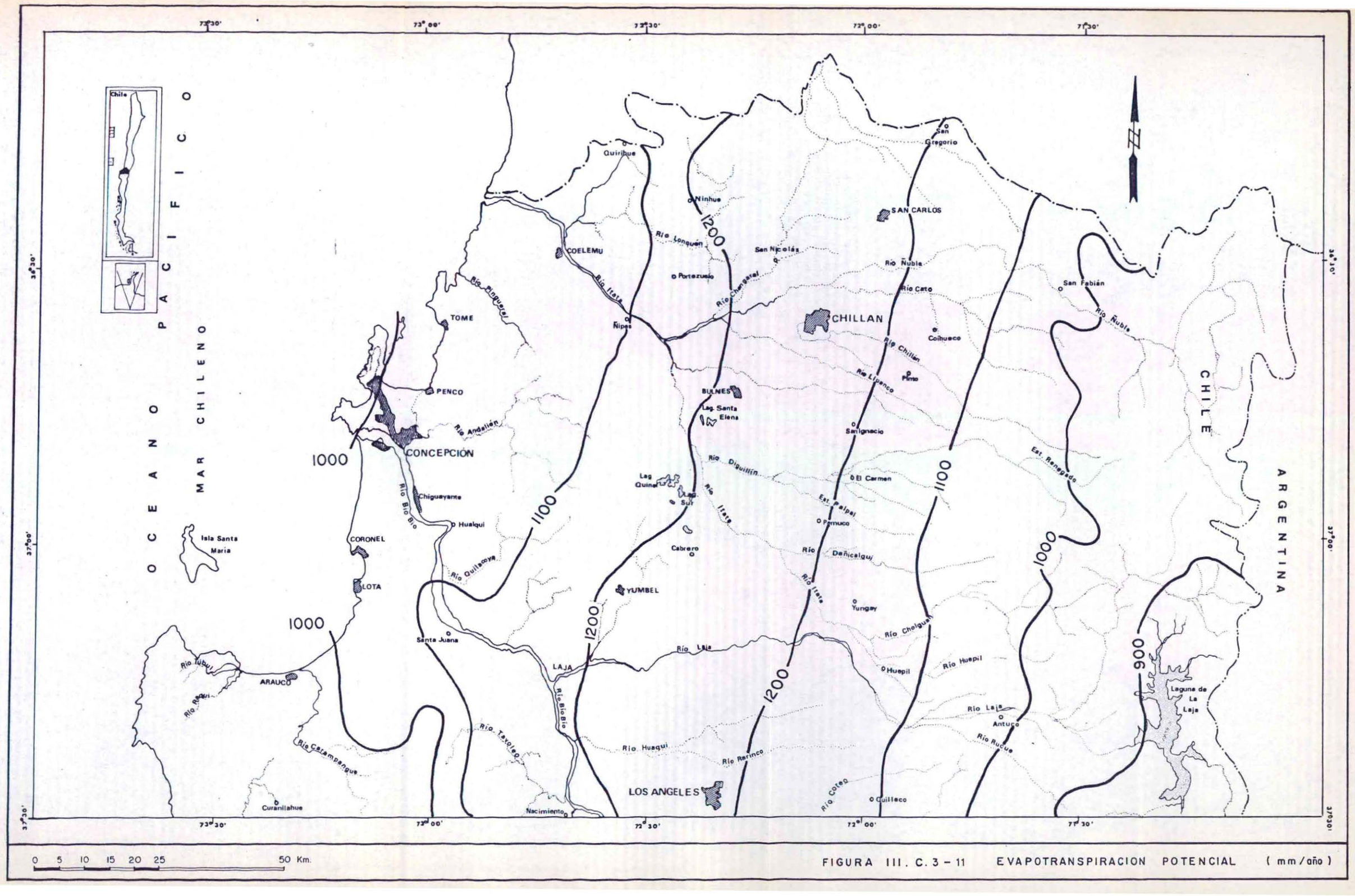


FIGURA III. C. 3 - 11 EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL (mm / año)

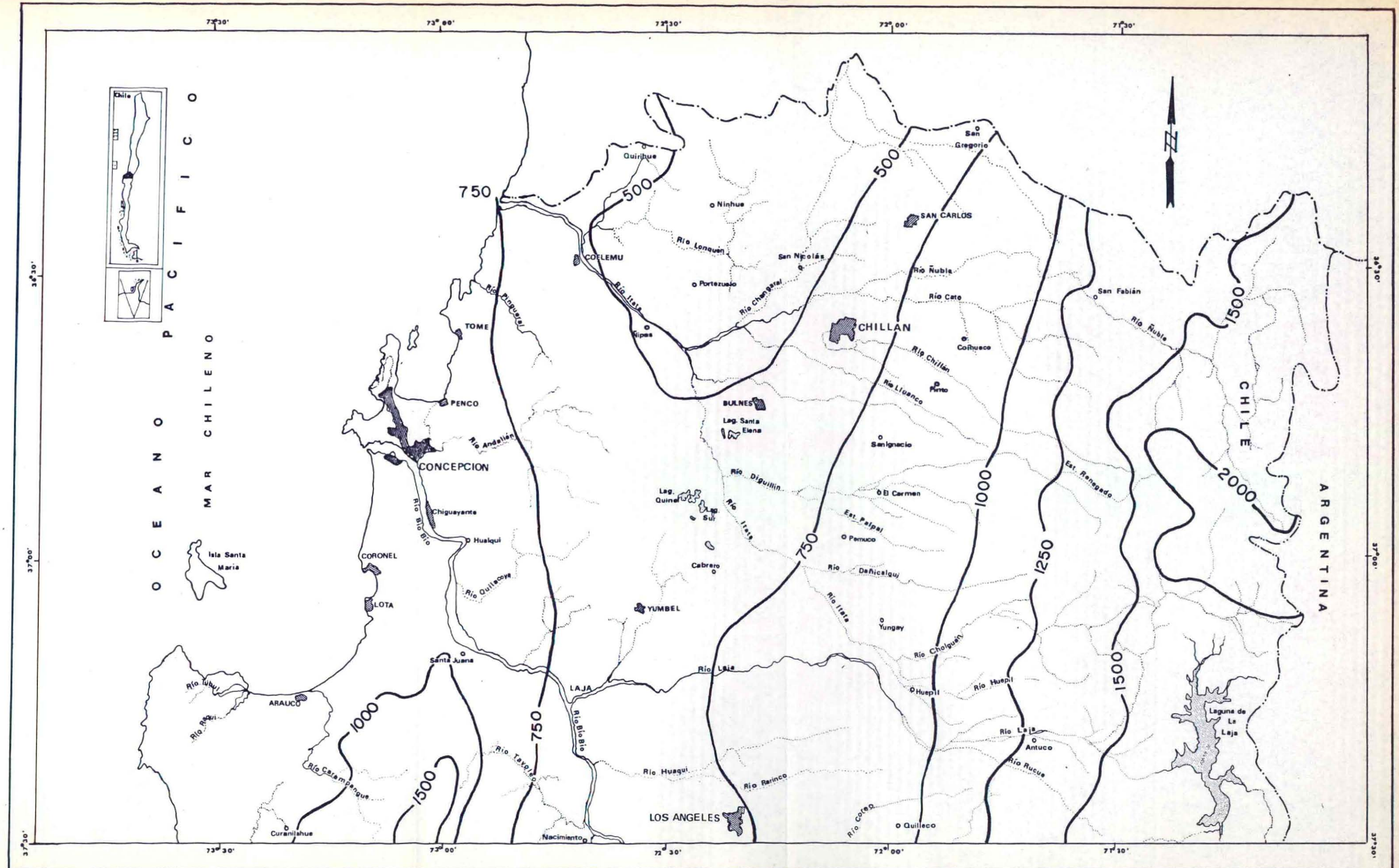


FIGURA III. C.3-12 EXCEDENTE HIDRICO ANUAL (mm/año)

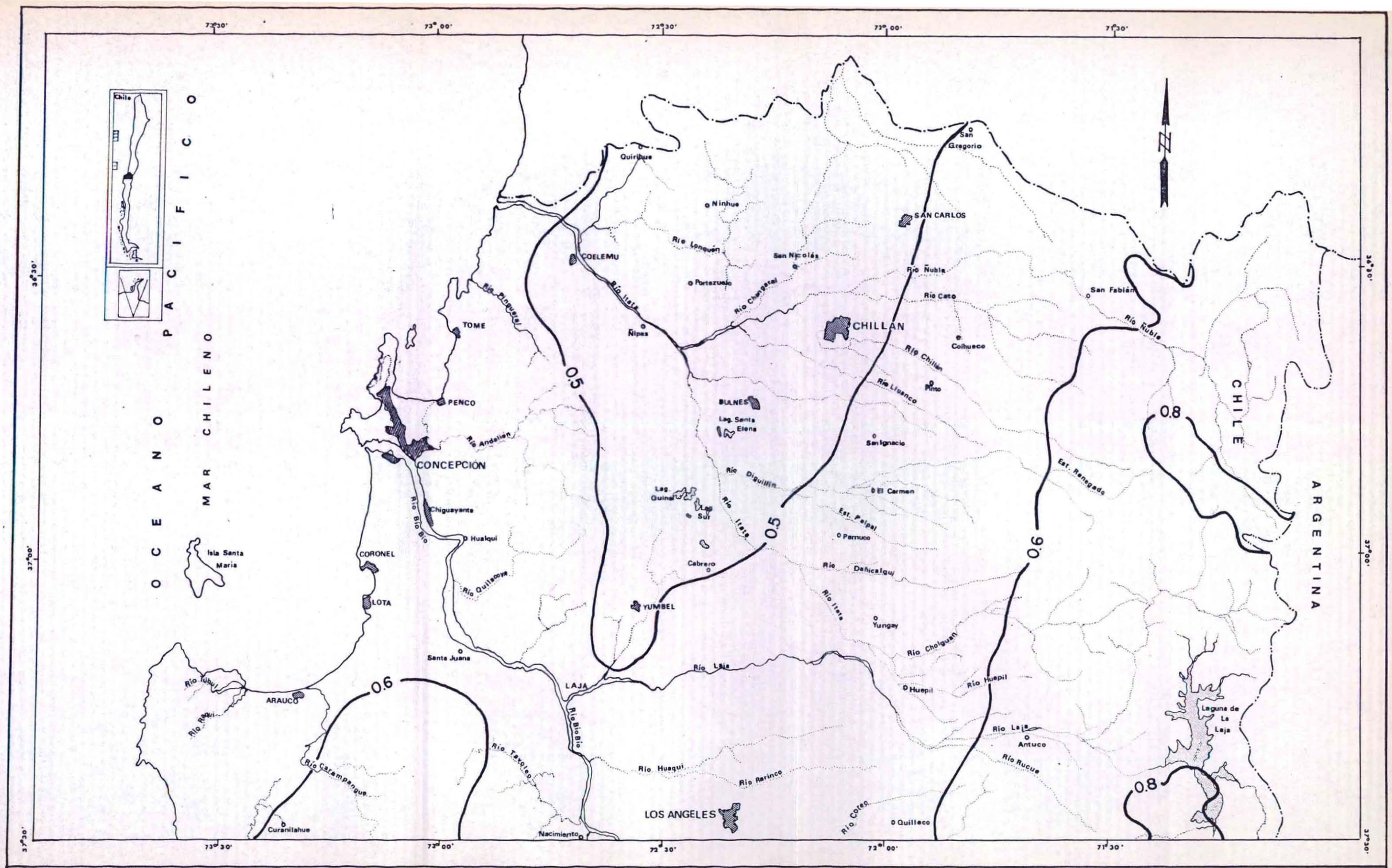


FIGURA III.C.3-13 INDICE HIDRICO INTEGRADO

CUADRO III.C.3-37 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 1

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	18	18	18	18	49	49	49	49	56	56	56	56
E.T.P.	36	36	36	35	34	33	32	30	28	26	25	22	20	18	16	14	12	11	9	8	7	6	5	5
E.T.R.	12	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8	8	13	13	13	12	12	11	9	8	7	6	5	5
ET.REL	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.7	0.8	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	38	40	48	49	50	51	43
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.8	0.9	1	1	1	1	1
Reserva	14	11	10	10	10	10	10	15	17	19	21	31	36	41	46	82	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	48	48	48	48	40	40	40	40	21	21	21	21	13	13	13	13	10	10	10	10	7	7	7	7
E.T.P.	4	5	5	6	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	31	33	34	35	36	36
E.T.R.	4	4	5	6	6	7	9	10	12	14	16	17	19	21	23	25	25	20	16	14	11	9	8	7
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2	2	2
Excdte	44	44	43	34	34	33	31	11	9	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	89	81	71	56	41	31	25	18	15	13	12	10

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac: saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturacion)
Reserva: reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1136	972	17	635	19	24	17	-522

SSS : semanas con suelo saturado(no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-38 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 2

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	7	7	7	7	7	7	7	7	11	11	11	11	20	20	20	20	56	56	56	56	64	64	64	64
E.T.P.	39	39	38	38	37	36	34	33	31	29	27	25	22	20	18	16	14	12	10	9	7	6	5	5
E.T.R.	15	10	8	7	7	7	7	7	8	9	9	9	15	15	15	14	13	12	10	8	7	6	5	5
ET.REL	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.8	0.8	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	44	46	56	57	58	59	50
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	15	12	11	11	11	11	11	16	18	20	22	32	38	43	48	90	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	55	55	55	55	45	45	45	45	24	24	24	24	15	15	15	15	11	11	11	11	8	8	8	8
E.T.P.	5	5	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19	21	23	26	28	30	32	33	35	36	37	38	39
E.T.R.	5	5	5	6	7	8	9	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	22	17	15	11	10	9	8
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2	2	2	2
Excdte	50	50	50	39	38	37	36	13	12	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	91	84	75	59	42	32	25	19	15	13	13	11

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac: saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva: reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1292	1043	19	746	19	24	17	-546

SSS : semanas con suelo saturado(no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-39 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 3

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	0	5	5	5	5	5	5	5	5	9	9	9	9	16	16	16	16	44	44	44	44	51	51	51
E.T.P.	44	44	44	43	42	41	39	37	35	33	31	28	26	23	21	18	16	14	12	10	8	7	6	5
E.T.R.	15	8	6	5	5	5	5	5	5	7	7	8	8	10	13	12	12	13	11	10	8	7	6	5
ET.REL	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.5	0.7	0.7	0.8	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	43	44	45	46
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0.7	0.9	1	1	1
Reserva	11	8	7	6	6	7	7	7	11	14	15	17	25	31	34	37	70	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	51	44	44	44	44	36	36	36	36	19	19	19	19	12	12	12	12	9	9	9	9	7	7	7
E.T.P.	5	5	5	6	7	8	10	12	14	16	18	21	23	26	28	31	33	35	37	39	41	42	43	44
E.T.R.	5	5	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	22	25	27	29	24	17	13	11	10	8	8	7
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	3	3	2	2	2	2	2
Excdte	39	39	39	38	29	28	26	25	6	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	89	76	61	44	30	21	17	15	11	10	9	9

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1028	1174	14	518	18	25	20	-720

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-40 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 4

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	0	4	4	4	4	5	5	5	5	7	7	7	7	15	15	15	15	43	43	43	43	50	50	50
E.T.P.	44	44	44	43	42	41	40	38	36	34	31	29	26	24	21	18	16	14	12	10	8	7	6	5
E.T.R.	13	7	5	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	9	12	12	11	14	12	10	8	7	6	5
ET.REL	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.7	0.7	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	33	42	43	44	45
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.7	0.9	0.9	1	1
Reserva	9	6	5	5	6	6	7	7	9	11	12	12	22	28	30	33	65	95	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	50	43	43	43	43	35	35	35	35	18	18	18	18	11	11	11	11	7	7	7	7	6	6	6
E.T.P.	5	5	5	6	7	8	10	12	14	16	18	21	23	26	28	31	33	36	38	39	41	42	43	44
E.T.R.	5	5	5	6	7	8	10	11	13	15	18	20	22	25	27	28	22	15	11	9	8	7	6	6
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	4	4	3	2	2	2	2	2	2
Excdte	38	38	38	37	28	27	25	24	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.5	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	87	73	57	40	25	17	13	11	9	8	8	8

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
976	1185	14	495	17	26	21	-764

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-41 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 5

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	7	7	7	7	7	7	7	7	12	12	12	12	22	22	22	22	61	61	61	61	70	70	70	70
E.T.P.	43	43	43	42	41	40	38	37	35	32	30	28	25	22	20	18	15	13	11	9	8	7	6	5
E.T.R.	18	11	8	7	7	7	7	7	9	10	10	10	17	17	16	16	15	13	11	9	8	6	6	5
ET.REL	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	48	50	61	62	64	64	56
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	14	11	10	9	10	10	10	15	18	20	22	33	39	44	50	95	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	61	61	61	61	50	50	50	50	27	27	27	27	16	16	16	16	12	12	12	12	9	9	9	9
E.T.P.	5	5	5	6	7	8	10	11	13	16	18	21	23	26	28	31	33	35	37	39	40	42	42	43
E.T.R.	5	5	5	6	7	8	9	11	13	15	17	20	22	24	27	29	28	21	17	15	12	10	10	9
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2
Excdte	56	56	56	44	43	42	41	16	14	12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	0.9	0.9	0.2	0.2	0.1	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96	90	82	71	54	38	28	23	17	15	13	13	10

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1416	1153	19	836	19	24	18	-621

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-42 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 6

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	16	16	16	16	45	45	45	45	52	52	52	52
E.T.P.	41	41	40	40	39	38	36	35	33	31	29	26	24	22	19	17	15	13	11	9	8	7	6	5
E.T.R.	12	7	6	5	5	5	5	5	6	7	7	7	10	13	13	12	14	12	11	9	8	7	6	5
ET.REL	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	3	2	2	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	34	43	44	45	46	40
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.7	0.9	1	1	1	0.9
Reserva	10	8	7	7	7	7	7	11	12	13	15	24	30	32	36	69	99	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	45	45	45	45	37	37	37	37	19	19	19	19	12	12	12	12	8	8	8	8	6	6	6	6
E.T.P.	5	5	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19	22	24	26	29	31	33	35	36	38	39	40	41
E.T.R.	5	5	5	6	7	8	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	20	15	12	10	8	7	6	6
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	2
Excdte	40	40	40	31	30	29	28	8	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	84	73	60	41	28	21	16	12	10	9	9	7

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1032	1097	15	544	18	24	20	-666

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-43 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 7

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	10	10	10	10	10	10	10	10	16	16	16	16	29	29	29	29	75	75	75	75	86	86	86	86
E.T.P.	36	36	36	35	35	33	32	31	29	27	25	23	21	19	17	15	13	11	9	8	7	6	5	5
E.T.R.	20	14	12	11	10	10	10	9	12	13	13	13	19	18	16	14	13	11	9	8	7	6	5	4
ET.REL	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	62	64	66	78	79	80	81	70
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	24	19	18	17	17	17	18	24	28	31	34	50	60	71	84	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	74	74	74	74	61	61	61	61	34	34	34	34	21	21	21	21	16	16	16	16	12	12	12	12
E.T.P.	4	4	5	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	31	33	34	35	36	36
E.T.R.	4	4	5	5	6	7	8	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	28	30	28	21	17	14	13
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4
Ev. Sue	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3	3
Excdte	70	70	69	56	55	54	53	24	22	21	19	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	0.4	0.4	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	89	79	67	53	37	29	24	22	19

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1776	977	20	1142	22	18	10	-392

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-44 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 8

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	10	10	10	10	10	10	10	10	17	17	17	17	30	30	30	30	79	79	79	79	90	90	90	90
E.T.P.	39	39	39	38	37	36	35	33	31	29	27	25	23	20	18	16	14	12	10	9	7	6	5	5
E.T.R.	23	15	12	11	10	10	10	9	13	14	14	14	20	20	17	15	13	12	10	8	7	6	5	5
ET.REL	0.6	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	3	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	46	66	67	69	82	83	84	85	73
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	23	18	16	16	16	16	16	24	28	31	34	50	60	70	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	78	78	78	78	64	64	64	64	36	36	36	36	22	22	22	22	17	17	17	17	13	13	13	13
E.T.P.	4	5	5	6	6	8	9	11	13	15	17	19	21	23	26	28	30	32	34	35	36	38	38	39
E.T.R.	4	5	5	5	6	8	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	27	20	17	15	14
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.4
Ev. Sue	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	5	5	5	4	4	3	3	3
Excdte	74	73	73	59	58	56	55	26	24	22	20	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	0.5	0.4	0.4	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	88	76	63	49	35	27	23	22	18

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
1864	1047	20	1199	22	18	11	-430

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-45 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 9

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	12	12	12	12	12	12	12	12	19	19	19	19	35	35	35	35	89	89	89	89	101	101	101	101
E.T.P.	37	37	37	36	36	34	33	31	30	28	26	24	21	19	17	15	13	11	10	8	7	6	5	4
E.T.R.	24	17	14	13	12	12	11	11	14	15	18	17	21	19	17	15	13	11	9	8	7	6	5	4
ET.REL	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	3	3	3	3	2	2	2	3	3	5	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	74	76	78	80	93	94	95	96	84
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	28	23	21	20	20	20	21	29	33	37	38	56	70	86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	88	88	88	88	71	71	71	71	41	41	41	41	25	25	25	25	19	19	19	19	14	14	14	14
E.T.P.	4	4	5	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	22	25	27	29	31	32	34	35	36	37	37
E.T.R.	4	4	5	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	22	24	25	27	29	30	32	26	20	17	16
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.6	0.5	0.4
Ev. Sue	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3	3
Excdte	84	84	83	66	65	64	62	31	29	27	25	7	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.6	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94	85	75	64	46	34	28	25	22

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
2104	1002	20	1413	25	16	9	-359

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-46 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 10

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	11	11	11	11	11	11	11	11	17	17	17	17	32	32	32	32	88	88	88	88	101	101	101	101
E.T.P.	38	38	37	37	36	35	33	31	30	28	26	23	21	19	17	15	13	11	9	8	6	5	5	4
E.T.R.	23	16	13	12	11	11	10	10	13	14	14	16	19	18	16	14	12	11	9	7	6	5	5	4
ET.REL	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	3	5	4	4	4	3	3	2	2	2	2	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	76	77	79	94	95	96	96	83
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	25	21	19	18	18	18	19	26	30	33	36	51	64	78	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	87	87	87	87	72	72	72	72	39	39	39	39	24	24	24	24	17	17	17	17	13	13	13	13
E.T.P.	4	4	4	5	6	7	9	10	12	14	16	19	21	23	25	27	29	31	33	34	36	37	37	38
E.T.R.	4	4	4	5	6	7	9	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	29	31	29	22	17	15	14
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4
Ev. Sue	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	5	5	5	4	4	3	3	3
Excdte	83	83	83	67	66	65	63	29	27	25	23	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	0.6	0.5	0.5	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	91	80	68	54	38	29	25	22	19

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
2048	1005	20	1388	23	18	10	-395

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-47 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 11

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	11	11	11	11	12	12	12	12	18	18	18	18	36	36	36	36	102	102	102	102	118	118	118	118
E.T.P.	36	36	35	35	34	32	31	29	28	26	24	22	20	18	15	13	12	10	8	7	6	5	4	4
E.T.R.	23	16	13	12	12	11	11	11	13	14	17	16	19	17	15	13	11	10	8	7	6	5	4	4
ET.REL	0.7	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	3	3	2	2	2	2	2	3	3	5	5	4	4	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	89	91	92	94	111	112	113	114	97
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	27	22	20	20	21	21	22	29	33	37	38	58	75	94	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	101	101	101	101	84	84	84	84	43	43	43	43	26	26	26	26	18	18	18	18	14	14	14	14
E.T.P.	4	4	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	31	33	34	35	35	36
E.T.R.	4	4	4	5	6	7	8	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	28	30	31	25	20	17	16
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	0.6	0.5	0.5
Ev. Sue	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3
Excdte	97	97	97	79	78	77	76	33	31	30	28	9	7	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	0.7	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	85	74	63	46	35	29	26	22

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
2332	949	22	1674	25	16	8	-340

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

CUADRO III.C.3-48 BALANCE HIDRICO SEMANAL PARA EL DISTRITO 12

Retención de agua (mm) : 100
Cobertura vegetal (%) : 75

	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	16	16	16	16	16	16	16	16	26	26	26	26	48	48	48	48	128	128	128	128	146	146	146	146
E.T.P.	34	34	33	33	32	30	29	27	26	24	22	20	18	16	14	12	10	9	7	6	5	4	4	3
E.T.R.	29	22	19	17	16	15	15	15	20	21	21	19	17	15	14	12	10	9	7	6	5	4	4	3
ET.REL	0.9	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.8	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ev. Sue	4	4	3	3	3	3	3	3	5	5	5	4	4	4	3	3	2	2	2	1	1	1	1	1
Excdte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	33	34	116	118	119	121	140	141	142	142	123
Saturac	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.7	0.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reserva	41	35	32	31	31	31	32	43	49	54	59	88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

	JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Precip.	126	126	126	126	104	104	104	104	57	57	57	57	35	35	35	35	26	26	26	26	19	19	19	19
E.T.P.	3	3	4	5	6	7	8	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	30	31	32	33	34	34
E.T.R.	3	3	4	5	6	7	8	10	11	13	15	17	19	21	22	24	26	27	28	30	30	31	32	27
ET.REL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8
Ev. Sue	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	4
Excdte	123	123	122	99	98	97	96	47	46	44	42	18	16	14	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Saturac	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	0.3	0.2	0.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reserva	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	96	86	74	62	50	39

E.T.P : evapotranspiración potencial E.T.R : evapotranspiración real
ET.REL : evapotranspiración relativa Ev.sue : evaporación del suelo
Excdte : excedente hídrico (escurrimiento + percolación)
Saturac : saturación del suelo (1 = saturado y agua en exceso ; 0 = libre de problemas de saturación)
Reserva : reserva de agua en el suelo

Resumen anual :

PP(mm)	ETP(mm)	SSS	EXC(mm)	NSRET	NSDEF1	NSDEF.5	DEF(mm)
2988	893	27	2250	29	12	0	-194

SSS : semanas con suelo saturado (no laborable)
NSRET : semanas con suelo a plena capacidad de retención
NSDEF1 : semanas en que almacenamiento es inferior a la cap. de retención
NSDEF.5 : semanas en que almacenamiento es inferior a 50% de la cap. de retención

Como resumen de la información anterior, las Figuras III.C.3-14 y III.C.3-15 muestran los diagramas ombrotérmicos para cada uno de los distritos agroclimáticos definidos, y las Figuras III.C.3-16 a III.C.3-19 las integrales de grados días, las integrales de horas de frío, la variación mensual del número de heladas y los regímenes hídricos respectivamente, para cada uno de los doce distritos agroclimáticos definidos.

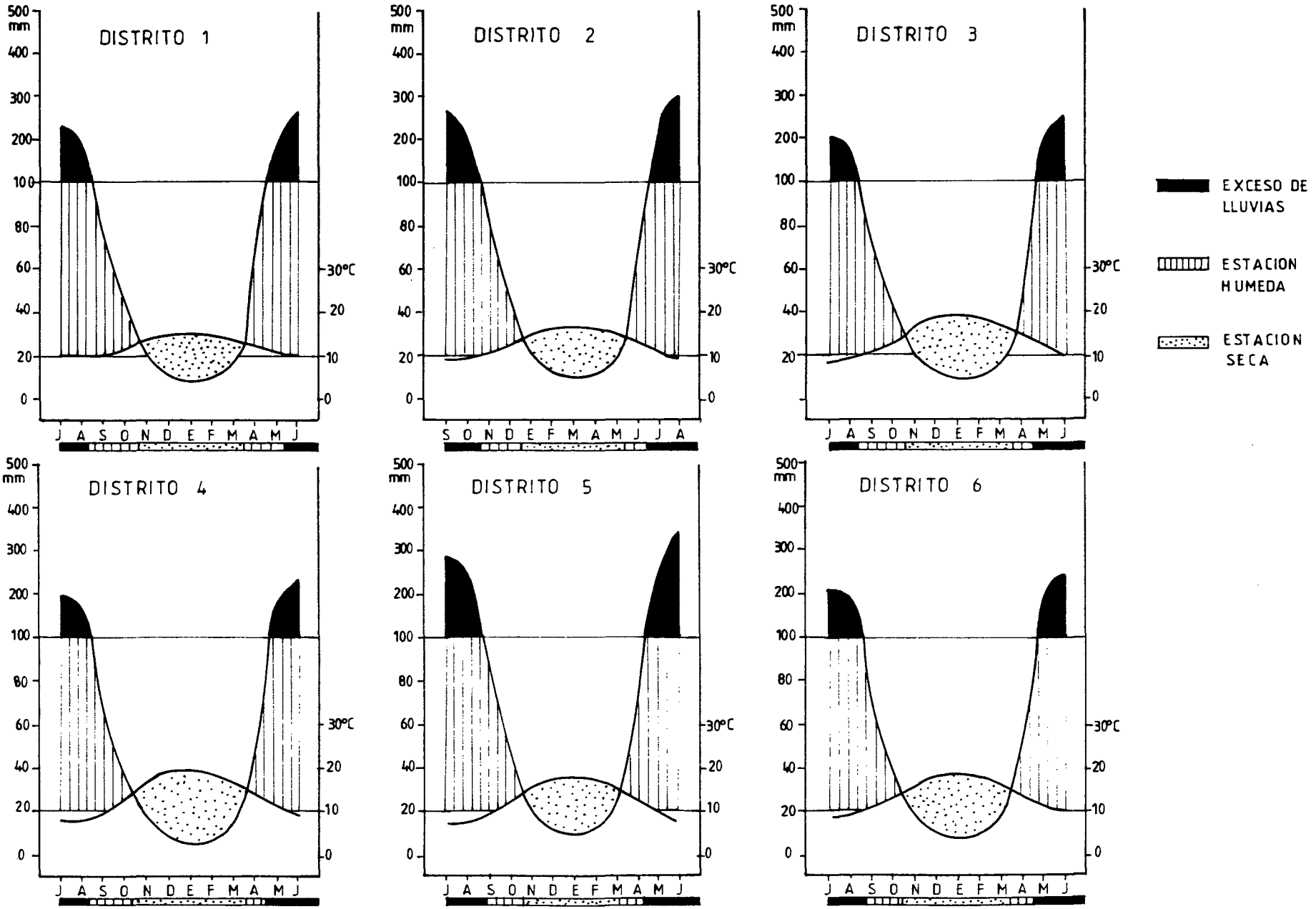


FIGURA III. C. 3.-14 DIAGRAMAS OMBROTERMICOS
(RELACION PRECIPITACION / TEMPERATURA)

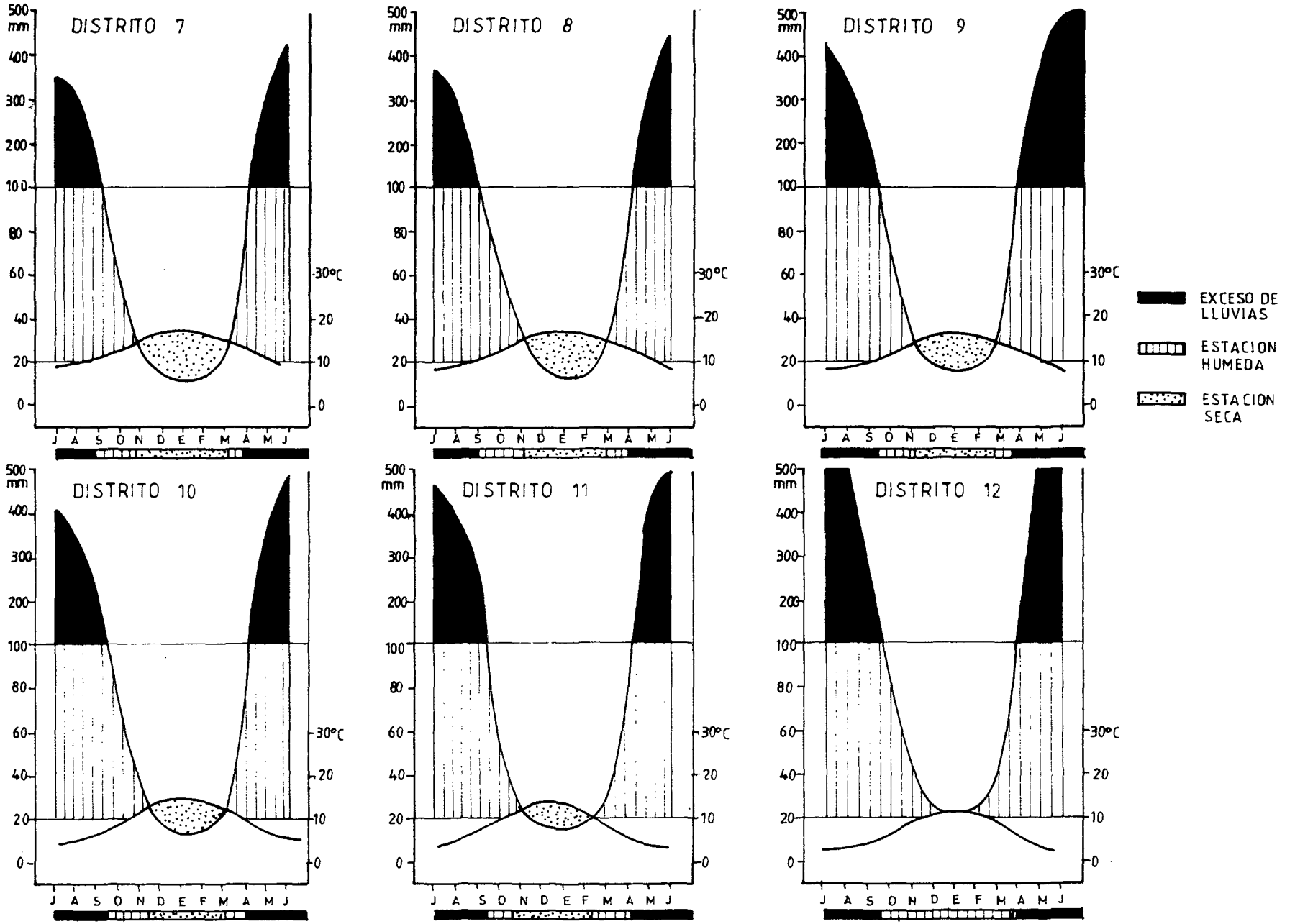


FIGURA III. C. 3. - 15 DIAGRAMAS OMBROTERMICOS
(RELACION PRECIPITACION/TEMPERATURA)

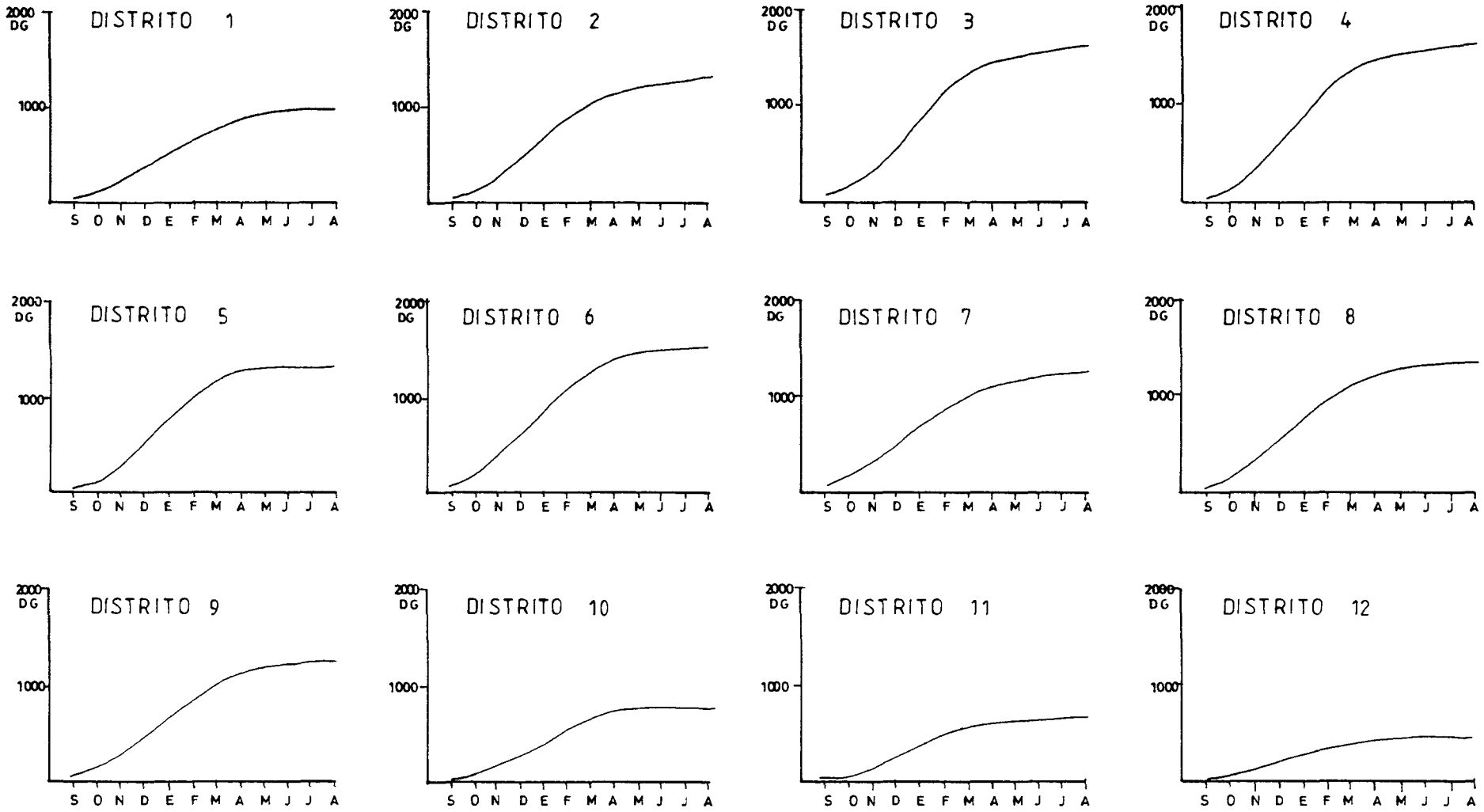


FIGURA III. C. 3.-16 INTEGRALES DE GRADOS DIA A PARTIR DEL 1º DE SEPTIEMBRE

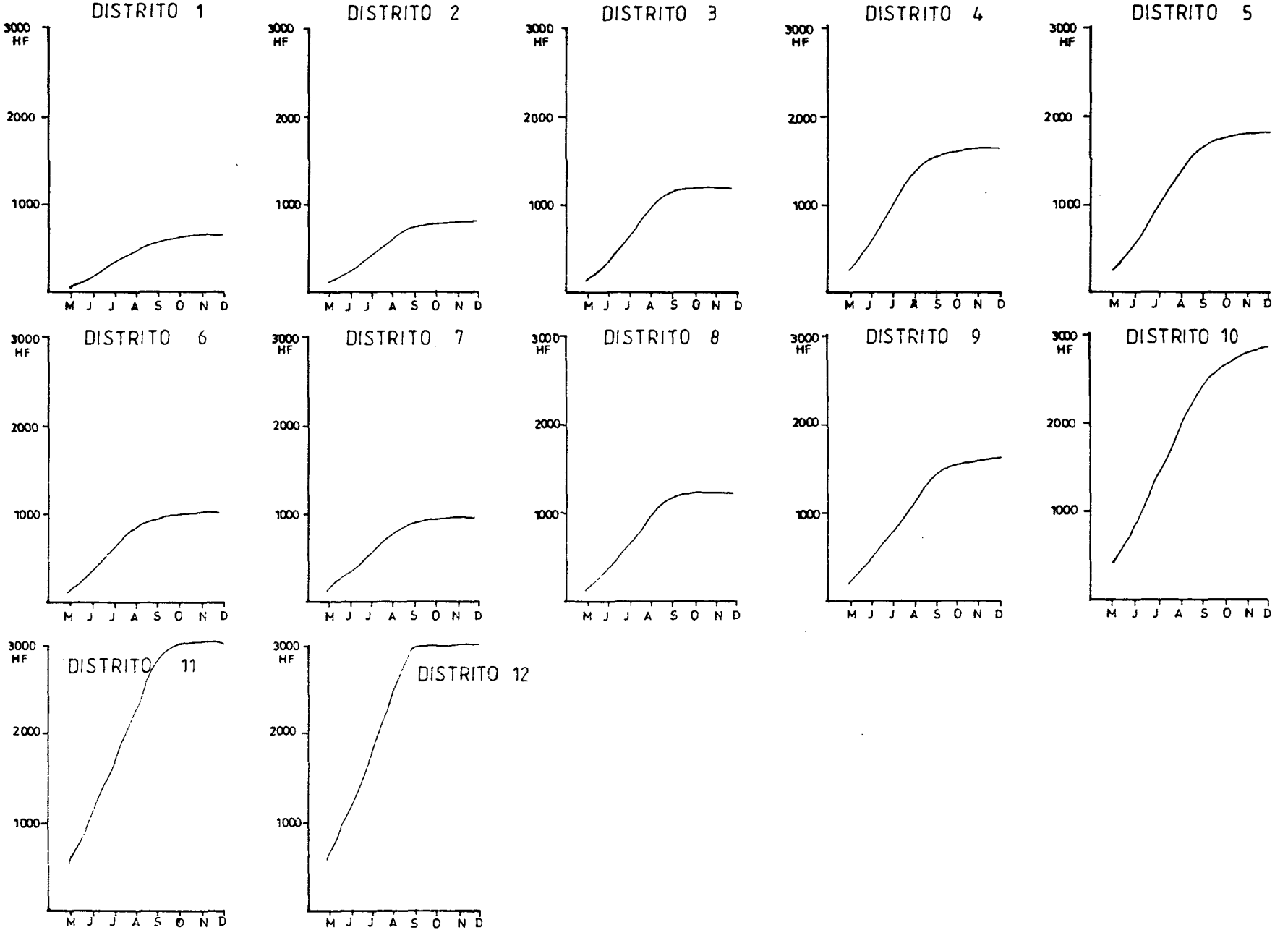


FIGURA III. C. 3. - 17 REGIMENES DE HORAS DE FRIO
INTEGRAL DE FRIO A PARTIR DEL 1° DE MAYO

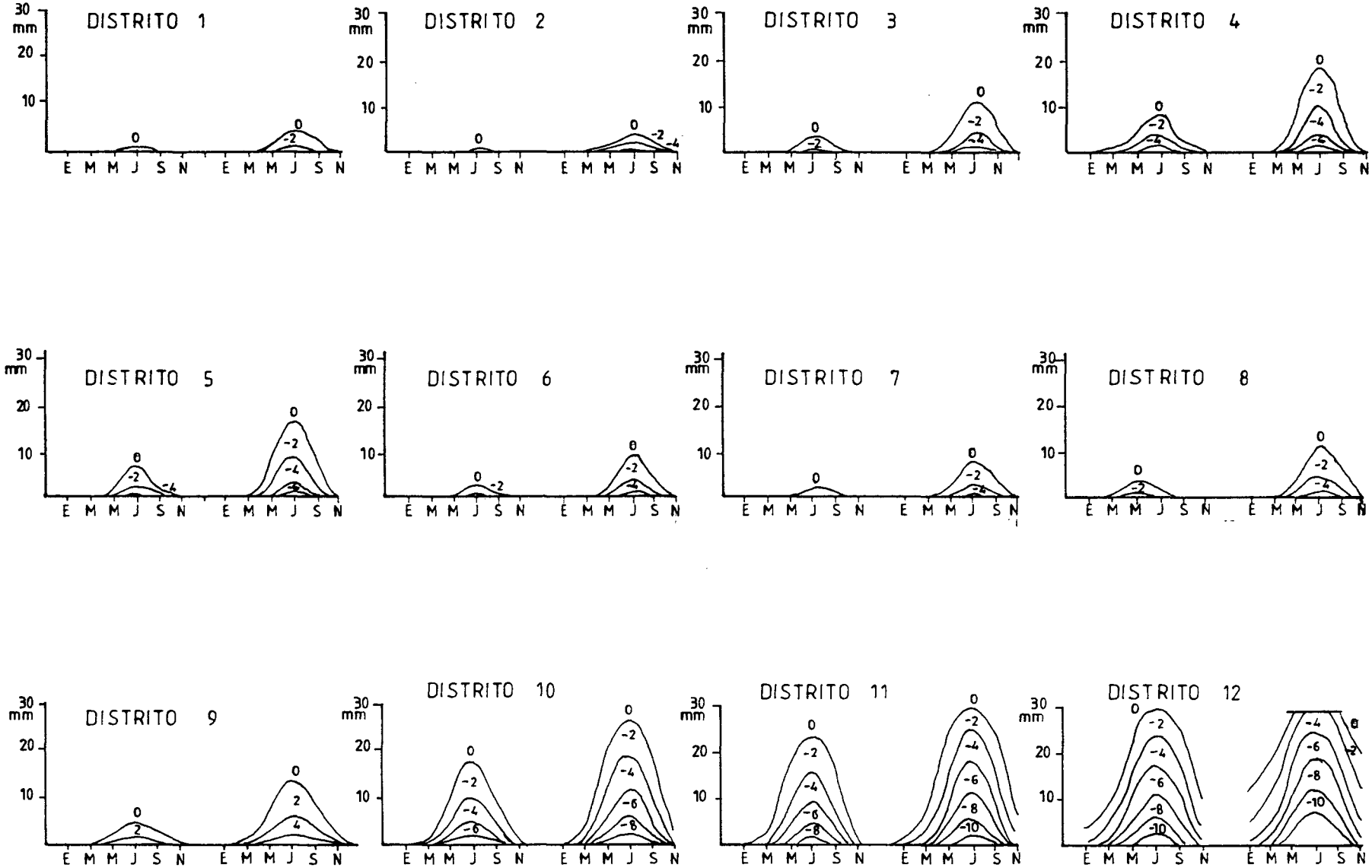


FIGURA III. C. 3. - 18 REGIMENES DE HELADAS _ VARIACION MENSUAL DEL NUMERO PROMEDIO
[LA CURVA IZQUIERDA CORRESPONDE A HELADAS A NIVEL DEL COBERTIZO (1.5 m).
LA CURVA DERECHA CORRESPONDE A HELADAS A NIVEL DEL SUELO (0.5 m)]

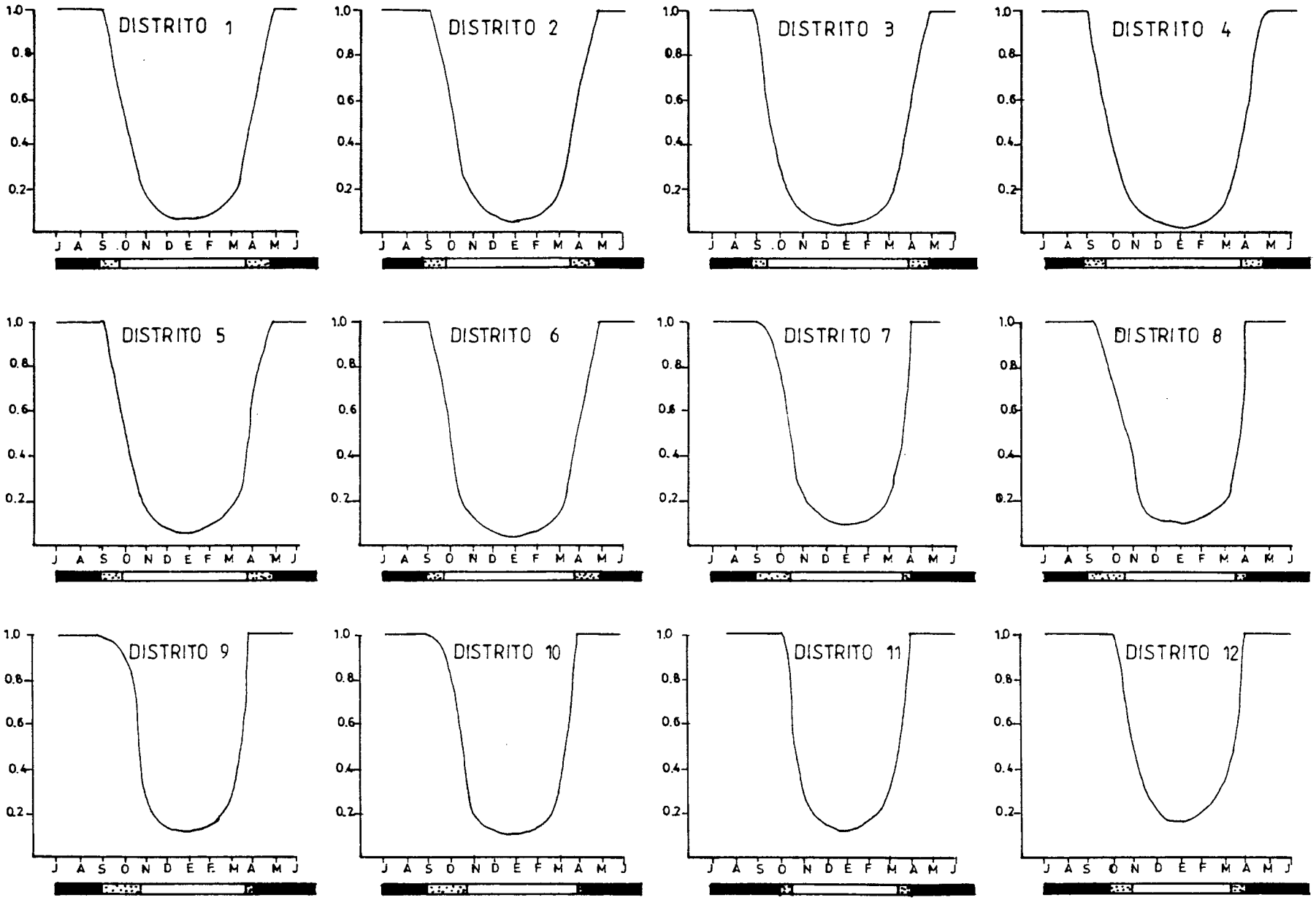


FIGURA III. C. 3 - 19 REGIMENES HIDRICOS SEGUN LA VARIACION ESTACIONAL DEL INDICE DE HUMEDAD (PP / ETP)

3.2.4 Aptitud Productiva de los Distritos Agroclimáticos

Considerando que la caracterización agroclimática del área de estudio es uno de los factores que influyen en la definición de los grupos de manejo, se analizó la aptitud productiva de cada uno de los distritos agroclimáticos definidos para 13 cultivos representativos de las variedades cultivadas en la zona. Para cada distrito y cultivo, y mediante el uso de un modelo computacional que considera los parámetros agroclimáticos relevantes y las características del desarrollo y necesidades del cultivo, se caracterizó la productividad en uno de los siguientes rangos: sin limitación, con limitación leve, con limitación moderada, con limitación severas y excluido. En general, los resultados de dicho procedimiento, que son presentados en el Cuadro III.C.3-49, muestran que en los sectores del área de estudio en que se concentran las actividades agropecuarias, las variaciones de las características climáticas no provocan cambios considerables de aptitud productiva, las que en general son leves moderadas o no existen, mientras en los sectores precordilleranos y del área correspondiente a la Cordillera de la Costa se presentan mayores limitaciones desde ese punto de vista.

CUADRO III.C.3-49 APTITUD PRODUCTIVA DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS

	DISTRITOS											
CULTIVOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Trigo	SL	SL	LL	SL	SL	SL	LL	*	*	LN	LS	EXC
Frejol grano	LS	LN	LL	LL	LL	LL	LN	*	*	LS	EXC	EXC
Maíz	EXC	LN	LL	SL	LL	LL	LL	*	*	LS	EXC	EXC
Arroz	EXC	EXC	LN	LL	LS	LN	EXC	*	*	EXC	EXC	EXC
Cebada	SL	SL	LL	SL	SL	SL	LL	*	*	LN	LS	EXC
Avena	SL	SL	SL	SL	SL	SL	SL	*	*	LN	LS	EXC
Alfalfa	SL	SL	SL	SL	LL	SL	SL	*	*	LN	EXC	EXC
Trébol rosado	SL	SL	SL	LL	LL	LL	LL	*	*	LS	EXC	EXC
Viña	LS	LN	SL	SL	SL	SL	LN	*	*	LN	EXC	EXC
Manzano	LS	LN	LL	LL	LL	LN	LN	*	*	LN	EXC	EXC
Frambuesas	LN	LL	LL	LN	LN	LL	LL	*	*	LN	EXC	EXC
Cerezos	LS	LN	LL	LL	LL	LL	LS	*	*	LS	EXC	EXC
Espárragos	LN	LL	LL	LL	LN	LN	LL	*	*	LS	EXC	EXC

SL : SIN LIMITACION
LL : LIMITACION LEVE
LM : LIMITACION MODERADA
LS : LIMITACION SEVERA
EXC : EXCLUIDO

En general, las limitaciones provienen de la incidencia de heladas tardías, de deficit térmico que garantice una maduración adecuada o de lluvias tempranas que ponen en riesgo a la cosecha.

CAPITULO III D
ESTUDIO DE SUELOS

1 ANTECEDENTES BASICOS

1.1 Introducción

El estudio de suelos que se presenta en el presente capítulo complementa el realizado por la firma Agrolog-Chile Ltda., para toda la cuenca del Itata.

El área del estudio desarrollado se ubica en los interfluvios al sur del río Itata y norte del río Bío-Bío, en la VIII Región del Bío-Bío, con una superficie total estudiada de 33.462,4 hectáreas, y comprende el estudio agrológico y los correspondientes a las clasificaciones técnicas de Clases de Capacidad de Uso, Clases de Drenaje, Aptitud Frutal, Situación Actual de Erosión y Unidades de Manejo de los suelos, los que se presentan en Cuadros y Planos escala 1:20.000, aún cuando el estudio de terreno se efectuó a escala 1:30.000.

1.2 Medio Ambiente Geográfico y Agrícola

1.2.1 Ubicación, Límites y Vías de Comunicación

De acuerdo a la división político-administrativa de Chile, el área estudiada se ubica en la VIII Región del Bío-Bío. Geográficamente el área de estudio se ubica heterogéneamente entre el río Itata por el norte, el río Bío-Bío por el sur, el estero Quillón y río Itata por el este y el Océano Pacífico por el poniente. La mayor superficie se ubica en las terrazas del río Itata y suelos aledaños bajo la cota 100 m.s.n.m. Otros sectores importantes son las terrazas de los ríos Coyanco y Andalién y los terrenos bajos que rodean a las ciudades de Concepción y Talcahuano.

Dentro de los límites del área de estudio existe una amplia red caminera que comunica Concepción y todo el complejo industrial con la Carretera Longitudinal Sur, siendo las principales las de Bulnes y Cabrero, ambas pavimentadas y bien conservadas; se trabaja en la construcción de la carretera pavimentada que unirá Dichato y Coelemu. El principal camino ripiado es el de Quillón-Ñipas-Coelemu, transitable todo el año y el de Coelemu a Vegas de Itata de regular a mal estado de conservación. Caminos de temporada unen Vegas de Itata con Dichato por la costa.

1.2.2 Superficie del Estudio

La superficie total estudiada alcanza a 33.462,4 hectáreas. De ellas, 7.828,6 hectáreas corresponden a áreas urbanas, de las cuales debiera cartografiarse detalladamente sus límites, por cuanto el avance urbano se ha realizado a expensas de los escasos suelos agrícolas que rodean las ciudades.

1.2.3 Clima

No se estima necesario dar aspectos generales de las características climáticas de la zona en estudio, por cuanto ella se encuentra amplia y detalladamente descrita tanto en el estudio efectuado por Agrolog Chile Ltda., como en el estudio agroclimático desarrollado para la presente etapa del Proyecto Itata, cubriendo toda la VIII Región del Bío-Bío.

1.2.4 Características Vegetacionales

El área de estudio se ubica dentro de la zona Mesomórfica y en la formación vegetal de "Bosque Transicional o Maulino" que se extiende entre las latitudes 34°35'y 37°2'. En este sector la Cordillera de la Costa presenta una formación boscosa que puede considerarse como un ecotono (zona donde emergen y se confunden dos o más comunidades vegetales), entre las formaciones arbustivas que se extienden más al norte y la selva valdiviana de la costa. Aunque el área de esta formación tiene una estación seca estival bien marcada, dispone de mayores lluvias que las situadas más al norte y al este. A lo anterior se agrega la frecuencia de neblinas oceánicas.

La duración de la estación seca disminuye a medida que aumenta la latitud. Correlativamente a lo anterior, aumentan en la misma dirección las especies componentes de las formaciones más hidrófilas del sur. Por el contrario, los elementos vegetacionales de la zona mesomórfica se encuentran con mayor abundancia en los lugares más áridos, faldeos con exposición norte y aquellos con suelos delgados y rocosos.

1.2.5 Geomorfología

Dentro del área de estudio se ubican las siguientes unidades geomorfológicas:

a) Terrazas aluviales recientes

Esta unidad geomorfológica se ubica preferentemente en los márgenes del río Itata y el Bío-Bío; se caracteriza por presentar topografía plana a suavemente ondulada, debido a la acción eólica posterior a su depositación por agua, y está constituida por arenas andesíticas y basálticas provenientes del "abanico aluvial del Laja". Las arenas son de diferente granulometría, algunas de ellas con mezclas de cenizas volcánicas, todo lo cual da origen a diferentes Series de Suelos.

Se ubican dentro de esta unidad geomorfológica las Series de Suelos: Arenales, Llahuecoy, Llahuen, Quillón y Confluencia.

b) Terrazas aluvio-coluviales

Corresponden a pequeñas terrazas que rodean los pequeños ríos y esteros que bajan de la parte alta de los cerros. Ocupan una posición de plano inclinado suave y se han formado por procesos de sedimentación y arrastre por agua de materiales graníticos y/o metamórficos que caracterizan a la formación de cerros. La mayor parte de estas terrazas están sometidas a inundaciones en los meses invernales y mineralógicamente se caracterizan por presentar un alto contenido en cuarzo, ortosa y mica. Este último mineral aumenta notoriamente su contenido cuando los cursos de agua atraviesan zonas de rocas metamórficas.

En esta formación se ubica la Serie de Suelos Ninhue.

c) Formación lacustrina

Esta unidad geomorfológica se ubica casi en su totalidad en las terrazas bajas, planas y deprimidas, ubicadas en los sectores litorales, especialmente en las cercanías de Concepción, Talcahuano y Tomé. Están total o parcialmente cubiertas de vegetación hidromórfica (junquillos) y con niveles superficiales de agua. En los sectores más cercanos a la costa aparecen florescencias salinas y vegetación de partes salobres (grana y sosa) y los suelos están gleyzados y constituidos por estratos orgánicos limosos.

Corresponde a la unidad cartográfica Misceláneo Pantano.

d) Cordillera de la Costa

Esta unidad ocupa una gran extensión dentro del sector estudiado. Se caracteriza, en general, por presentar una topografía escarpada, disectada y con diversos grados de erosión desde láminas a zanjas, especialmente en las vertientes norte. Petrográficamente están constituidas por rocas eruptivas ácidas (granito) y ocasionalmente por rocas metamórficas (gneiss y micaesquisto).

Dentro de esta unidad se ubica la serie Cauquenes.

e) Terrazas Marinas

Esta formación litoral ocupa una posición más baja que la unidad anterior, aunque se encuentra muy entrelazada y en contacto con ella. Presenta una topografía ondulada a suavemente ondulada, la cual ha sido disectada por cursos de agua provenientes de la parte alta. Por las características topográficas y físicas, los suelos desarrollados en esta formación presentan un bajo grado de erosión y buena aptitud para cultivos de cereales y pastos.

Se ubica en esta formación la serie Curanipe.

En el Capítulo III.D.3 se incluye la descripción de las series de suelos a que se ha hecho mención anteriormente, incluyendo características físicas y morfológicas del pedón, rango de variaciones, ubicación, posición, principales suelos asociados, drenaje, clasificaciones técnicas y unidades cartográficas.

1.3 Cartografía Básica, Métodos de Trabajo y Clasificación

1.3.1 Cartografía Básica

Para la presentación final del estudio se usó como plano base el levantamiento aerofotogramétrico a escala 1:20.000, obtenido por reducción del efectuado a escala 1:10.000 por la firma Degavardo en base a fotografías aéreas tomadas por la Fuerza Aérea de Chile en 1986, para el estudio del Proyecto Itata. Esta cartografía cubrió parcialmente el presente estudio, por lo cual debió complementarse con las ortofotos a escala 1:20.000 de CIREN-CORFO. A objeto de mantener uniformidad de tamaño de los planos se debió adaptar las ortofotos al levantamiento aerofotogramétrico.

Con el fin de conservar uniformidad y correlación con el estudio de suelos efectuado anteriormente se realizaron los siguientes mapas:

- Plano Básico de Suelos;
- Plano Interpretativo de Clase, Subclase y Unidades de Capacidad de Uso;
- Plano Interpretativo de Categorías y Subcategorías de Riego y Aptitud Frutal de Suelos;
- Plano Interpretativo de Clases de Drenaje y Situación de Erosión;
- Plano Interpretativo de Unidades de Manejo.

1.3.2 Método de Trabajo

El trabajo se inició con un estudio fotoanalítico e interpretativo de los diversos elementos que constituyen el "pattern", como son las formas de la tierra, la diversidad de problemas de drenaje, pedregosidad, detalles de erosión, intensidad de la cubierta vegetal que podría atribuirse a diferencias de suelos, etc.

No fue necesario preparar una leyenda descriptiva preliminar por cuanto se disponía de todas las Series de Suelos y sus descripciones, de su completo rango de variaciones, como también la caracterización de las unidades cartográficas. todas ellas contenidas en el estudio efectuado anteriormente en la cuenca del Itata. Además, se contaba con el Estudio de Suelos Complementario VIII Región, efectuado para el CIREN-CORFO, en el año 1988.

Con base en los antecedentes antes señalados, se inició el reconocimiento de suelos propiamente tal, demarcando en terreno sobre las fotografías aéreas las diferentes unidades cartográficas obtenidas mediante observaciones con barreno agrológico y/o calicatas. En cada observación agrológica se definía en terrero su Clase y Subclase de Capacidad de Uso, Categoría y Subcategoría de Riego, Clases de Drenaje y Aptitud Frutal de los suelos y especialmente se efectuó en terreno la correlación con los suelos descritos en los estudios anteriores.

1.3.3 Unidades de Clasificación

a) Unidades Taxonómicas

De acuerdo a lo establecido en el Manual de Reconocimiento de Suelos, se usó la serie de suelos como unidad básica de clasificación, como si se tratara de un estudio detallado. Este criterio se aplicó tanto para los suelos con horizontes evolucionados como para los suelos recientes sin horizontes evolucionados.

b) Unidades Cartográficas

Cada unidad cartográfica tiene un símbolo que la identifica en el mapa. Para una fase de una determinada serie, el símbolo cartográfico está representado por letras y números dispuestos en forma consecutiva, al igual que para las unidades no diferenciadas. La diferencia está en que la caracterización de la serie se hace mediante dos letras y las unidades no diferenciadas por una letra por cada componente, seguida de un número para diferenciar la existencia de las distintas fases en áreas distintas. Los tipos misceláneos de terreno se representan por una letra sin especificar otras condiciones, ya que prácticamente no existe suelo.

1.3.4 Clasificación de las Series de acuerdo al Sistema de Clasificación "Taxomanía de Suelos"

SERIE	ORDEN	SUBGRUPO	FAMILIA
Arenales	Entisol	Typic Xerosaments	Arenosa, mixta, térmica
Cauquenes	Afisol	Ultic Palexeralfs	Fina, caolinítica, isomésica
Confluencia	Entisol	Mollic Xeroflevents	Arenosa, mixta, térmica
Llahuecuy	Entisol	Typic Xerosaments	Arenosa, mixta, térmica
Llahuen	Inceptisol	Typic Xerochrepts	Franca gruesa, mixta,térmica
Ninhue	Inceptisol	Aquic Xerochrepts	Franca, fina, mixta, térmica
Quillón	Entisol	Typic Xerosaments	Arenosa, mixta, térmica
Quinchamalí	Mollisol	Typic Argixerolls	Fina, media, térmica
Tomeco	Inceptisol	Aquic Xerochrepts	Arcillosa, caolinítica térmica

2 CLASIFICACIONES INTERPRETATIVAS DE LOS SUELOS

2.1 Introducción

Como su nombre lo indica, las clasificaciones interpretativas de suelo son agrupaciones que se hacen a partir del estudio agrológico, generalmente tendientes a la utilización del suelo. Estas clasificaciones interpretativas permiten la preparación de una leyenda y mapa simple, con pocos grupos de suelos que pueden ser usados fácilmente por otros profesionales o por los agricultores directamente.

En el presente trabajo, los estudios interpretativos son: Capacidad de Uso, Categorías de Riego, Clases de Drenaje, Aptitud Frutal, Situación Actual de Erosión y Unidades de Manejo.

2.2 Capacidad de Uso de los Suelos

La Capacidad de Uso determinada corresponde a los potenciales de acuerdo a las normas internacionales. Las pautas sobre características de Clases, Subclases y Unidades de Uso se acompañan en el Capítulo III.D.4. En el Cuadro III.D.2-1 se presenta resumidamente las superficies de las Clases y Subclases de Capacidad de Uso de suelos del área estudiada.

2.3 Clases de Drenaje de los Suelos

En el Cuadro III.D.2-2 se presenta el resumen de las superficies de Clases de Drenaje, cuya definición se señala en el Capítulo III.D.4, debiendo destacarse que existe un alto porcentaje (10,86%) de las Clases de Drenaje muy pobre que corresponden a la unidad cartográfica Misceláneos Pantano (P).

CUADRO III.D.2-1 SUPERFICIES DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE CAPACIDAD DE USO DE SUELOS

CLASE DE CAPACIDAD DE USO Y SUBCLASE	SUPERFICIE (há)	%
I	-----	
IIs	228,0	0,89
IIw	1.190,4	4,64
IIe	266,4	1,04
II	1.684,8	6,57
IIIs	367,4	1,43
IIIw	3.045,2	11,88
IIIe	877,2	3,42
III	4.289,8	16,73
IVs	661,2	2,58
IVw	884,0	3,45
IVe	1.158,2	4,52
IV	2.703,4	10,55
VIs	46,0	0,18
VIw	290,0	1,13
VIe	1.308,8	5,11
VI	1.644,8	6,42
VIIw	2.525,0	9,85
VIIe	12.206,4	47,62
VII	14.731,4	57,47
VIII	579,6	2,26
Superficie total clasificada	25.633,8	100,00
No clasificada	7.828,6	
Superficie total estudio	33.462,4	

CUADRO III.D.2-2 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE CLASES DE DRENAJE

CLASE	SUPERFICIE (há)	%
6 Excesivo	1.818,4	7,09
5 Bueno	15.727,2	61,35
4 Moderado	1.851,6	7,22
3 Imperfecto	2.858,4	11,15
2 Pobre	597,2	2,33
1 Muy pobre	2.781,0	10,86
Sup. Total Clasificada	25.633,8	100,00
No clasificada	7.828,6	
Superficie total estudio	33.462,4	

2.4 Categorías de Suelos para Regadío

El objetivo de esta clasificación es poder separar las áreas de suelos aptos para el riego de los que no poseen capacidad productiva que hagan económico los gastos de un sistema de riego.

Se define como suelo apto para regadío aquel que, proporcionándole oportunamente las mejoras necesarias de nivelación, drenaje, construcciones y otros trabajos semejantes, tendrán una capacidad productiva suficiente para sostener una agricultura de riego económicamente favorable.

Las Categorías de Suelo para regadío son seis, de las cuales las cuatro primeras se consideran regables, la sexta no regable y una intermedia que podría regarse si las condiciones económicas así lo justifican, o bien, mediante estudios de mucho detalle puedan incluirse en las zonas de riego o excluirse definitivamente de ellas.

Esta clasificación fue diseñada por la Oficina de Habilitación de Suelos de U.S.A. en el año 1950 y distribuida en forma de manual, cuyo resumen se acompaña en el Capítulo III.D.4.

2.4.1 Subcategorías de Suelos para Regadío

Las limitaciones más frecuentes son de suelo (s), de drenaje (w) y topografía (t). Se procuró no utilizar dos subíndices simultáneos por los problemas interpretativos que ello trae consigo y se optó por colocar el de mayor relevancia. En el Cuadro III.D.2-3 se presenta resumidamente las superficies de las categorías y subcategorías de suelo para regadío.

CUADRO D.2-3 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS DE SUELOS PARA REGADIO

CATEGORIAS Y SUBCATEGORIAS	SUPERFICIE (há)		%	
1		127,6		0,50
2s	100,4		0,40	
2w	1.190,4		4,64	
2t	266,4		1,04	
2		1.557,2		6,07
3s	367,6		1,43	
3w	2.996,4		11,68	
3t	877,2		3,42	
3		4.241,2		16,55
4s	661,2		2,58	
4w	612,0		2,39	
4t	1.158,2		4,52	
4		2.431,4		9,48
6		17.276,4		67,40
Superficie Total Clasificada		25.633,8		100,00
No Clasificada		7.828,6		
Superficie Total Estudiada		33.462,70		

2.5 Aptitud Frutal de los Suelos

Las clases de Aptitud Frutal establecidas en el presente trabajo corresponden a las aprobadas por la Asociación de Especialistas en Agrología y basadas en las que tenía el Servicio Agrícola y Ganadero y de uso corriente en Chile, cuyas definiciones se indican en el Capítulo III.D.4. En el Cuadro III.D.2-4 se presenta un resumen de la superficie de las clases de Aptitud Frutal de los suelos estudiados.

2.6 Situación de Erosión

Las Clases de Erosión consideradas en el presente estudio se definen en el Capítulo III.D.4 y se encuentran ligadas a las respectivas fases de erosión del reconocimiento de suelos. En el Cuadro III.D.2-5 se presenta las superficies correspondientes a cada una de las clases de situación de erosión utilizadas.

CUADRO III.D.2-4 RESUMEN DE LAS SUPERFICIES DE LAS CLASES DE APTITUD FRUTAL DE LOS SUELOS

CLASE	SUPERFICIE (há)	%
A Sin Limitaciones	127,6	0,30
B Ligeras	2.069,8	8,07
C Moderadas	1.037,8	4,05
D Severas	3.577,4	13,96
E Sin Aptitud	18.821,2	73,42
Superficie Total Clasificada	25.633,8	100,00
No Clasificada	7.828,6	
Superficie Total Estudio	33.462,4	

CUADRO III.D.2-5 RESUMEN DE LA SITUACION DE LA EROSION

CLASE	SUPERFICIE (há)	%
0 Sin Erosión	12.398,4	48,37
1 Ligera	2.399,6	9,36
2 Moderada	10.126,2	39,50
2-3 Moderada a Severa	---	
3 Severa	709,6	2,77
Superficie Total Clasificada	25.633,8	100,00
No Clasificada	7.828,6	
Superficie Total Estudiada	33.462,4	

2.7 Unidades de Manejo

Los Grupos de Manejo utilizados en el presente trabajo son los mismos que fueron establecidas en el estudio efectuado por Agrolog-Chile Ltda. para el Proyecto Itata, a objeto de mantener uniformidad y correlación entre ambos estudios.

Estas Unidades de Manejo constituyen unidades interpretativas determinadas por la agrupación de diferentes suelos en Clases y Subclases de Capacidad de Uso con el objeto de establecer para cada una de ellas, las alternativas más favorables de uso y las medidas de conservación y de manejo tendientes a lograr una adecuada explotación racional de la tierra conservando, al mismo tiempo, el patrimonio suelo sin deterioro.

Para cada una de las unidades establecidas se recomiendan las diferentes posibilidades de uso y manejo en términos de rotaciones culturales, basándose en las características edafológicas y climáticas que presentan los suelos.

En la definición de las Unidades de Manejo que se acompaña en el Capítulo III.D.4, se parte de la premisa de que todos los suelos se encuentran regados y que la dotación de agua es suficiente para una adecuada explotación agrícola-ganadera, sin existir ninguna limitación por este concepto.

En el estudio se han separado 15 Unidades de Manejo, 10 de ellos agrícolas, 4 ganaderos y 1 sin utilización agrícola- ganadera o forestal, cuyas superficies se presentan en el Cuadro III.D.2-6. En todo caso, tal como se señala en los capítulos pertinentes, para los efectos de definir los Grupos de Manejo asociados a los sectores de riego del modelo de simulación hidrológico, estas Unidades se han reducido a ocho, para facilitar el manejo y análisis de la información.

CUADRO III.D.2-6 RESUMEN DE LOS SUPERFICIES DE LAS UNIDADES DE MANEJO

UNIDAD DE MANEJO	UNIDAD Y SUB-CLASE CAPACIDAD DE USO	SUPERFICIE (há)	%
A	I	---	
B	IIs Y IIsO	228,0	0,89
C	IIwO	1.190,0	4,64
D	IIe1	266,4	1,04
E	IIIsO	367,4	1,43
F	IIIw2-8	3.645,2	11,88
G	IIIe1	877,2	3,42
H	IVsO	661,2	2,58
I	IVw2-5-8	884,0	3,49
J	IVe1	1.158,2	4,52
K	VIs8	46,0	0,18
L	VIw5	290,0	1,13
M	VIe1	1.308,8	5,11
N	VIIsO	---	
O	VIIw8	2.525,0	9,85
P	VIIe1	12.206,2	47,62
Q	VIII	579,6	2,26
Superficie Total Clasificada No Clasificada		 25.633,8 7.828,6	100,00
Total Estudio		33.462,4	

3 DESCRIPCION DE LAS SERIES DE SUELOS

3.1 Serie Arenales. Símbolo Cartográfico: AR

3.1.1 Generalidades

La serie Arenales es un miembro de la familia Arenales, typic Xerosamment, mixed, mesic.

Es un suelo aluvial, reciente, profundo, de escaso desarrollo derivado de arenas de color negro de origen andesítico y basáltico, texturas gruesas en todo el perfil, aunque la superficie puede presentar texturas moderadamente gruesas en el 20% de los casos. Ocupa una topografía plana a casi plana dentro de la formación correspondiente al "abanico aluvial del Laja". El drenaje es dominantenente bueno a excesivo, siendo la permeabilidad rápida a muy rápida, el escurrimiento superficial es lento; alrededor de un 50% de los suelos de esta serie presenta un nivel freático temporal, desde fines de otoño hasta mediados de primavera, a profundidades variables entre 70 y 120 cm que desaparecen durante el verano; existen áreas de topografía muy plana (0 - 1%) y posición fisiográfica deprimida que representan entre 3 y 5% de la superficie ocupada por estos suelos y que presentan niveles freáticos permanentes. Durante el período de invierno-primavera, estos niveles se mantienen a menos de 50 cm de la superficie, en verano se deprimen hasta 70 o 75 cm; estos niveles freáticos permanentes afectan el crecimiento de las raíces; los niveles más fluctuantes muestran que las raíces siguen al agua en su descenso estacional.

La erosión eólica afecta a estos suelos en forma ligera a moderada; no se han observado dunas en movimiento en áreas que presentan este suelo. El suelo Arenales ocurre sobre distintos tipos de substratum, aunque no es corriente su observación por la gran profundidad a que ellos se presentan; los más corrientes son los de gravas y arenas, arenas estratificadas y ocasionalmente arcillas rojas. La aptitud agrícola de estos suelos es principalmente forestal bajo condiciones de secano, aunque una parte de ellos puede destinarse a praderas permanentes e incluso a cultivos si se dispone de agua y utilizando nuevos sistemas de regadío: goteo, aspersión, etc. Una práctica cultural importante en los suelos casi planos o en los ligeramente ondulados es la nivelación, el espesor de ellos la permite sin mayores problemas y los resultados son óptimos, todo dentro de márgenes económicos.

3.1.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 17	(A1)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h) y (5YR 3/4 s); areno francosa; grano simple; suelto (seco-húmedo); no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes; límite inferior abrupto lineal; 15 a 21 cm de espesor.
17 - 36	(A2)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2h); pardo grisáceo obscuro (5YR 3/1.5 s) con manchas pardo rojizo obscuro (5YR 3/4 s); arenoso; grano simple; suelto (seco-húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas y medias abundantes; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 16 a 24 cm de espesor.

36 - 56 (A1) Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h) pardo rojizo obscuro (5YR 3/4 s) con vetas finas y medias pardo grisáceo obscuro (5YR 3/1 s); arenosa; grano simple; suelto (s), muy friable (h), no plástico y no adhesivo (m); raíces finas abundantes y raíces medias comunes; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 18 a 25 cm de espesor.

56 - 80 (C1) Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h) a pardo grisáceo obscuro (5YR 3/1 h); arenosa; grano simple; muy friable (húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas abundantes y medias comunes; poros finos abundantes; se presentan aureolas o grandes manchas de 5 a 15 cm de diámetro de bordes difusos, color pardo rojizo obscuro (5YR 3/3 h); límite inferior abrupto lineal; 19 a 31 cm de espesor.

80 - 100 (C2) Pardo grisáceo obscuro (5YR 3/1.5 h); arenosa; grano simple; muy friable (húmedo) no plástico y no adhesivo (mojado); raíces medias comunes, las raíces finas disminuyen por debajo de los 90 cm; poros finos abundantes; no hay aureolas; límite inferior abrupto lineal; 14 a 33 cm de espesor.

100-150 (2C3) Pardo rojizo obscuro (5YR 2/2 h); arenosa con casquijos de 2 ó 3 mm de diámetro (15 a 20%); grano simple; suelto (seco-húmedo); no plástico y no adhesivo (mojado); poros medios abundantes y gruesos comunes; raices escasas.

3.1.3 Rango de Variaciones

El espesor del suelo varía entre 90 y 150 cm y más, y el drenaje puede estimarse entre bueno y excesivo; sin embargo, extensas áreas muestran un nivel freático fluctuante que sólo puede explicarse asociado a movimientos estacionales de agua, para aquellos sectores donde no existe riego, y que se encontrarían relacionados con recargas naturales de los acuíferos los que en determinadas zonas se comportarían como verdaderos diques íntimamente relacionados a los depósitos correspondientes a los bancos del Laja, que se sabe son de baja permeabilidad. Estos niveles freáticos empiezan a subir con las primeras lluvias torrenciales y se mantienen hasta bien entrada la primavera, reduciéndose en profundidad rápidamente a medida que avanza la primavera y se inicia el verano. Sólo en algunos sectores de poca importancia, los niveles se mantienen altos durante todo el año y en ellos, el suelo Arenales debe ser considerado como una variante, intergradando hacia otra serie.

El horizonte A es un epipedón móllico de color pardo rojizo obscuro en matices 5YR, aunque el rango puede alcanzar a matices del 10YR, los cromas en húmedo son siempre 2 y los valores fluctúan entre 2.5 y 2; la textura varía de arenosa a areno francosa, los tamaños de la arena varían de media (dominante) a fina. La estructura es de grano simple, los sectores con bosques de pinos por largo tiempo muestran una estructura de bloques subangulares medios débiles incluso con 20% de estructura granular media moderada producto de un elevado contenido de hifas de hongos que en algunos casos incluso alteran el color del horizonte superficial llevándolo a pardo muy obscuro (7.5YR 3/2 h). Cuando la vegetación nativa es de matorrales, el arraigamiento es siempre débil, fino, escaso a común.

El horizonte AC es un horizonte de transición que prácticamente no presenta otra evolución que una acumulación de raíces que son abundantes bajo bosques de pinos y casi inexistentes bajo el matorral nativo. El color del suelo se mantiene entre matices del 5YR y del 10YR, siendo los cromas de 1 a 2 y los valores siempre inferiores a 3 en húmedo. Siempre que las texturas son arenosas y las arenas de tamaño medio, las estructuras son de grano simple; ocasionalmente se presentan ligeramente compactadas en húmedo, pero ello no representa problemas para la penetración del agua o la distribución de raices.

Los horizontes C1 y C2 no muestran variaciones. El color se mantiene dentro de los matices 5YR y 10YR, los cromas entre 1 y 2 y los valores siempre inferiores a 3 en húmedo; la textura es siempre arenosa, siendo el tamaño de la arena medio. En profundidad puede aumentar este tamaño aunque rara vez se tiene arena gruesa a una profundidad inferior a 120 ó 130 cm; ocasionalmente se pueden presentar casquijos pero ellos no pasan nunca de un 10 ó 15% en volumen. No hay moteados.

El horizonte 2C3 es siempre de matiz 5YR y colores negro (2/1) a pardo rojizo muy obscuro (2/2), textura arenosa generalmente media aunque un 20% de los casos presentan arenas gruesas y un contenido de casquijos que varían entre 0 y 30%. Generalmente esta estrata se encuentra húmeda, pero no saturada. No hay moteados. El arraigamiento fluctúa entre 120 y 150 cm.

3.1.4 Ubicación

Ortofoto 3659 - 7214 Colicheo
Km 5.897,25 - Km 736,25

2.7 Km al oriente de la Panamericana en el cruce Cabrero - Concepción, por camino al fundo Colicheo, 10 m al Norte del camino y 3 m al interior del bosque de pino. Topografía plana: 1- 2% pendiente.

3.1.5 Posición

Suelo de topografía plana y pendiente dominante 1-2%; sectores importantes muestran una topografía casi plana con pendientes dominantes de 1-3%.

3.1.6 Principales Suelos Asociados

En la misma topografía se presenta asociado al suelo Coreo que es de materiales más gruesos, especialmente en profundidad; terrazas muy disectadas con la apariencia de dunas ocupan partes altas de la topografía y en ellas se presentan suelos de la serie Llahuecuy. Ocasionalmente la serie Arenales se presenta asociada a suelos de drenaje restringido que ocupan la parte más baja de la topografía; ellas son las series Santa Teresa (una especie de Arenales húmedo, con "orstein" y/o fierrillo) y Cabrero.

3.1.7 Drenaje

El drenaje del suelo varía entre bueno y excesivo. Existen sectores que son temporalmente húmedos dentro de la topografía plana en que normalmente ocurre el suelo. Areas con nivel freático superficial representan menos de un 5% de la superficie total.

3.1.8 Clasificaciones Técnicas

IVs4	5	4s	D

3.1.9 Unidades Cartográficas

AR1 Arenales arenoso, 1-2% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos profundos, bien drenados, que ocupan una topografía plana con pendiente dominante de 1 a 2%. Puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVs4	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	H
Categoría de riego:	4s	Erosión actual:	O

AR2 Arenales areno-francoso (fino), 1-2% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos profundos, bien drenados que ocupan una topografía plana con pendientes dominantes de 1 a 2%, la textura superficial es areno francosa (fina). Puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIs4	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	E
Categoría de riego:	3s	Erosión actual:	O

AR3 Arenales areno francoso (fino), 1-3% pendiente compleja

Esta unidad está constituida por suelos profundos, bien drenados que ocupan una topografía casi plana, con pendientes dominantes de 1 a 3% y de forma compleja. Puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVs4	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	H
Categoría de riego:	4s(t)	Erosión actual:	O

AR4 Arenales arenoso, 3-10% pendiente compleja

Esta unidad corresponde a suelos de borde o antiguas terrazas altas que muestran diversos grados de disección tomando la apariencia de dunas, pero donde la condición eólica no ha tenido ningún efecto de proceso formativo. Se trata de materiales aluviales, estratificados, incluso con gravas en los pedones. El drenaje es bueno y excesivo y la topografía siempre compleja con pendientes inferiores a 10%; en sectores de caídas, la pendiente puede llegar a 20-25% pero son inclusiones, no mapeables. Puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIIe1	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5-6	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

AR5 Arenales con depósito superficial delgado, 1-2% pendiente

Esta unidad corresponde a suelos profundos, bien drenados que presentan un depósito superficial de texturas más finas, generalmente franco arenosos finos con una contaminación de cenizas volcánicas variables, mejorando las condiciones de retención de humedad y arraigamiento. Puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIs4	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	E
Categoría de riego:	3s	Erosión actual:	O

AR7 Arenales areno francoso, moderadamente profundo, variante imperfectamente drenada, 0-2% pendiente

Esta unidad se encuentra constituida por suelos planos o plano cóncavos de pendientes dominantes inferiores a 2%, moderadamente profundos y moderadamente bien drenados que presentan niveles freáticos durante el invierno y principios de primavera entre 25 y 50 cm de la superficie y que en verano se deprime entre 60 y 80 cm de la superficie pero no desaparece ni en los años de mayores sequías. El suelo no acusa moteados pero son frecuentes grandes aureolas de 20 ó 25 cm de diámetro. El arraigamiento se presenta disminuido en relación a los suelos bien drenados y se observan concreciones escasas en la zona de saturación permanente de 3 mm de largo en su eje mayor. Puede ser clasificada:

Capacidad de uso:	IVw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	3	Unidad de manejo:	I
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

AR9 Arenales areno francoso, microrelieve concentrado, temporalmente húmedo, 0-3% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos moderadamente profundos y de drenaje imperfecto en un 60% de la superficie. El 40% restante corresponde a suelos moderadamente profundos, de drenaje moderadamente bueno por tratarse de pequeños montículos, unos 10 a 30 cm por encima de la superficie del terreno, constituyendo ligeras ondulaciones que tienen todas las características de un microrelieve. Durante el período de verano donde el suelo se cultiva corrientemente, las partes altas son secas y las partes bajas tienen una humedad "normal". Se clasifica en:

Capacidad de uso:	IVw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	3	Unidad de manejo:	I
Categoría de riego:	4	Erosión actual:	O

AR10 Arenales, arenoso, ligeramente ondulado de 2-5%, pendiente compleja, profundo y bien drenado

Esta unidad está constituida por suelos profundos, bien drenados que ocupan una topografía de pendiente compleja de 2-5% y de textura superficial areno francosa fina. Se clasifica en:

Capacidad de uso:	IVel	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	J
Categoría de riego:	4t	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-1 se presenta un resumen de las unidades cartográficas de la Serie.

CUADRO III.D.3-1 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
AR1	IVs4	5	4s	D	H	0	217,2
AR2	IIIs4	5	3s	D	E	0	175,2
AR3	IVs4	5	4s	D	H	0	286,4
AR4	VIIe1	5-6	6	E	P	0	177,6
AR5	IIIs4	5	3s	C	E	0	35,2
AR7	IVw2	3	6	E	I	0	320,8
AR10	IVe1	5	4t	D	J	0	169,8
			Superficie Total				1.382,2

3.2 Serie Cauquenes. Símbolo Cartográfico: CQ

3.2.1 Generalidades

La serie Cauquenes es un miembro de la familia fina, caolinítica, Isomésica Ultic Paleustafs (ALFISOLES).

Está constituida por suelos bien evolucionados derivados "in situ" de materiales graníticos o predominantemente roca granodiorítica y que ocurren en una posición topográfica de cerros y/o lomajes; las pendientes más favorables varían de moderadas a fuertemente onduladas (9-20% de pendiente) y no presentan aptitudes para regadío; pequeños sectores de pendientes ligeramente onduladas o suavemente onduladas (2-8% pendiente) han sido consideradas regables y se han separado a nivel de fases. Los suelos son de colores pardo obscuros en la superficie y hasta los 30 cm de profundidad en matices del 7.5YR generalmente de texturas francas a franco arcillosas y estructuras de bloques; en profundidad son pardo rojizos en matices del 5YR, texturas arcillosas y estructuras prismáticas que se parten en bloques angulares. El arraigamiento es moderadamente bueno hasta los 75- 100 cm y la porosidad es común y abundante; el suelo muestra traslocación de arcilla, cutanes comunes, delgados y discontinuos desde los 30 cm de profundidad; existe una gran cantidad de casquijos de cuarzo en el pedón. La permeabilidad es moderada y los suelos son bien drenados, el escurrimiento superficial es generalmente rápido.

3.2.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 14 (A1) Pardo obscuro (7.5YR 3/2 h)., pardo (7.5YR 4/2 s); franca a franco arcillosa; bloques subangulares medios moderados; muy duro (seco), friable (húmedo), ligeramente plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas comunes y algunas raíces medias; poros finos y medios abundantes; gravas finas de cuarzo, 10% en volumen; límite inferior claro lineal; 8 a 20 cm de espesor.

14 - 27 (A2) Pardo obscuro (7.5YR 3/2 h), pardo (7.5YR 4/2 s); franco arcillosa; bloques angulares medios moderados; muy duro (seco), friable (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes y medios comunes; gravas finas de cuarzo 20% en volumen; límite inferior gradual ondulado; 8 a 18 cm de espesor.

27 - 70 (B2) Pardo rojizo (5YR 4/3 h), pardo (7.5YR 4/2 s); arcillosa; prismática media moderada que se parte en bloques subangulares medios moderados; muy duro (seco), friable (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos comunes; gravas de cuarzo finas, 20 a 30% en volumen; cutanes comunes, delgados, discontinuos; límite inferior gradual ondulado; 26 a 55 cm de espesor.

70-150 (B3) Pardo rojizo (5YR 4/3 h); arcillosa; prismática media moderada que se parte en bloques subangulares medios moderados; muy duro (seco), friable (húmedo), muy plástico y muy adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; gravas finas de cuarzo abundantes, 50% en volumen; cutanes comunes, delgados, discontinuos; más de 80 cm de espesor.

3.2.3 Rango de Variaciones

El suelo tiene un espesor que fluctúa entre muy profundo y profundo, esto último asociado a las pendientes algo más pronunciadas; cuando el suelo está erosionado es frecuente encontrar espesores moderadamente profundos. El drenaje del suelo es bueno, ocasionalmente se observan condiciones de drenaje restringido y el suelo tiene coloraciones gris obscuro o muy obscuro en matices del 5YR, ocasionalmente en matices del 10YR asociados a texturas arcillosas en todo el pedón.

El horizonte A1 es un horizonte úmbrico, varía en color de pardo obscuro a pardo rojizo obscuro en matices del 7.5YR o del 5YR, los cromas son de 2 y los valores 2 ó 3. Las texturas varían de franca a franco arcillosa, un 15% son arcillosas desde la superficie y un 10% muestra un depósito superficial franco arenoso delgado de 8 a 12 cm de espesor.

El horizonte A3 presenta una variación de colores similares al horizonte superficial; las texturas varían de franco arcillosas a arcillosas, estas últimas asociadas a bloques angulares medios, moderados a fuertes. El arraigamiento está representado por raíces finas escasas a comunes. El contenido de gravas finas de cuarzo fluctúan entre 5 y 20%.

El horizonte B2 forma parte del horizonte argílico y es siempre de matices 5YR, los cromas de 2 a 4 y los valores de 3 ó 4; texturas arcillosas asociadas a estructuras prismáticas muy estables; raíces finas escasas a comunes asociadas a una porosidad fina, abundante o común.

El horizonte B3 presenta una mayor variabilidad de colores, los matices fluctúan entre 5YR y 7.5YR, los cromas entre 3 y 4 y los valores entre 4 y 5; las texturas pueden ser arcillosas pero en profundidad predominan las texturas franco arcillo arenosas; las estructuras prismáticas se pierden en profundidad y se transforman en masivas con una tendencia a formar bloques subangulares medios y gruesos, moderados a fuertes; el contenido de gravas de cuarzo fluctúa entre 30 y 60%, las raíces se hacen más y más escasas hasta desaparecer por debajo de los 160 cm.

3.2.4 Ubicación

Suelo descrito en el Fundo El Faro
72° 21' 30" Long. W y 36° 50' 30" Lat. S.

Ortofoto N° 3173 Pueblo Seco.
Km 735,8 - Km 5.919,0

3.2.5 Posición

Cerros de la Cordillera de la Costa.

3.2.6 Principales Suelos Asociados

Ocupando la posición de piedmont se presenta un conjunto de piedmonts no diferenciados; adosado a las lomas más bajas se presentan terrazas remanentes muy antiguas donde predominan los suelos de la serie Bidico. Localmente se presentan asociadas algunas vegas de drenaje restringido.

3.2.7 Drenaje

Suelos de buen drenaje.

3.2.8 Clasificaciones Técnicas

VIel	5	6	E	1

3.2.9 Unidades Cartográficas

CQ1 Cauquenes franco arcilloso, 5-10% pendiente

Esta unidad representa a la serie en el estudio de suelos Diguillín y se ha mantenido como representativa de ella, aunque para el caso del Itata no es la más representativa, debido a su escasa inclinación. Está constituida por suelos muy profundos, bien drenados y con una erosión laminar ligera. Ocupa una superficie de 1.237,2 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	1
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	M

CQ2 Cauquenes franco arcilloso, moderadamente bien drenado, 1-3% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, moderadamente bien drenados y se presentan en una topografía casi plana. Presenta niveles freáticos a una profundidad de 100 cm hasta principios de primavera. En el sector de Itata, incluye piedmont bajos (2-3% pendiente) que sólo ocasionalmente presentan nivel freático en octubre. Ocupa una superficie de 118,8 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIw5	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	4	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3w	Unidad de manejo:	F

CQ3 Cauquenes franco arcilloso, 2-5% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, bien drenados y que se presentan en una pendiente ligeramente ondulada. Ocupa una superficie de 183,2 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVel	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	5	Arosión actual:	O
Categoría de riego:	4t	Unidad de manejo:	J

CQ4 Cauquenes arcilloso, profundo, 10-20% pendiente

Esta unidad marca el límite de las pendientes consideradas en el estudio del Diguillín (10%), en el sector de Itata es sólo una unidad más. Está representada por suelos de textura superficial arcillosa, o franco arcillosa, la primera dominante en una proporción de 60%, profundos y ligeramente erosionados. Incluye los piedmonts de más de 10% de pendiente y que no pueden regarse por problemas de erosión. La erosión es más fuerte en el sector de Itata. Ocupa una superficie de 3.559,8 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	2
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	P

CQ5 Cauquenes, arcilloso, profundo, 20-30% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos profundos, bien drenados y cuya textura superficial varía de franco arcillosa a arcillosa. Dada la escala del mapa y la topografía en que ocurre podría definirse la unidad más apropiada como: Cauquenes lomajes. Incluye sectores con suelos moderadamente profundos e incluso delgados sobre roca muy intemperizada. Ocupa una superficie de 6.566,4 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	2
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	P

CQ6 Cauquenes arcilloso, profundo, 30-50% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos profundos, con un 8 a 10% de suelos moderadamente profundos y un 20% de suelos muy profundos de la misma serie, de buen drenaje y textura superficial arcillosa en el 70% de los casos, el resto son texturas franco arcillo arenosas. Por la escala del mapa y la topografía en que ocurre, podría definirse más adecuadamente como: Cauquenes cerros. Ocupa una superficie de 709,6 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	3
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	P

CQ7 Cauquenes franco arcillo arenoso, profundo, piedmont, 4-8% pendiente

Esta unidad corresponde a materiales graníticos que siendo redistribuidos por agua constituyen suelos muy similares a los definidos para la serie Cauquenes sólo que no presentan roca en una profundidad de 2 m. Son suelos profundos, bien drenados que ocurren en un plano inclinado de pendientes dominantes moderadamente inclinadas, incluyendo un 5 a 10% de suelos bien drenados de pendientes suavemente inclinadas y en general, sólo presentan humedad en el período invernal y de principios de primavera. Ocupan una superficie de 260,4 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVe1	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	1
Categoría de riego:	4t	Unidad de manejo:	J

En el Cuadro III.D.3-2 se muestra un resumen de las unidades cartográficas de la Serie, mientras en el Cuadro III.D.3-3 se presenta las propiedades físicas, químicas y físico-químicas de ésta.

CUADRO III.D.3-2 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
CQ1	VIe1	5	6	E	M	1	1.237,2
CQ2	IIIw5	4	3w	C	F	0	118,8
CQ3	IVe1	5	4t	C	J	0	183,2
CQ4	VIIe1	5	6	E	P	2	3.559,8
CQ5	VIIe1	5	6	E	P	2	6.566,4
CQ6	VIIe1	5	6	E	P	3	709,6
CQ7	IVe1	5	4t	D	J	1	260,4
					Superficie Total		12.635,4

3.3 Serie Llahuecuy. Símbolo Cartográfico: LY

3.3.1 Generalidades

La serie Llahuecuy es un miembro de la familia Quillón- mixta, térmica de los Typic Xeropsamments. (ENTISOLES).

Son suelos profundos a muy profundos, bien drenados que se presentan en una topografía casi plana en las terrazas aluviales más altas del río Itata y ocasionalmente del río Ñuble. Son suelos de color pardo rojizo obscuro en matices del 5YR y que alrededor del metro presenta un horizonte de color pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR; de texturas areno francosas en los primeros 80 a 90 cm y arenosa fina en profundidad; no estructuradas -grano simple- y con un arraigamiento escaso, fino hasta 120-150 cm en promedio, la superficie presenta un arraigamiento común. La permeabilidad es rápida y el escurrimiento superficial lento. En sectores el suelo es excesivamente drenado.

CUADRO III.D.3-3 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO- QUIMICAS DEL SUELO. SERIE: CAUQUENES

PROYECTO ITATA					
Nº PERFIL	6	RECOLECTOR MINIAGRI			
Nº LABORATORIO					
HORIZONTE					
PROFUNDIDAD cm		0 - 10	10 - 27	27 - 70	70 - 115
DISTRIBUCION TAMAÑO PARTICULAS %	> 2 mm				
	2-1 mm	5.30	2.90	2.30	3.50
	1-0,5 mm	7.60	5.50	5.30	3.90
	0,5-0,25 mm	5.60	4.40	3.30	2.70
	0,25-0,10 mm	5.50	3.90	3.20	3.10
	0,10-0,05 mm	4.60	3.30	3.00	2.90
	2-0,05 mm	29.00	21.40	18.00	16.20
	0,05-0,002 mm	32.00	42.40	35.90	24.40
	0,002 mm	39.00	37.20	46.10	59.40
TEXTURA		FA	FA	A	A
DENSIDAD APARENTE g/cm3		1.45	1.49	1.51	1.50
HUMEDAD % RETENIDA	1/3 bar %	25.00	27.00	27.00	28.00
	15 bar %	16.00	21.00	23.00	22.00
HUMEDAD APROVECHABLE %		9.00	6.00	7.00	6.00
CARBONO ORGANICO %		1.90	1.05	0.81	0.46
MATERIA ORGANICA %		3.30	1.80	1.40	0.90
OXIDOS LIBRES DE Fe %					
pH	H2O 1:1	5.80	5.70	5.60	5.80
	KCL 1:1	4.60	4.60	4.70	4.90
C.E. mmhos/cm a 25ºC					
CaCO3 %					
CATIONES DE CAMBIO	Ca	5.60	5.60	6.30	4.80
	Mg	2.20	1.90	1.40	3.00
	K	0.60	0.40	0.40	0.40
	Na	0.10	0.10	0.10	0.10
	SUMA	8.50	8.00	8.20	8.30
	H	11.70	11.50	11.90	10.30
	(meq/100g/meq/l)				
CIC		20.20	20.50	20.10	18.60
SATURACION BASICA %		42.10	39.00	40.80	44.60

3.3.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 18	(A1)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); areno francosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos y medios abundantes; límite inferior claro lineal; 12 a 25 cm de espesor del horizonte.
18 - 45	(A2)	Gris muy obscuro (5YR 3/1 h); areno francosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces escasas y algunas raíces medias; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 17 a 33 cm de espesor.
45 -87	(AC)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); areno francosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 31 a 46 cm de espesor.
87-100	(C1)	Pardo grisáceo muy obscuro (10YR 3/2 h); arenosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas y medias, escasas; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 12 a 20 cm de espesor.
100-120	(C2)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h) a pardo grisáceo muy obscuro (10YR 3/2 h); arenosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas aisladas; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 15 a 23 cm de espesor.
120-155	(C3)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); arenosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces no hay; poros finos y medios abundantes; límite inferior no es visible.

3.3.3 Rango de Variaciones

La profundidad del suelo varía entre 130 y más de 150 cm, el drenaje varía de bueno a excesivo, este último representa entre el 20 y 30% de los casos observados. No se observan estratas de arenas compactadas que originen localmente áreas de drenaje restringido.

El único horizonte de diagnóstico es un epidón ócrico.

Los horizontes A1 y A2 presentan el mismo tipo de variaciones, son de colores pardo rojizo obscuro en matices del 5YR, cromas de 2 ó 3 y valores de 3; en el horizonte A2, el 50% de los cromas llegan hasta 1, siendo el color gris obscuro. Las texturas areno francosas muestran arenas que varían en tamaño de muy finas a medias y son de naturaleza básica (andesíticas). Aunque el arraigamiento es el más abundante del pedón, raramente pasa de común en los primeros 20 ó 30 cm, siendo las raíces finas. Los suelos no muestran estructuras secundarias, son de grano simple; algunos suelos regados presentan bloques subangulares finos, débiles (5%).

El horizonte AC de transición tiende a comportarse como los horizontes A1 y A2.

El horizonte C1 es de color pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR, aunque un 20% de los suelos intergradan hacia matices del 5YR, con notaciones 3/2. Las texturas arenosas finas pueden llegar a areno francosas; no estructuradas, alta porosidad y escaso arraigamiento, aunque las raíces pueden ser finas o medias.

El horizonte C2 es de color pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR intergradando hacia colores pardo rojizo obscuro en matices del 5YR en notaciones 3/2. Texturas arenosas, finas o medias, no estructuradas y escaso arraigamiento.

El horizonte C3 presenta las mismas variaciones que el horizonte C1, el arraigamiento desaparece entre 130 y 150 cm en el 30% de los casos.

3.3.4 Ubicación

Ortofoto No. 3125 Ñipas
Km 525,9 - Km 5.944,8

3.3.5 Posición

Terrazas aluviales altas del río Itata.

3.3.6 Principales Suelos Asociados

Terrazas aluviales no diferenciadas del río Itata, serie Llahuen (terrazas intermedias) y serie Cauquenes (cerros).

3.3.7 Drenaje

Suelo bien drenado. Permeabilidad rápida y escurrimiento superficial lento.

3.3.8 Clasificaciones Técnicas

IIIel 5 2t B 0

3.3.9 Unidades Cartográficas

LY1 <u>Llahuecuy areno francoso fino, 1-3% pendiente</u>

Esta unidad representa a la serie, está constituida por suelos muy profundos, bien drenados que ocurren en una topografía casi plana (1-3% compleja). Ocupan una superficie de 787,6 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIel	Aptitud frutal:	B
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3t	Unidad de manejo:	G

LY2 Llahuecuy areno francoso fino, 2-5% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, bien drenados que ocurren en una topografía ligeramente ondulada. Incluye sectores de pendientes casi planas que representan alrededor de un 5% de la superficie de la unidad. Ocupa una superficie de 89,6 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIel	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3t	Unidad de manejo:	G

LY4 Llahuecuy areno francoso fino, 5-10% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos bien drenados que ocurren en una topografía suavemente ondulada con sectores moderadamente ondulados. Incluye un 5-7% de suelos profundos de textura franco arenosa fina, posiblemente contaminados con materiales de la serie Llahuen. Ocupan una superficie de 80,8 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVel	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	4t	Unidad de manejo:	J

LY6 Llahuecuy areno francoso fino, moderadamente profundo, 1-3% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos moderadamente profundos, bien drenados que ocurren en una topografía casi plana en pendientes dominantes de 1 a 3%. Incluye un 10% de suelos profundos o muy profundos de la misma serie en pendientes de 1 a 2%. Ocupa una superficie de 76,0 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVsO	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	4s	Unidad de manejo:	H

LY7 Llahuecuy areno francoso fino, moderadamente profundo, moderadamente bien drenado sobre arcillas, 1-3% pendiente

Esta unidad está constituida básicamente por suelos de la unidad LY6 que descansan sobre arcillas provenientes de diversos orígenes; algunos corresponden a arcillas de la serie Quinchamalí, otros a arcillas de la serie Cauquenes que en común tienen la particularidad de restringir el libre drenaje de las aguas en profundidad, de modo que los suelos incluidos en esta unidad pueden considerarse como moderadamente bien drenados. Ocupa una superficie de 4,4 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIw3	Aptitud frutal::	D
Clase de drenaje:	4	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3w	Unidad de manejo:	F

LY11 Llahuecuy areno francoso, drenaje moderado, casi plano de 1-3%, muy profundo

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos con pendientes complejas de 1 a 3% y con drenaje moderado. Ocupa una superficie de 216,4 há. Se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	4	Unidad de manejo:	F
Categoría de riego	3w	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-4 se muestra un resumen de las unidades cartográficas de la Serie, mientras en el Cuadro III.D.3-5 se presentan las propiedades física, química y físico-químicas de ésta.

CUADRO III.D.3-4 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
LY1	IIIe1	5	3t	B	G	0	787,6
LY2	IIIe1	5	3t	C	G	0	89,6
LY4	IVe1	5	4t	D	J	0	80,8
LY6	IVs0	5	4s	D	H	0	76,0
LY7	IIIw3	4	3w	D	F	0	4,4
LY11	IIIw2	4	3w	C	F	0	
			Superficie Total				1.254,8

3.4 Serie Llahuen. Símbolo Cartográfico: LH

3.4.1 Generalidades

La serie Llahuen es un miembro de la familia franca gruesa, mixta, térmica de los Typic Xerochrepts (INSEPTISOLES).

Son suelos muy profundos, bien drenados y que descansan sobre un substratum aluvial de gravas y piedras con matriz arenosa que se presenta por debajo de los 150 cm. Los suelos ocupan una posición casi plana dentro de una terraza aluvial que tiene una altura relativa de 10 a 20 m por encima de la planicie de inundación del río Ñuble; las pendientes dominantes varían de 1 a 2% existiendo en los sectores de borde de terrazas, pendientes complejas de mayor gradiente, las que rara vez sobrepasan el 5%.

Son suelos derivados de cenizas volcánicas con una mezcla elevada de materiales aluviales básicos (arenas obscuras); son de color pardo obscuro y texturas franco limosas, bien estructuradas y con buen arraigamiento hasta los 50 o 70 cm; en profundidad los colores son pardo grisáceos muy obscuros, de textura franco arenosa muy fina, no estructurados y un arraigamiento, que siendo escaso, alcanza hasta 160 cm; todos los colores son en matices del 10YR y ocasionalmente del 7, 5YR ó 5YR. La permeabilidad es moderadamente rápida y el escurrimiento superficial lento.

Son suelos aptos para todos los cultivos de la zona, incluyendo los frutales.

CUADRO III.D.3-5 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE:LLAHUECUY

PROYECTO ITATA							
Nº PERFIL		16					
Nº LABORATORIO		18482	18483	18484	18485	18486	18487
HORIZONTE							
PROFUNDIDAD cm		0 - 18	18 - 45	45 - 87	87 - 100	100 - 120	120 - 15
DISTRIBUCION TAMAÑO PARTICULAS %	> 2						
	2-1						
	1-0,5	5.60	5.40	4.10	1.10	1.20	3.90
	0,5-0,25						
	0,25-0,10	75.40	74.50	74.50	75.30	70.50	74.10
	0,10-0,05						
	2-0,05	81.10	79.90	78.60	76.40	71.70	78.00
	0,05-0,002	17.80	19.00	20.70	22.90	27.00	20.20
	0,002	1.10	1.10	0.70	1.80	1.30	1.80
TEXTURA		Faf	Faf	Faf	Faf	Faf	Faf
DENSIDAD APARENTE g/cm3		1.50	1.42	1.46	1.47	1.48	1.46
HUMEDAD RETENIDA %	1/3 bar %	6.59	7.29	7.73	7.66	5.99	7.91
	15 bar %	3.66	4.47	4.81	4.70	3.91	4.88
HUMEDAD APROVECHABLE %		2.93	2.82	2.92	2.96	2.08	3.03
CARBONO ORGANICO %		0.40	0.27	0.20	0.09	0.08	0.44
MATERIA ORGANICA %		0.69	0.46	0.34	0.15	0.14	0.76
OXIDOS LIBRES DE Fe %							
pH	H2O 1:1	6.81	6.80	6.50	6.70	6.70	6.51
	KCL 1:1						
C.E. mmhos/cm a 25ºC							
CaCO3 %							
CATIONES DE INTERCAMBIO	Ca	2.63	3.50	4.00	4.63	4.25	3.25
	Mg	0.53	0.62	0.70	0.95	1.11	0.58
	K	0.46	0.50	0.67	0.51	0.41	0.40
	Na	0.40	0.37	0.33	0.40	0.44	0.36
	SUMA	4.02	4.99	5.70	6.49	6.21	4.67
	H						
CIC		4.50	6.38	6.75	6.00	5.25	6.00
SATURACION BASICA %		89.30	78.20	84.40	108.20	118.30	77.80

(m.e./100 g)

3.4.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 20	(A1)	Pardo obscuro (10YR 3/3 h) a pardo grisáceo muy obscuro (10YR 4/2 h); franco limosa o franco arenosa muy fina; bloques subangulares finos y medios moderados; duro (seco), friable (húmedo), no plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes; límite inferior claro lineal; 16 a 30 cm de espesor del horizonte.
20 - 45	(A2)	Pardo obscuro (10YR 3/3 h); franco limosa a franco arenosa muy fina; bloques subangulares finos moderados duro (seco), friable (húmedo), no plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas comunes y algunas raíces gruesas; poros finos abundantes; límite inferior gradual lineal; 18 a 40 cm de espesor.
45 - 75	(AC)	Pardo obscuro (10YR 3/3 h); franco limosa o franco arenosa muy fina; bloques subangulares medios débiles; duro (seco), friable (húmedo), no plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes; límite inferior gradual lineal; 27 a 43 cm de espesor.
75 - 120	(C1)	Pardo grisáceo muy obscuro (10YR 3/2 h); franco arenosa muy fina o franco limosa; masiva; duro (seco), friable (húmedo); ligeramente plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; límite inferior gradual lineal; 36 a 58 cm de espesor.
120- 160	(C2)	Pardo grisáceo muy obscuro (10YR 3/2 h); franco arenosa muy fina o franco limosa; masiva; duro (seco), friable (húmedo), ligeramente plástico y ligeramente adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; más de 20 cm de espesor.

3.4.3 Rango de Variaciones

Todos los suelos de la serie son muy profundos, aunque en algunos pedones (10%) el arraigamiento desaparece por debajo de los 135 cm, pero ello no es cartografiable. El drenaje varía de bueno a moderadamente bueno, un pequeño sector algo más plano (0-2%) presenta un drenaje más limitado y se separó a nivel de una fase de drenaje restringido (moderadamente bueno a imperfectamente drenado).

El suelo por sus condiciones físicas y químicas puede considerarse como un trumao aluvial. El horizonte A1 corresponde a un epipedón ócrico, es de color pardo obscuro en el 50% de los casos, pardo grisáceo muy obscuro en el 25% y negro en el 25% restante, todos en matices del 10YR, los cromas varían de 1 a 3 y los valores de 2 a 3; las texturas son predominantemente franco limosas (60%) o franco arenosas muy finas (30%), ocasionalmente francas (10%), estas últimas asociadas a matices 7.5YR, notación 3/2. Las estructuras están bien desarrolladas cuando el suelo muestra una condición de humedad adecuada, en seco, las estructuras son masivas y duras. En profundidad se presenta un horizonte cámbico entre 20 y 160 cm.

El horizonte A2 muestra variaciones de colores similares al horizonte superficial todos en matices del 10YR, un 45% de los suelos son pardo obscuros, un 30% son negros o pardo muy obscuros y un 25% son pardo grisáceo muy obscuro; los cromas varían entre 1 y 3 y los valores entre 2 y 3; en los sectores bajos se presenta un moteado escaso o común, medio, prominente en matices del 5YR, cromas de 4 a 6 y valores 4 ó 5; las texturas son franco limosas (50%), franco arenosas muy finas (25%) y franco arenosas finas (25%); estructuras bien desarrolladas en condiciones de humedad adecuada, en seco masivas y duras. El arraigamiento varía de común a abundante, las raíces predominantemente finas, la porosidad es muy alta.

El horizonte AC presenta variaciones de color similares; en matices del 10YR se tienen cromas de 2 a 4 y valores de 3 para el 60% de los casos, un 10% presenta colores pardo muy obscuro (10YR 2/2) y el 30% restante está representado por matices del 7.5YR con notaciones 3/2. Las texturas varían de franco limosas a franco arenosas muy finas o finas; estas últimas son ligeramente predominantes (40%). Por estar los suelos secos, no se observó estructuras en el 70% de los casos; el resto está constituido por bloques subangulares medios o finos, débiles a moderados. El arraigamiento se reduce paulatinamente en profundidad.

El horizonte C1 presenta un rango de variaciones de color más amplio. Los matices pueden ser del 10YR y el 7.5YR, ocasionalmente (15%) del 5YR, los cromas varían entre 2 y 3 y los valores entre 3 y 4, en el 50% de los casos el color es pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR. La textura corresponde a franco arenosa muy fina (50%) y franco limosa (35%); las restantes son franco arenosas finas (15%). La porosidad es abundante y el arraigamiento varía de escaso a común; las raíces son finas.

El horizonte C2 presenta el mismo rango de variaciones texturales que el horizonte C1, los colores varían de pardo grisáceo muy obscuro (60%) en matices del 10YR a pardo (40%) en matices del 7.5 YR, los cromas son 2 y los valores 3 ó 4.

El arraigamiento es escaso y las raíces pueden desaparecer por debajo de los 135 cm; corrientemente las raíces pasan de 160 cm.

3.4.4 Ubicación

Ortofoto No. 3153 Confluencia
En 731,5 - Km 5.943.7

Suelo descrito en el segundo sector del Estudio del Itata.

3.4.5 Posición

Suelos en posición casi plana en terraza aluvial intermedia del río Ñuble, (10-20 m por encima de la planicie de inundación actual del río).

3.4.6 Principales Suelos Asociados

En la misma terraza se asocia ocasionalmente con el suelo Llahuecuy, y en la terraza algo más alta este suelo le sirve de límite noroccidental. En sectores reducidos limita con suelos de la serie Cauquenes. Hacia las terrazas bajas se asocia a suelos aluviales.

3.4.7 Drenaje

Suelo bien drenado y que abarca la clase moderadamente bien drenada. Sin niveles freáticos en verano.

3.4.8 Clasificaciones Técnicas

IIel 5 2t B O

3.4.9 Unidades Cartográficas

LH1 Llahuen franco limoso, 2-3% pendiente compleja

Esta unidad representa a la serie y se encuentra constituida por suelos muy profundos, bien drenados y que ocupan una topografía casi plana en las terrazas intermedias del río Ñuble. Incluye un 15% de suelos planos de iguales condiciones de la misma serie. Ocupa una superficie de 228,8 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIel	Aptitud frutal:	B
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	2t	Unmidad e manejo:	D

LH2 Llahuen franco limoso, moderadamente bien drenado, 1-2% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, cuya condición de drenaje es moderadamente buena, lo que no afecta el arraigamiento . Hay un moteado escaso en la parte inferior del pedón y no se observa nivel freático en verano, posiblemente tenga un nivel freático profundo, alrededor de los 140 - 160 cm a fines de primavera. Incluye un 2-3% de suelos bien drenados de la serie Llahuecuy. Ocupa una superficie de 165,4 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIw2	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	4	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	2w	Unidad de manejo:	C

LH3 Llahuen franco arenoso muy fino, moderadamente bien drenado a imperfectamente drenado, 0-2% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos que se presentan en pequeños sectores deprimidos dentro de la terraza o antiguos cursos de agua que fueron rellenados en condiciones de aguas tranquilas. Son suelos planos, a menudo de pendiente cóncava, que muestran restricciones de drenaje, la parte baja del subsuelo se presenta saturada aunque no hay agua libre. Ocupa una superficie de 119,2 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	4-3	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3w	Unidad de manejo:	F

LH5 Llahuen franco arenoso fino, moderadamente profundo, moderadamente bien drenado a bien drenado, 1-3% pendiente.

Esta unidad está constituida por suelos moderadamente profundos y moderadamente bien drenados a bien drenados que se presentan en una topografía casi plana con pendientes dominantes de 1 a 2% y que tiene la característica de descansar sobre pedones de la serie Cauquenes. Esta unidad incluye hasta un 15% de suelos profundos y bien drenados de la serie y donde el efecto de los materiales más densos de los suelos Cauquenes se muestra muy aminorado o no se observa. Ocupa una superficie de 72 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIs3(IIel)	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	4(5)	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	2s	Unidad de manejo:	B

LH6 Llahuen franco arenoso muy fino, moderadamente profundo, bien drenado, 1-2% pendiente simple

Esta unidad está constituida por suelos moderadamente profundos, de buen drenaje y cuya textura superficial varía entre franco arenoso muy fino (65%) y franco limoso (35%); ocurre en pendientes planas y cuya gradiente es de 1 a 2%. Los suelos de esta unidad descansan sobre pedones de la serie Llahuecuy constituyendo en conjunto un doble perfil muy profundo y bien drenado. Ocupa una superficie de 28,4 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIsO	Aptitud frutal:	B
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	2s	Unidad de manejo:	B

LH9 Llahuen franco limoso, 10-30% pendiente

Esta unidad comprende el sector de mayor pendiente y más disectada de las caídas que miran hacia los ríos Claro e Itata y sus afluentes, y que tienen suelos que derivan de arenas basálticas con una alta contaminación de cenizas volcánicas recientes, pero sin cumplir con los requisitos para ser suelos volcánicos. Incluye hasta 20% de suelos que presentan pendientes fuertemente onduladas y que pueden considerarse como suelos agrícolas. Se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIe1	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	M
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	1

LH10 Llahuen franco arenoso muy fino, drenaje imperfecto, plano de 1-2% de pendiente, profundo

Esta unidad está constituida por suelos profundos, planos, en posición ligeramente deprimida dentro del paisaje general, de drenaje imperfecto. En profundidad se encuentra saturado. Ocupa una superficie de 272,0 há. Se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	3	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3w	Unidad de manejo:	F

En el Cuadro III.D.3-6 se presenta un resumen de las unidades cartográficas de la Serie, mientras en el Cuadro III.D.3-7 se presentan sus propiedades físicas, químicas y físico-químicas.

CUADRO III.D.3-6 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
LH1	IIe1	5	2t	B	D	0	228,8
LH2	IIw2	4	2w	C	C	0	165,4
LH3	IIIw2	4-3	3w	D	F	0	119,2
LH5	IIs3	4-5	2s	C	B	0	72,0
LH6	IIs0	5	2s	B	B	0	28,4
LH9	VIe1	5	6	E	M	0	10,0
LH10	IIIw2	3	3w	D	F	D	272,0
			Superficie Total				895,8

3.5 Serie Ninhue. Símbolo Cartográfico: NU

3.5.1 Generalidades

La serie Ninhue es un miembro de la familia franca fina, mixta, térmica Aquic Xerochrepts. (INCEPTISOL).

Son suelos aluviales, profundos, imperfectamente drenados formados bajo condiciones de humedad excesiva a partir de materiales graníticos depositados en las planicies de inundación de ríos y esteros que nacen dentro de la Cordillera de la Costa. Los colores son pardo grisáceo obscuros en matices del 10YR asociados a texturas moderadamente finas hasta los 100 cm; en profundidad predominan colores grises en matices del 2.5 YR o del 5YR asociados a texturas finas; la superficie es de color pardo obscuro en matices del 10YR o del 7.5YR y las texturas son medias, bien estructuradas y con un arraigamiento común, asociada a una porosidad del mismo tipo y a una característica de mojadura difícil del suelo. Por condiciones locales, los suelos de esta serie asociados al estero Chonchol son de un alto contenido de micas blancas. La topografía es plana aunque los sectores próximos a las terrazas altas o a los cerros, son ligeramente inclinadas. La permeabilidad es lenta y el escurrimiento superficial moderado.

En algunos sectores este suelo presenta un depósito superficial reciente de "maicillo" generalmente asociado a cursos de agua, especialmente en el río Andalién y Coyanco.

CUADRO III.D.3-7 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE: LLAHUEN

PROYECTO ITATA							
Nº PERFIL		15	RECOLECTOR CONSORCIO AGROLOG-R&Q INGENIERIA				
Nº LABORATORIO		18495	18496	18497	18498	18499	18500
HORIZONTE							
PROFUNDIDAD cm		0 - 19	19 - 45	45 - 75	75 - 95	95 - 120	120 - 150
DISTRIBUCION TAMAÑO PARTICULAS %	> 2						
	2-1						
	1-0,5	0.50	0.40	0.20	0.10	1.50	0.30
	0,5-0,25						
	0,25-0,10	42.40	27.40	24.10	34.60	27.70	16.60
	0,10-0,05						
	2-0,05 mm	42.90	27.80	24.30	34.70	29.30	16.90
	0,05-0,002	47.30	56.20	61.00	44.90	40.50	69.40
	0,002	9.80	16.00	14.70	10.20	11.20	13.70
TEXTURA		F (L)	FL	FL	F	F	FL
DENSIDAD APARENTE g/cm3		1.45	1.47	1.43	1.42	1.40	1.44
HUMEDAD %	1/3 bar %	22.16	26.15	31.27	1.22	1.21	1.23
RETENIDA	15 bar %	12.88	17.06	18.40	28.05	32.89	33.43
HUMEDAD APROVECHABLE %		9.28	9.09	12.87	15.07	17.28	20.13
CARBONO ORGANICO %		0.51	0.45	0.50	12.98	15.61	13.30
MATERIA ORGANICA %		0.88	0.77	0.86	0.21	0.15	0.21
OXIDOS LIBRES DE Fe %							
pH	H2O 1:1	6.38	6.65	6.69	6.58	6.63	6.68
	KCL 1:1						
C.E. mmhos/cm a 25ºC							
CaCO3 %							
CATIONES DE INTERCAMBIO	Ca	9.75	13.88	14.63	13.82	14.75	15.05
	Mg	2.22	3.74	5.76	4.04	4.21	6.38
	K	0.89	0.74	0.75	0.71	0.65	0.12
	Na	0.45	0.34	0.53	0.48	0.49	0.65
	SUMA	13.31	18.70	21.67	15.11	20.09	22.20
	H						
CIC		14.63	17.25	19.13	18.38	19.50	22.50
SATURACION BASICA %		91.00	108.40	113.30	82.20	103.00	98.70

(100 g / meq)

3.5.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 17		Pardo obscuro (10YR 4/3 h), pardo (10YR 5/3 s); franca; bloques angulares gruesos fuertes; duro (seco), firme plástico y adhesivo (mojado); raíces medias y gruesas, escasas; poros finos abundantes; casquejos de cuarzo escasos; límite inferior gradual lineal; 16 a 27 cm de espesor.
95-120	(B2)	Pardo grisáceo obscuro (2.5Y 4/2 h) con manchas pardo obscuro (7.5YR 3/2 h); arcillo limosa; masiva; friable (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces medias escasas y no se ven raíces finas; poros finos abundantes; casquijos de cuarzo escasos; límite inferior gradual lineal; 22 - 30 cm de espesor.
120-160	(B3)	Gris obscuro (10YR 4/1 h) y gris (5Y 5/1 h); arcillo limosa; masiva; ligeramente firme (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas y medias, escasas; poros finos y medios abundantes; algunos casquijos de cuarzo; más de 20 cm de espesor.
+ 160		Substratum aluvial de gravas, piedras y material franco arcillo arenoso (20%). No hay raíces.

3.5.3 Rango de Variaciones

La profundidad efectiva del suelo fluctúa entre 110 y 150 cm y más. Durante el período de invierno estos suelos se encuentran sometidos a inundaciones frecuentes y los sitios próximos del río pueden estar bajo agua por períodos de 2 semanas en forma continuada; entre los lugareños a este suelo se le conoce con el nombre de "La Vega". En relación al suelo mismo, el drenaje varía de imperfecto a moderadamente bueno, esta última condición asociada a pendientes ligeramente inclinadas y a texturas superficiales más arenosas - franco arenosa fina - que predominan en los sitios más próximos a los cerros y por tanto más retirados del curso de los esteros. Durante el período invernal estos suelos tienen escaso o ningún aprovechamiento.

El horizonte Ap es un epipedón ócrico, el color es pardo obscuro en matices del 10YR fluctuando hasta pardo en matices del 7.5YR, los cromas son de 3 ó 4 y los valores de 4; las texturas varían de franca a franco arcillo limosa, los sectores más próximos a los cerros presentan texturas franco arenosas finas; la estructura de bloques angulares medios o gruesos, moderados o fuertes, en sectores se ve acompañada por una de tipo granular media moderada, de unos 5 cm de espesor en suelos que no han sido arados en mucho tiempo (20 o más años); el arraigamiento varía de común a abundante, las raíces son finas; la porosidad fina se ha estimado como común, ya que no es visible con lupa 10x y el suelo se moja con notoria dificultad.

Bajo el epipedón ócrico se presenta un horizonte cámbico, que se extiende hasta el substratum.

El horizonte A2 presenta variaciones de color en matices del 10YR, los cromas fluctúan entre 2 y 3 y los valores entre 3 y 4; los cromas más bajos se asocian a los sectores de drenaje más restringido; la textura varía de franco limosa a franco arcillo limosa; las estructuras son de bloques angulares fuertes, los tamaños van de finos a gruesos; pueden o no presentar casquijos de cuarzo, si ellos están presentes y varían de aislados a escasos. El arraigamiento varía de escaso a común; el suelo se moja con dificultad.

El horizonte Ab presenta variaciones de color similares a los horizontes superficiales; la textura varía de franco arcillo limosa a franco arcillo arenosa fina o muy fina. No hay estructuras secundarias. El suelo presenta moteados que varían, de comunes a abundantes, medios a gruesos, distintos a prominentes, abruptos; los casquijos de cuarzo varían de escasos a comunes; siempre son más abundantes que en el horizonte superior.

El horizonte B1 presenta por lo general más de un color, uno en matices del 10YR y otro en matices del 7.5YR, distribuidos en forma de grandes manchas irregulares, los cromas varían de 1 a 2 y los valores de 3 a 4. Las texturas varían de franco arcillo limosa a franco arcillo arenosa y no hay estructuras secundarias; el arraigamiento se reduce notoriamente, las raíces son siempre escasas.

El horizonte B2 presenta por lo general más de un color, uno en matices de 2.5Y y el otro en matices del 7.5YR, distribuidos en forma de manchas irregulares, los cromas varían de 1 a 2, los valores de 3 a 4; en los sectores de mejor drenaje predominan los matices 10YR con notación 3/2, ocasionalmente 4/2. Las texturas varían de arcillo limosa a arcillo arenosa muy fina y el contenido de casquijos es siempre bajo y disminuyen en profundidad; el arraigamiento es aún más reducido, predominando raíces de mayor tamaño sobre las raíces finas.

El horizonte B3 es un horizonte de color gris en matices del 10YR o del 5Y, corrientemente ambos, cromas de 1 y valores de 4 ó 5; texturas arcillo limosa a arcillo arenosa fina; mejor arraigamiento que en los horizontes B1 y B2, especialmente en los sectores de mejor drenaje; la porosidad es más abundante; gravilla granítica y cristales de cuarzo y mica abundantes.

3.5.4 Ubicación

Ortofoto No. 3181 Cerro Las Aguilas
Km 737,6 - Km 5.968,7

3.5.5 Posición

Suelos en posición de terrazas aluvio-coluviales de esteros y ríos que nacen en la Cordillera de la Costa.

3.5.6 Principales Suelos Asociados

En el presente estudio complementario esta serie se asocia principalmente con la serie Cauquenes y en las terrazas bajas aluviales con las series Llahuen Arenales y Llahuecuy.

3.5.7 Drenaje

El drenaje del suelo es imperfecto y fluctúa a moderadamente bueno. La permeabilidad del suelo es lenta y el escurrimiento superficial moderado.

3.5.8 Clasificaciones Técnicas

IIIw2	3	3w	E	O

3.5.9 Unidades Cartográficas

NU1 Ninhue franco, 0-1% pendiente

Esta unidad representa a la serie y está constituida por suelos muy profundos, imperfectamente drenados, que ocurren en una topografía plana. Se incluyen todos los suelos de textura franco arenosa muy fina de igual condición de drenaje y pendiente, dado su comportamiento. Ocupa una superficie de 1.332,8 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	D (viñas)
Clase de drenaje:	3	Unidad e manejo:	F
Categoría de riego:	3w	Erosión actual:	O

NU2 Ninhue franco arcillo limoso, 0-1% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, imperfectamente drenados y que ocurren en una topografía plana, la textura superficial es dominantemente franco arcillo limosa dada las cercanías del río o los esteros. Se inunda fácilmente durante el invierno y en los temporales de primavera. Ocupa una superficie de 224,8 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	3	Unidad de manejo:	F
Categoría de riego:	3w	Erosión actual:	O

NU7 Ninhue franco arenoso muy fino, drenaje moderado, plano y muy profundo

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, con topografía plana de 1 a 2% y con drenaje moderado. Presenta texturas dominantes franco arenoso muy finas que pueden llegar ocasionalmente a franco arcillo limoso. Ocupa una superficie de 1.025,0 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIw2	Aptitud frutal:	B
Clase de drenaje:	4	Unidad de manejo:	C
Categoría de riego:	2w	Erosión actual:	O

NU8 Ninhue bien drenado y muy profundo

Esta unidad está constituida por suelos muy profundos, de topografía plana de 1-2%, bien drenados y de texturas franco arenosas muy finas. Ocupa una superficie de 127,6 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIsO	Aptitud frutal:	A
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	B
Categoría de riego:	1	Erosión actual:	O

NU9 Ninhue franco arenoso muy fino, drenaje imperfecto a pobre y profundo

Esta unidad está constituida por suelos de topografía plana, ligeramente deprimida, de drenaje imperfecto a pobre, de texturas franco arcillo limosas que puede llegar a arcillo limosa. Untuosa al tacto por el alto contenido de mica. Ocupa una superficie de 470,4 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	3-2	Unidad de manejo:	F
Categoría de riego:	3w	Erosión actual:	O

NU10 Ninhue franco arenoso muy fino, plano y drenaje pobre

Esta unidad está constituida por suelos muy planos, profundos, de drenaje pobre, con nivel freático alto y sometidos a inundaciones invernales. Presenta alto contenido en mica y cristales de cuarzo y la textura superficial se presenta dominantemente como franco arcillo limosa. Ocupa una superficie de 328,0 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IVw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	2	Unidad de manejo:	I
Categoría de riego:	4w	Erosión actual:	O

NU11 Ninhue franco arcillo limoso, drenaje muy pobre

Esta unidad está constituida por suelos muy planos, profundos, de textura franco arcillo limosa, de drenaje muy pobre y con nivel freático superficial la mayor parte del año y en invierno sometido a inundaciones periódicas. Ocupa una superficie de 141,6 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	1	Unidad de manejo:	L
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-8 se muestra el resumen de las unidades cartográficas de la Serie, en tanto que en el Cuadro III.D.3-9 se presentan sus propiedades físicas, químicas y físico-químicas.

CUADRO III.D.3-8 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
NU1	IIIw2	3	3w	D	F	0	1.332,8
NU2	IIIw2	3	3w	E	F	0	224,8
NU7	IIw2	4	2w	B	C	0	1.025,0
NU8	IIs0	5	1	A	B	0	127,6
NU9	IIIw2	3-2	3w	E	F	0	470,4
NU10	VIw2	2	4w	E	I	0	328,0
NU11	VIw2	1	6	E	L	0	141,6
			Superficie Total				3.650,2

CUADRO III.D.3-9 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE:NINHUE

PROYECTO ITATA					
Nº PERFIL		20	RECOLECTOR CONSORCIO AGROLOG-R&Q INGENIERIA		
Nº LABORATORIO			18488	18489	18490	18491
HORIZONTE						
PROFUNDIDAD cm			0 - 17	17 - 36	36 - 53	53 - 65
DISTRIBUCION TAMAÑO %		> 2 mm				
		2-1 mm				
		1-0,5 mm	9.20	9.20	9.10	7.20
		0,5-0,25 mm				
		0,25-0,10 mm	12.60	11.90	9.00	7.60
		0,10-0,05 mm				
		2-0,05 mm	21.70	21.10	18.10	14.80
		0,05-0,002 mm	50.50	50.20	51.10	50.90
		0,002 mm	27.80	28.70	30.80	34.30
TEXTURA			FAL	FAL	FAL	FAL
DENSIDAD APARENTE g/cm3			1.43	1.40	1.41	1.38
HUMEDAD RETENIDA %	1/3 bar %		31.11	28.50	28.56	30.63
	15 bar %		20.14	18.72	18.00	18.21
HUMEDAD APROVECHABLE %			10.97	9.78	10.56	12.42
CARBONO ORGANICO %			1.53	0.81	0.57	0.60
MATERIA ORGANICA %			2.63	1.24	0.98	1.03
OXIDOS LIBRES DE Fe %						
pH	H2O 1:1		5.62	5.58	5.81	5.92
	KCL 1:1					
C.E. mmhos/cm a 25ºC						
CaCO3 %						
CATIONES DE INTERCAMBIO meq/100 g/m	Ca		13.50	13.25	14.63	14.50
	Mg		4.93	5.55	6.38	7.61
	K		0.33	0.25	0.21	0.19
	Na		0.53	0.52	0.52	0.43
	SUMA		19.29	19.57	21.94	22.73
	H					
CIC			18.38	19.00	19.88	19.88
SATURACION BASICA %			104.90	103.00	110.30	114.30

3.6 Serie Confluencia. Símbolo Cartográfico: CF

3.6.1 Generalidades

La serie Confluencia es un miembro de la familia arenosa, mixta, térmica de los Mollic Xerofluvents (ENTISOLES).

Son suelos aluviales, moderadamente profundos a profundos, bien drenados y que descansan sobre un substratum de arenas y gravas por debajo de los 170 cm. Los suelos son de texturas gruesas, no estructuradas (grano simple), de colores pardo rojizo obscuros en matices del 5YR y que en profundidad se transforman en grisáceos en matices del 10YR. La permeabilidad es rápida y el escurrimiento superficial lento. No hay niveles freáticos en ningún período del año. La topografía del suelo es plana y las pendientes son ligeramente inclinadas: los suelos de la serie Confuencia ocupan las terrazas bajas recientes del río Ñuble excluyendo las planicies de inundación.

3.6.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 25	(A1)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); areno francosa fina; masivo; duro (seco), muy friable (húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos y medios comunes; límite inferior abrupto lineal; 14 a 26 cm de espesor del horizonte.
25 - 45	(AC)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); arenosa fina; grano simple; ligeramente duro (seco), muy friable (húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos y medios comunes; límite inferior abrupto lineal; 12 a 21 cm de espesor.
45 - 54	(C1)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/3 h); areno francosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; límite inferior abrupto lineal; 10 a 18 cm de espesor.
54 - 70	(C2)	Gris muy obscuro (10YR 3/1 h); arenosa que en profundidad pasa de media a gruesa; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas abundantes; poros finos y medios abundantes; límite inferior abrupto lineal; 20 a 30 cm de espesor.
70 - 76	(C3)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h), pardo grisáceo (10YR 5/2 s); areno francosa fina; masiva; ligeramente duro (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas y medias (comunes); poros finos abundantes; límite inferior abrupto lineal; 5 a 12 cm de espesor.
76 -125	(C4)	Gris obscuro (10YR 4/1 h); arenosa fina; grano simple; suelto (seco), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces medias abundantes y algunas raíces gruesas; poros finos abundantes; límite inferior no es visible.
+ 125		Substratum de gravas, piedras y arenas. Sin raíces.

3.6.3 Rango de Variaciones

El suelo fluctúa entre 70 y 140 cm de espesor de arraigamiento ya que las raíces desaparecen al llegar al substratum que se encuentra constituido por gravas, piedras y arenas. El drenaje del suelo es bueno y no se observan niveles freáticos.

El horizonte A1 corresponde a un epipedón ócrico, el color fluctúa de pardo rojizo obscuro en matices del 5YR a pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR, una parte poco importante de los suelos presenta matices del 7.5YR, este amplio rango de matices se ve compensado por una notación 3/2 en todos los casos; la textura varía de areno francosa fina a franco arenosa fina; los suelos de texturas moderadamente gruesas presentan estructuras de bloques subanglares finos y medios débiles, los suelos de texturas gruesas son masivos; las raíces varían de comunes a escasas y son siempre finas.

El horizonte AC presenta variaciones similares de colores; el matiz 10YR es predominantemente en el sector de La Victoria - Los Nogales y El Naranjo en la ribera derecha del río Ñuble, aguas abajo de Chillán; la textura varía de areno francosa fina a franco arenosa fina y muy fina; estructura masiva o de grano simple dependiendo de la textura; las raíces varían de escasas a comunes y son siempre finas.

El horizonte C1 presenta variaciones de color en matices del 5YR o 7.5YR, valores de 3 y cromas de 2 ó 3, ocasionalmente, y en el sector El Naranjo - Los Nogales, se presentan matices del 10YR en notaciones 4/2; la textura varía de arenosa a areno francosa, estructuras de grano simple y arraigamiento de escasos a comunes, finos; ocasionalmente grava muy finas y aisladas.

El horizonte C2 presenta escasas variaciones, los matices del 10YR presentan cromas de 1 ó 2 y valores de 3; texturas arenosa a areno francosa asociado a estructuras de grano simple; raíces comunes a abundantes, porosidad alta.

El horizonte C3 presenta matices del 5YR a 10YR, cromas de 1 a 3 y valores de 2 ó 3; texturas areno francosa fina a franco arenosa fina; estructuras dominantemente masivas y porosas; raíces finas comunes a abundantes.

El horizonte C4 es predominantemente una estrata de delgadas láminas arenosas finas, de color pardo obscuro a pardo grisáceo muy obscuro en matices del 10YR y del 7.5YR respectivamente; el arraigamiento es bueno y se reduce paulatinamente por debajo de los 135 cm.

3.6.4 Ubicación

Ortofoto No. 3153 Confluencia
Km 727,6 - Km 5.942,4

3.6.5 Posición

Suelos de topografía plana a ligeramente inclinada en las terrazas aluviales bajas del río Ñuble.

3.6.6 Principales Suelos Asociados

Se asocia en terrazas aluviales a la serie Llahuen y hacia las terrazas antiguas con suelos de la serie Ninquihue. En la planicie de inundación se toca con suelos aluviales no diferenciados o con la caja del río Ñuble y con la serie Llahuecuy.

3.6.7 Clasificaciones Técnicas

IIIsO 5 3s C O

3.6.8 Unidades Cartográficas

CF1 Confluencia areno francosa fina, 1-2% pendiente

Esta unidad representa a la serie y está constituida por suelos profundos, bien drenados que ocurren en una topografía ligeramente inclinada. Se incluye un 5% de suelos de la serie Llahuen, especialmente en los sectores más alejados del río. Ocupa una superficie de 42,0 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIIsO	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	3s	Unidad de manejo:	E

3.7 Serie Quillón. Símbolo Cartográfico: QU

3.7.1 Generalidades

La serie Quillón es un miembro de la familia gruesa, mixta, térmica, Xeropsamments.

Los suelos son recientes, arenosos, moderadamente estratificados, profundos, excesivamente drenados y descansan sobre un substratum de gravas, piedras y arenas, o bien, sobre arenas gruesas; ocasionalmente se encuentra substratum de texturas moderadamente finas (suelo enterrado). Se presenta en planicies aluviales de topografía casi plana y que en sectores se transforma en moderadamente ondulada (dunas). Las estratas superficiales son de colores pardo rojizo en matices del 5YR, areno francosas, escasamente estructuradas, de porosidad abundante y arraigamiento común; en profundidad las estratas son grises obscuras en matices del 10YR, arenosas finas o medias, no estructuradas, de buena porosidad y escaso arraigamiento. La permeabilidad es rápida, el escurrimiento superficial es lento (muy lento).

3.7.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)

0 - 16 (A1) Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); areno francosa; bloques angulares finos, débiles; suelto (seco-húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes; cristales de mica comunes; límite inferior claro lineal; 12 a 23 cm de espesor.

16 - 35 (AC) Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h) a pardo grisáceo muy obscuro (10YR 3/2 h); areno francosa; grano simple; suelto (seco-húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado; raíces finas escasas y medias comunes; poros finos abundantes; cristales de mica comunes; límite inferior abrupto lineal; 18 a 35 cm de espesor.

35 - 58 (2C1) Gris muy obscuro (10YR 3/1 h); arenosa fina; grano simple; suelto (seco-húmedo); no plástico y no adhesivo (mojado); raíces finas comunes, toman dirección horizontal en el límite inferior el que es abrupto lineal; poros finos abundantes; 20 a 50 cm de espesor.

58-120 (2C2) Gris muy obscuro (10YR 3/1 h); arena media; grano simple; suelto (seco-húmedo), no plástico y no adhesivo (mojado); raíces medias escasas hasta 85 cm; mica abundante; gravas finas comunes, límite inferior abrupto lineal.

+ 120 (3C3) Substratum aluvial de arenas gruesas, estratificadas, color negro (10YR 2/1 h); no hay raíces.

3.7.3 Rango de Variaciones

La profundidad del suelo varía entre 90 y 150 cm; el drenaje es excesivo en el 95% de los casos observados, existiendo sectores con arenas compactadas que originan localmente pequeñas áreas de drenaje restringido no mapeables. La topografía del suelo es compleja.

El horizonte A1 es de color pardo rojizo obscuro en matices del 5YR, cromas de 2 ó 3 y valores de 3. La textura es areno francosa, cuyas arenas son medias o finas, un 50% de los suelos muestran estructuras débiles, de bloques subangulares finos o medios, el resto no tiene estructura secundaria, son de grano simple; el arraigamiento varía de común a abundante, las raíces son siempre finas.

El horizonte AC presenta colores similares al horizonte superior, sólo que una buena parte de los pedones muestran matices que se integran al 10YR; las texturas son gruesas en el 70% de los casos y moderadamente gruesas en el 30%, las texturas franco arenosas pueden mostrar estructuras débiles de bloques subangulares medios; el arraigamiento varía de escaso a común.

El horizonte 2C1 presenta escasas variaciones, los colores en matices del 10YR varía entre notaciones de 3/1 y 3/2, ocasionalmente 4/2; texturas areno francosa fina o arena que suele presentarse ligeramente endurecida en la base del horizonte dificultando la penetración de las raíces en profundidad. Cuando este fenómeno se agudiza se crea una condición tal que los pedones intergradan hacia la serie Santa Teresa (Colicheo) de la provincia de Bío-Bío, la que presenta problemas de nivel freático durante todo el año entre los 50-60 cm de profundidad.

El horizonte 2C2 no presenta variaciones de importancia; la textura es siempre arenosa de tamaño medio; colores gris obscuro a gris muy obscuro en matices del 10YR; raíces finas escasas y raíces medias escasas a comunes.

3.7.4 Ubicación

Suelo descrito 9,5 Km al poniente de la ruta 5 por camino de Bulnes a Concepción y 3.250 m al sur de este camino.

72° 24' 00" Long. W y 36° 46' 30" Lat. S.

3.7.5 Posición

Planicies aluviales recientes asociadas a los ríos Diguillín e Itata se incluyen en ellas sectores de actividad eólica (dunas).

3.7.6 Principales Suelos Asociados

Se presenta asociado a la serie Los Tilos en la misma planicie aluvial. Localmente se asocia a Santa Clara y Carimay en sectores de drenaje imperfecto a pobre y con la serie Tres Esquinas cuando el drenaje pasa de imperfecto a moderadamente bueno y finalmente con la serie Coltón cuando el drenaje se hace bueno. En estas asociaciones, la serie Quillón siempre mantiene su característica de suelo excesivamente drenado.

3.7.7 Drenaje

Suelo excesivamente drenado. Permeabilidad rápida, escurrimiento superficial lento.

3.7.8 Clasificaciones Técnicas

IVsO 6 4s D O

3.7.9 Unidades Cartográficas

QU2 Quillón arenoso, 1-3% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos arenosos profundos, excesivamente drenados que ocurren en una topografía compleja con pendientes dominantes de 1 a 3%. Incluye un 10 a 12% de suelos profundos a moderadamente profundos de textura superficial arenosa fina y pequeñas áreas con textura areno francosa muy fina, ligeramente estratificados en profundidad. Ocupa una superficie de 46,0 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IVsO	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	H

QU4 Quillón arenoso, variante delgada, disectada, 2-10% pendiente

Esta unidad está constituida por suelos que fueron disectados por corrientes de agua superficiales y que hoy presentan una superficie de pendientes muy variables entre 2 y 10%; son suelos delgados, excesivamente drenados y que no tienen ninguna utilización agrícola o ganadera en las condiciones actuales. Presentan inclusiones de suelos moderadamente profundos e incluso profundos en proporciones de 3 a 5% y que ocupan pendientes menos onduladas. Ocupa una superficie de 40,8 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	VIIel(VIIsO)	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	6	Unidad de manejo:	P

En el Cuadro III.D.3-10 se muestra un resumen de las unidades cartográficas de la Serie, mientras en el Cuadro III.D.3-11 se presenta las propiedades físicas, químicas y químico-físicas de ella.

CUADRO III.D.3-10 RESUMEN DE LAS UNIDADES CARTOGRAFICAS DE LA SERIE

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
QU2	VIs0	6	6	E	H	0	46,0
QU4	VIIe1	6	6	E	P	0	40,8
			Superficie Total				86,8

CUADRO III.D.3-11 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE: QUILLON

PROYECTO DIGUILLIN					
Nº PERFIL		RECOLECTOR MINIAGRI			
Nº LABORATORIO					
HORIZONTE					
PROFUNDIDAD cm		0 - 16	16 - 35	35 - 58	58 - 100
DISTRIBUCION POR TAMAÑOS %	> 2 mm				
	2-1	6.40	4.40	4.20	13.60
	1-0,5	8.80	7.40	6.30	40.60
	0,5-0,25	19.10	19.60	23.20	20.80
	0,25-0,10	31.00	40.90	35.40	14.30
	0,10-0,05	18.00	11.30	13.00	4.90
	2-0,05	83.20	83.70	82.10	94.20
	0,05-0,002	13.20	12.00	16.30	4.20
	0,002	3.60	4.30	1.60	1.60
TEXTURA		aF	aF	aF	a (g)
DENSIDAD APARENTE g/cm3		1.50	1.51	1.53	1.52
HUMEDAD RETENIDA %	1/3 bar %	11.00	10.00	9.00	5.00
	15 bar %	6.00	6.00	6.00	3.00
HUMEDAD APROVECHABLE %		5.00	4.00	3.00	2.00
CARBONO ORGANICO %		3.00	0.87	0.70	0.06
MATERIA ORGANICA %		3.10	1.50	1.20	0.10
OXIDOS LIBRES DE Fe %		0.70	0.70	0.80	0.50
pH	H2O 1:1	6.10	6.40	6.40	6.40
	KCL 1:1	5.20	5.40	5.50	5.10
C.E. mmhos/cm a 25ºC					
CaCO3 %					
CATIONES DE INTERCAMBIO 100 g/meq	Ca	1.60	1.50	1.60	1.60
	Mg	0.20	0.20	0.30	0.20
	K	0.10	0.10	0.30	0.20
	Na	0.00	0.20	0.00	0.10
	SUMA	1.90	1.80	2.20	2.10
	H	6.10	5.10	5.10	1.00
CIC		8.00	6.90	7.30	3.10
SATURACION BASICA %					

3.8 Serie Quinchamalí. Símbolo Cartográfico: QH

3.8.1 Generalidades

La serie Quinchamalí es un miembro de la familia fina, mixta, térmica de los Typic Argixerolls.

Es un suelo moderadamente profundo a profundo (90-110 cm de espesor), bien evolucionado, derivado de sedimentos aluviales mezclados con un aporte de cenizas variable los que descansan sobre un substratum de diversos orígenes: sedimentos aluviales antiguos, sedimentos fluvioglaciales, tobas o ignimbritas. Los materiales de suelos se encuentran dispuestos en una antigua planicie de pendiente suroriente a surponiente y muestra una disección creciente hacia el poniente; el paisaje se muestra como una topografía compleja de pendientes casi planas y donde las caídas a las quebradas son de pendientes moderadas. Sobre esta planicie se levantan lomajes aislados o formando cordones alargados de pendientes inferiores a 10%. Son suelos arcillosos, de color pardo rojizo obscuro en matices del 5YR y del 2.5YR cuando la topografía es compleja y pardo rojizo a gris obscuro en matices del 5YR cuando la topografía es simple y el drenaje es imperfecto. La permeabilidad del suelo es lenta y el escurrimiento superficial varía de moderadamente rápido a rápido dependiendo de la gradiente; aparentemente los suelos son susceptibles a la erosión en pendientes superiores a 5%, ya que la textura superficial es arcillosa en las caídas. La aptitud agrícola de los suelos es buena para rotaciones de chacras, cereales y pastos en condiciones casi planas y para cereales y pastos en pendientes hasta de 10% en riego.

3.8.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 16	(Ap)	Pardo rojizo obscuro (5YR 2,5/2h), pardo (10YR 5/3 s); franco arcillo limosa; bloques subangulares finos moderados; extraordinariamente duro (seco), friable (húmedo), ligeramente plástico y adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes; límite inferior abrupto lineal; 12 a 18 cm de espesor.
16 - 47	(Bt1)	Pardo rojizo obscuro (5YR 2/2 h) a rojo sucio obscuro (2.5YR 2/2 h); arcillo limosa; prismática fina moderada; extraordinariamente duro (seco), firme (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raices finas comunes; poros finos abundantes; límite inferior gradual lineal; 20 a 35 cm de espesor.
47 - 70	(Bt2)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); arcillosa; prismática media moderada que se parte en prismas finos moderados; extraordinariamente duro (seco), muy firme (húmedo), muy plástico y muy adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; cutanes de arcilla gruesos cubren caras de agregados tapando parcial a totalmente los granos de minerales diversos; límite inferior gradual lineal; 15 a 28 cm de espesor.

70 - 90 (Bt3) Pardo rojizo obscuro (5YR a 3/2 h); arcillosa; prismática, media, fuerte que se parte en prismas finos moderados; extraordinariamente duro (seco), muy firme (húmedo), plástico y muy adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes que se encuentran parcialmente ocluidos por cutanes de arcilla, gruesos, continuos que cubren cara de agregados y tapan gravas muy finas incluidas en la masa arcillosa; límite inferior claro lineal; 13 a 26 cm de espesor.

90 - 110 (C) Pardo rojizo obscuro (5YR 3/3 h); arcillosa con gravas finas comunes y algunas gravas medias (20% en volumen); masiva; extraordinariamente duro (seco), muy firme húmedo), plástico y muy adhesivo (mojado); raíces no se ven; poros finos comunes; límite inferior lineal; 0 a 35 cm de espesor.

Observaciones:

Bajo el horizonte C se presenta un depósito de tobas que en partes se encuentra fuertemente endurecido. La profundidad de ocurrencia es variable y depende del espesor del suelo; en general, el pedón se encuentra separado de las tobas por un depósito de gravas frescas, ocasionalmente, frescas y alteradas.

3.8.3 Rango de Variaciones

La serie Quinchamalí está constituida por suelos cuyos espesores varían entre 70 y 110 cm y se presenta al oeste de los trumaos de lomajes de la parte alta del Llano y de los suelos rojos arcillosos-pedregosos de la serie Bulnes, siempre por encima de los depósitos arenosos antiguos de los ríos Itata y Ñuble y de los esteros afluentes de estos ríos.

El drenaje del suelo es bueno aunque es una característica muy importante su lenta conductividad hidráulica; la variante es imperfectamente drenada, el suelo se mantiene saturado aunque no se originan niveles freáticos permanentes durante el período invernal. Esto se ve reflejado en los colores grises -aunque no exageradamente grises- y a la falta de moteados en todos los pedones.

El horizonte Ap corresponde a un epipedón móllico; los colores son pardo rojizo obscuros en matices del 5YR, los cromas son de 2 y los valores nunca pasan de 2; ocasionalmente se presentan matices del 2.5YR en las mismas notaciones. Las texturas dominantes son franco arcillo limosas o franco arcillosas y muestran una estructura de bloques subangulares finos o medios moderados; alrededor de un 20% de los suelos no presenta estructura, son masivos. Una característica propia del horizonte y que se hace extensiva a todo el pedón, es la extraordinaria dureza en seco que presentan los suelos. El arraigamiento no pasa de común por tratarse de suelos de secano; predominan las raíces finas, la porosidad es alta y del tipo fina aunque se reduce en las estructuras masivas.

Los horizontes B son argílicos y las principales variaciones están relacionadas con el color de los suelos los que fluctúan en matices del 2.5YR y del 5YR, los cromas son de 2 y los valores decrecen desde la parte superior de 2 a 3, ocasionalmente a 3.5. Las texturas son arcillo limosas en la parte superior del horizonte B y arcillosas en el resto del horizonte B. Las estructuras están bien desarrolladas y son prismáticas media a gruesas, fuertes que se parten generalmente en prismas finos o medios, moderados o fuertes; alrededor del 40% de los suelos presentan estructuras masivas, especialmente en profundidad. Los cutanes son fácilmente observables y es una de las características más notorias de los horizontes B; el espesor y continuidad de los cutanes aumenta en profundidad.

El contenido de gravas del horizonte C es muy variable, fluctúa desde un 2 ó 3% hasta un 25 ó 30% con una matriz arcillosa que en parte puede ser arcillo limosa; el matiz del suelo es 5YR, los cromas varían de 2 a 3 y los valores lo hacen de 3 a 4.

Una característica distintiva de este suelo es la presencia de puntos blancos -posiblemente feldespatos caolinitizados- que se presentan en el horizonte B y cuya cantidad aumenta en forma creciente en profundidad; igualmente en profundidad se incrementan gravas angulares muy finas que presentan alguna intemperización y que son fácilmente reconocibles en el barreno. Estas dos características a nivel del horizonte B permiten distinguir fácilmente este suelo del suelo Collinco.

3.8.4 Ubicación

Ortofoto No. 3155 Laguna Avendaño
Km 730,2 - Km 5.936,3

Suelo caracterizado 350 m al este de la última curva del camino de Quinchamalí a Confluencia.

3.8.5 Posición

Terraza antigua que se presenta como planicie remanente ligeramente disectada.

3.8.6 Principales Suelos Asociados

En la misma posición topográfica se asocia con la serie Ninquihue; por encima de la serie Quinchamalí aparecen la formación disectada de la serie Bulnes y los cerros graníticos de la serie Cauquenes. Por debajo de la serie Quinchamalí se presentan las terrazas de arenas donde predominan las series Llahuen, Llahuecuy y ocasionalmente Quillón.

3.8.7 Drenaje

El drenaje del suelo es bueno. La permeabilidad es lenta y el escurrimiento superficial varía entre moderadamente rápido y rápido dependiendo del gradiente.

3.8.8 Clasificaciones Técnicas

IIel 5 2t D

3.8.9 Unidades Cartográficas

QH1 <u>Quinchamalí franco arcillo limoso, 1-3% pendiente</u>

Esta unidad representa a la serie y comprende suelos moderadamente profundos de alrededor de 90 cm de arraigamiento que ocurren en una topografía casi plana, bien drenada que incluyen un 15 a 20% de suelos profundos de la misma serie en la misma pendiente e igual clase de drenaje. Ocupa una sperficie de 37,6 há y puede clasificarse:

Capacidad de uso:	IIel	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	5	Erosión actual:	O
Categoría de riego:	2t	Unidad de manejo:	D

En el Cuadro III.D.3-12 se presentan las propiedades físicas, químicas y físico-químicas de la Serie.

CUADRO III.D.3-12 PROPIEDADES FISICAS, QUIMICAS Y FISICO-QUIMICAS DEL SUELO. SERIE: QUINCHAMALI

PROYECTO ITATA, ETAPA II						
Nº PERFIL			RECOLECTOR AGROLOG CHILE LTDA.			
Nº LABORATORIO		238	239	240	241	242
HORIZONTE						
PROFUNDIDAD cm		0 - 16	16 - 47	47 - 70	70 - 90	90 - 120
DISTRIBUCION TAMAÑO PARTICULAS %	> 2 mm					
	2-1 mm	1.46	4.98	0.98	1.93	1.09
	1-0,5 mm	5.38	4.50	3.81	4.43	3.63
	0,5-0,25 mm	6.50	5.05	6.25	6.75	6.54
	0,25-0,10 mm	10.34	5.67	6.54	6.62	6.98
	0,10-0,05 mm	14.34	7.99	8.24	7.32	6.70
	2-0,05 mm	38.04	25.21	25.83	27.11	24.72
	0,05-0,002 mm	38.18	37.01	32.55	28.07	27.51
	0,002 mm	23.79	37.24	42.03	44.84	47.75
TEXTURA		F	FA	A	A	A
DENSIDAD APARENTE g/cm3		1.33	1.30	1.32	1.38	1.36
HUMEDAD RETENIDA %	1/3 bar %	22.00	23.90	23.90	17.00	31.00
	15 bar %	11.60	12.40	12.50	9.00	16.10
HUMEDAD APROVECHABLE %		10.40	11.50	11.40	8.00	14.90
CARBONO ORGANICO %		1.20	0.90	0.50	0.30	0.30
MATERIA ORGANICA %		2.00	1.60	0.80	0.50	0.50
OXIDOS LIBRES DE Fe %						
pH	H2O 1:1	6.50	6.70	6.90	7.10	7.40
	KCL 1:1					
C.E. mmhos/cm a 25ºC						
CaCO3 %						
CATIONES DE INTERCAMBIO	Ca	7.10	9.30	10.20	11.00	12.30
	Mg	4.80	6.10	6.60	7.20	8.60
	K	0.23	0.12	0.09	0.09	0.09
	Na	0.19	0.26	0.31	0.35	0.40
	SUMA	12.30	15.80	17.20	18.60	21.40
	H					
	100 g meq					
CIC		14.90	20.50	22.00	23.10	25.60
SATURACION BASICA %		83.00	77.00	78.00	81.00	84.00

3.9 Serie Tomeco. Símbolo Cartográfico: TO

3.9.1 Generalidades

La serie Tomeco es un miembro de la familia clayey (caolinitic) thermic Aquic Xeroprepts.

Son suelos aluviales, profundos, con una condición de drenaje variable entre imperfectamente y moderadamente bien drenado durante la estación de crecimiento de las plantas, pero con una condición de humedad excesiva actuando sobre los materiales graníticos depositados en las planicies de circulación de diversos ríos y esteros de la zona, entre ellos el río Tomeco. Los colores son pardo rojizo obscuros en superficie y gris muy obscuros en profundidad en matices del 5YR, fuertemente moteados hasta los 120 cm, profundidad a la que se presentan características glei en matices del 5Y o del 5GY; las texturas son arcillosas con un contenido variable de limo, el que aumenta en profundidad; los suelos presentan estructuras bien desarrolladas, predominando las prismáticas medias y gruesas fuertes, la parte baja del pedón siempre húmeda no presenta estructura, los materiales son masivos. El arraigamiento del suelo es aceptable sólo en los primeros 50 cm, las raíces en profundidad son escasas y desaparecen entre 110 y 120 cm aunque el nivel freático a fines de noviembre se presenta a los 145 cm.

La topografía del suelo es plana aunque los sectores próximos a los cerros o a las terrazas altas disectadas, están ligeramente inclinadas. La permeabilidad es lenta y el escurrimiento superficial moderado en pendientes inferiores a 2%.

Algunas áreas de este suelo presentan un depósito superficial reciente de materiales muy ricos en cuarzo (maicillo), generalmente asociados a cursos de agua.

3.9.2 Características Físicas y Morfológicas del Pedón

Profundidad (cm)		
0 - 18	(Ap)	Pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); arcillo arenosa; bloques subangulares finos, fuertes, notablemente duro (seco), muy firme (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas comunes; poros finos abundantes; moteado común fino ligero o distinto abrupto (5YR 5/6 h); límite inferior abrupto lineal; 16 a 20 cm de espesor.
18 - 47	(A2)	Pardo rojizo obscuro (5YR 2.5/2 - 3/2 h); arcillosa: prismática media fuerte que se parte en bloques angulares finos fuertes; duro (seco), muy firme (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas comunes y algunas raíces medias; poros finos abundantes; moteado abundante grueso prominente abrupto (10YR 5/4 h); límite inferior claro lineal; 20 a 32 cm de espesor.
47 - 85	(B1)	Gris muy obscuro (5YR 3/1.5 h) a pardo rojizo obscuro (5YR 3/2 h); arcillosa; prismática gruesa fuerte que se parte en prismática media moderada; duro (seco), muy firme (húmedo), plástico y adhesivo (mojado); raíces finas y medias, escasas; poros finos abundantes; moteados escasos finos ligeros abruptos; planos de deslizamiento de arcilla frecuentes y muy gruesos; límite inferior gradual lineal; 33 a 47 cm de espesor.

85 -115 (B2) Gris muy obscuro (5YR 3/1.5 h); arcillosa o arcillo limosa; plástico y muy adhesivo (mojado); raíces finas escasas; poros finos abundantes; moteado común medio distinto abrupto; planos de deslizamiento de arcillas frecuentes y muy gruesos; moteado común medio abrupto; límite inferior gradual lineal; 23 a 34 cm de espesor.

115-150 (C) Gris muy obscuro (5YR 3/1 h) a gris obscuro (5Y 3/1 h); arcillo limosa; masiva, muy plástico y muy adhesivo (mojado); raíces no se ven; poros finos comunes; no se observan moteados, tampoco planos de deslizamiento.

Observaciones:

Nivel freático a 145 cm de profundidad.

3.9.3 Rango de Variaciones

La profundidad efectiva del suelo varía entre 70 y 120 cm. Durante el período de invierno estos suelos se encuentran sometidos a inundaciones frecuentes y los sitios próximos a esteros y ríos pueden sufrir de inundaciones persistentes durante largos períodos de invierno (2 a 4 semanas en forma continuada); entre los lugareños estos suelos se conocen con el nombre de "vegas" y durante el verano se cultivan con chacras de temporada, la preparación del suelo se inicia a principios o mediados de noviembre y la siembra se efectúa a fines del mes, esta condición permite separar dos tipos de drenaje en los suelos, uno que es moderadamente drenado en el período de crecimiento de las plantas y otro, que es imperfectamente drenado en el período de crecimiento de las plantas, estos dos tipos permiten el cultivo del maíz, pero sólo el primero permite el cultivo de los porotos.

El horizonte Ap y A2 constituyen un epipedón móllico con colores pardo rojizo obscuro en matices del 5YR, cromas de 2 y valores inferiores a 3; texturas arcillosas bien estructuradas: de bloques subangulares o angulares finos fuertes aunque la consistencia en seco varía de dura a extraordinariamente dura; el arraigamiento es común, las raíces saludables y los poros abundantes; los materiales se presentan moteados y estos aumentan en profundidad pasando de comunes y finos a abundantes y medios, pasando el contraste de ligero a distinto y en algunos casos a prominente.

El horizonte B es un horizonte argílico con las acumulaciones de arcilla y los planos de deslizamiento que son los requerimientos propios de este tipo de horizontes. Además las estructuras prismáticas presentan recubrimientos gruesos de arcilla que cubren los granos de cuarzo y ocluyen parcialmente los poros en el A1 y casi totalmente en el B2. El color dominante del horizonte es gris obscuro en matices del 5YR, los cromas varían entre 1 y 2 y los valores son siempre inferiores a 3; los moteados se incrementan en profundidad hasta comunes o abundantes, medios o gruesos, distintos o prominentes, mientras mayor es el moteado y mayor la cantidad de arcilla, el arraigamiento se reduce considerablemente y el nivel freático aparece por encima del metro.

El horizonte C se caracteriza por colores gris libre de moteados y texturas que varían de arcillo limosas a franco arcillo limosas; se observa una considerable disminución de la porosidad y las raíces desaparecen totalmente.

La variante micácica representa una alteración de los materiales generadores del suelo, los materiales graníticos se presentan fuertemente contaminados con materiales provenientes del complejo cristalino rico en micas blancas, esta condición se ha separado por las diferencias en la caracterización química tanto de las arcillas como del suelo en general.

3.9.4 Ubicación

Ortofoto 3704 - 7230 Río Claro
Km 5.891,2 - Km 714,40

Camino de Yumbel a Rere, 2 Km al poniente contados desde la plaza de Yumbel se encuentra en cruce camino vecinal hacia el sur, 500 m entrada hacia la vega por casas del predio, 400 m hacia el poniente y junto a cerco norte del potrero que es laguna invernal, 50 m al oriente del estero. Suelo plano 0 - 1% pendiente.

3.9.5 Posición

Suelos de las planicies de inundación del río Tomeco, sus afluentes y otros ríos y esteros de las vecindades.

3.9.6 Principales Suelos Asociados

En la misma planicie se puede asociar con el suelo Ninhue ocupando este sectores de bordes y de menor acumulación de arcilla. En los sectores de contacto con las partes altas de la topografía se asocia con suelos de la serie Cauquenes y suelos de la serie San Esteban.

3.9.7 Drenaje

El drenaje del suelo varía de imperfecto a moderadamente bueno en el período de crecimiento de las plantas. Por tratarse de vegas, la mayor parte de ellas sufren de inundaciones frecuentes y duraderas durante el período invernal, manteniéndose los niveles freáticos altos hasta bien entrada la primavera. La permeabilidad del suelo es lenta y el escurrimiento superficial es moderado.

3.9.8 Clasificaciones Técnicas

IIIw2 4 6 E O

3.9.9 Unidades Cartográficas

TO1 <u>Tomeco arcillo arenoso, 0-1% pendiente</u>

Esta unidad incluye suelos de vega profundos, moderadamente bien drenados en el período de crecimiento de las plantas y ocurre en una topografía plana con pendientes dominantes de 0 a 1% simple. Incluye un 5 a 8% de suelos de la misma serie, arcillosos en la superficie e imperfectamente drenados. Ocupa una superficie de 48,8 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	4	Unidad de manejo:	F
Categoría de riego:	4	Erosión actual:	O

3.10 Unidades No Diferenciadas

3.10.1 Terrazas Aluviales No Diferenciadas

T7 Terrazas que presentan suelos moderadamente profundos, de texturas franco arenosas finas, de topografía plana con pendientes dominantes entre 1 a 2% y de drenaje moderado a bien drenado. Ocupa una superficie de 115,2 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIsO	Aptitud frutal:	C
Clase de drenaje:	5-4	Unidad de manejo:	E
Categoría de riego:	3s	Erosión actual:	O

T8 Terrazas ocupadas por suelos ligeramente profundos, de drenaje moderado, de topografía plana de 1 a 2% de pendiente y de texturas areno francosas a franco arenosas en los matices de 10YR y con abundantes cristales de mica. Ocupa una superficie de 81,6 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IVsO	Aptitud frutal:	D
Clase de drenaje:	4	Unidad de manejo:	H
Categoría de riego:	4s	Erosión actual:	O

T9 Terrazas constituidas por suelos de texturas franco arenosa muy fina y franco arenosa de naturaleza petrográfica basáltica, de drenaje imperfecto y de topografía plana de 0-1% pendiente. Ocupa una superficie de 237,0 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	3	Unidad de manejo:	F
Categoría de riego:	3w	Erosión actual:	O

T10 Terrazas constituidas por suelos de texturas franco arcillo arenosa y franco arenosa muy fina, de topografía plana con 1% de pendiente, profundo y de drenaje pobre. Las arenas son dominantemente basálticas. Ocupa una superficie de 235,2 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	IVw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	2	Unidad de manejo:	I
Categoría de riego:	4w	Erosión actual:	O

T11 Terrazas planas, con pendiente de 0 a 1%, de texturas franco arcillo arenosas y franco arenosas muy finas, profundo y con drenaje muy pobre. Las arenas son de tipo basálticos. Ocupan una superficie de 114,4 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	1	Unidad de manejo:	L
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-13 se presenta un resumen de las unidades no diferenciadas.

CUADRO III.D.3-13 RESUMEN DE LAS UNIDADES NO DIFERENCIADAS

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
T7	IIIs0	5-4	3s	C	E	0	115,2
T8	IVs01	4	4s	D	H	0	81,6
T9	IIIw2	3	3w	E	F	0	237,6
T10	IVw2	2	4w	E	I	0	235,2
T11	VIw2	1	6	E	L	0	114,4
			Superficie Total				784,0

3.10.2 Otras Unidades

DU Dunas

Corresponden a dunas que se han formado por arrastre de arenas de tipo basáltico-andesítica, formando montículos y dando lugar a una topografía muy ondulada. Estas dunas se ubican preferentemente en las terrazas de los ríos Itata y Bío-Bío y en la parte litoral. La mayor parte de ellas se encuentran parcialmente estabilizadas. Ocupan una superficie de 840,4 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	1

ET Cerros

En esta unidad cartográfica se incluyen los suelos derivados de rocas metamórficas, especialmente micacitas y caracterizados por ser texturas arcillo limosas, de color pardo rojizo obscuro a pardo rojizo, delgadas a profundas y con alto contenido en minerales de mica y cuarzo. Presentan erosión laminar de moderada a fuerte y cóncavas. Las pendientes dominantes son entre 25 y 50%. Su aptitud es preferentemente forestal y se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIIel	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	2-3

CPE Terrazas marinas

Se ha separado en este símbolo cartográfico los suelos en posición de terrazas marinas y que se caracterizan por presentar una topografía de plano inclinado fuerte de oriente a poniente. Son suelos profundos, bien drenados, de texturas franco arcillosas en la superficie y arcillosa en profundidad, que descansan sobre substratum arcilloso de origen marino (lutitas). Presenta menor erosión que la unidad anterior y la vegetación arbustiva y estratos herbáceos son más densos. Se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIIe	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	1

CPE1 Terrazas marinas

Se ha separado con el símbolo CPE1 los suelos desarrollados en posición de terraza marina, profundos, de textura franco arcillosa y arcillosa, de color pardo rojizo, bien estructurados y con buen desarrollo radicular en todo el perfil. Ocupa una posición de planos inclinados suaves, con pendientes de 2 a 8%. Ocupan una superficie de 464,0 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	IVe1	Aptitud frutal:	O
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	J
Categoría de riego:	4t	Erosión actual:	0

CPE2 Terrazas marinas

Se ha separado en el símbolo CPE2 los suelos desarrollados en posición de terraza marina y con pendientes de 9 a 15%. Son suelos profundos, arcillosos, bien estructurados y de color pardo rojizo a rojizos. Ocupan una superficie de 61,6 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIe1	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	5	Unidad de manejo:	11
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	1

En el Cuadro III.D.3-14 se muestra un resumen de estas unidades cartográficas.

CUADRO III.D.3-14 RESUMEN DE OTRAS UNIDADES CARTOGRAFICAS

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
DU	VIIe1	6	6	E	P	1	840,4
ET	VIIe1	5	6	E	P	2-3	---
CPE1	VIIe1	5	6	E	P	1	---
CPE2	IVe1	5	4t	D	J	0	464,0
CPE3	VIe1	5	6	E	M	1	61,6
			Superficie Total				1.366,0

3.11 Tipos Misceláneos de Terrenos

3.11.1 Utilizables

A Acantilados

Esta unidad representa condiciones de pendientes muy escarpadas, donde el suelo ha sido reducido a una mínima expresión o bien con afloramiento del substratum. En términos generales, los suelos de las caídas presentan pendientes simples y muestran una relación clara con los suelos de la parte alta que están próximos a ellos. Ocupan una superficie de 120,8 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIIe1-VIII	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Unidad de manejo:	2 (3)
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	Q (P)

P Pantano

Esta unidad corresponde a sectores de humedad excesiva que se mantiene todo el año y que en el período de verano puede tener una utilización de temporada. Los suelos son generalmente profundos, de texturas medias o moderadamente finas sobre subsuelo arcilloso y/o un substratum de muy lenta permeabilidad. En las unidades cerca de la costa presentan salinidad y el substratum está gleyzado con vegetación de pastos salinos. Ocupan una superficie de 2.517,4 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	1	Unidad de manejo:	O
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

Q Quebradas

Esta unidad representa condiciones de pendiente superiores a 20%, donde el suelo ha sido reducido a una mínima expresión. En la mayor parte de los casos observados el substratum se ubica a menos de 30 cm de la superficie. En general los suelos de las caídas muestran una estrecha relación con los suelos de la parte alta y próximo a ellos. Ocupan una superficie de 190,8 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIIe1-VIII	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	2-3

W Terrenos húmedos

Corresponde a pequeñas áreas sin posibilidades de drenaje por la posición topográfica deprimida que ocupan. En general presentan substratum impermeable. Ocupan una superficie de 7,6 há y se clasifican en:

Capacidad de uso:	VIIw2	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	1	Unidad de manejo:	P
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-15 se presenta un resumen de los terrenos visceláneos utilizables.

CUADRO III.D.3-15 RESUMEN DE LOS TERRENOS MISCELANEOS

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
A	VIIe1-VIII	6	6	E	P(Q)	2(3)	120,8
P	VIIw2	1	6	E	Q	0	2.517,4
Q	VIIe1-VIII	6	6	E	P	2-3	190,8
W	VIIw2	1	6	E	P	0	7,6
			Superficie Total				2.836,6

3.11.2 No Utilizables

C Caja de río

Esta unidad corresponde al concepto del misceláneo río, está representada por el curso mismo del río más todo el cauce que cubre normalmente en sus crecidas periódicas y que no tienen ningún uso, salvo que se emprendan obras mayores de habilitación, control y conservación de cauces. Ocupa una superficie de 560,0 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIII	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Unidad de manejo:	Q
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

O Aridos

Esta unidad corresponde a remanentes de extracción de ripio. Ocupan una superficie de 19,6 há y se clasifica en:

Capacidad de uso:	VIII	Aptitud frutal:	E
Clase de drenaje:	6	Unidad de manejo:	Q
Categoría de riego:	6	Erosión actual:	O

En el Cuadro III.D.3-16 se presenta un resumen de los terrenos no utilizables.

CUADRO III.D.3-16 RESUMEN DE LOS TERRENOS NO UTILIZABLES

S.C.	C.U.	C.D.	C.R.	A.F.	U.M.	E.A.	SUP.(há)
C	VIII	6	6	E	Q	O	560,0
O	VIII	6	6	E	Q	O	19,6
			Superficie Total				579,6

3.12 No Clasificados

U Urbano

Corresponde a terrenos ocupados por ciudades y su infraestructura. Ocupa una superficie de 7.674,6 há.

IND Industrial

Corresponden a terrenos ocupados por industrias. Ocupan una superficie de 84,4 há, cifra que es muy inferior a lo real debido a que muchos sitios industriales están incluidos dentro de la unidad anterior haciendo difícil su separación lo que en todo caso escapa a la finalidad del presente estudio.

L Lagunas

Corresponde a terrenos ocupados por lagunas y ocupan una superficie de 69,6 há.

4 SIMBOLOS Y LEYENDAS

4.1 Leyenda Descriptiva y Simbología

4.1.1 Profundidad (*)

Clase	Características de la clase	Profundidad efectiva (cm)
1	Muy profundo	más de 150
2	Profundo	100 - 150
3	Moderadamente profundo	50 - 100
4	Delgado	25 - 50
5	Muy delgado	menos de 25

(*) Para el caso de algunas series específicas, y siempre que se justifique técnicamente, se podrá separar una clase intermedia; por ejemplo:

3.1 Ligeramente profundo 50 - 75 cm.

4.1.2 Textura del suelo (de acuerdo al triángulo textural de USDA, USA)

Clases Texturales		Texturas	Simbolo
Suelos arenosos:	Texturas gruesas	arenas	(a)
		areno francosas	(aF)
Suelos francosos:	Texturas moderadamente gruesas	franco arenosa	(Fa)
		franco arenosa fina	(Faf)
	Texturas medias	franco arenosa muy fina	(Famf)
		franca	(F)
		franco limosa	(Fl)
		limosa	(l)
	Texturas moderadamente finas	franco arcillosa	(FA)
		franco arcillo arenosa	(FAa)
		franco arcillo limosa	(FAl)
Suelos Arcillosos:	Texturas finas	arcillo arenosa	(Aa)
		arcillo limosa	(Al)
		arcilla	(A)

4.1.3 Pedregosidad

Porciento en volumen			Nombre	Características
Gravas 0,2-7,5 cm ϕ	Guijarros 7,5-15 cm ϕ	Piedras 15-60 cm ϕ		
- 15	- 15	- 15 (*)	No pedregoso	Clase I,II,III, de capacidad de uso según %
15 - 35	15 - 35	15 - 35	Pedregoso	Clase III o IV de capacidad de acuerdo a %
35 - 60	35 - 60	35 - 60	Muy Pedregoso	Clase IV a VI de capac.uso
+ 60	+ 60	+ 60	Extremadamente pedregoso	Clase VII a VIII de C. Uso

(*) No emplea designación, salvo que se trate de una unidad de un taxón pedregoso. El nombre de la clase de fragmentos se emplea como modificativo de la clase textural. Las gravas pueden ser : finas (0,2-0,5 cm de diámetro), medias (0,5-2,0 cm de diámetro) o gruesas (2,0-7,5 cm de diámetro).

4.1.4 Pendiente

Para los suelos chilenos, se ha adoptado la siguiente escala dentro de los límites establecidos por el Soil Survey Manual (1984).

Pendiente Simple

Designación	%	Símbolo
Plana	0 - 1	A
Ligeramente inclinada	1 - 2	B1
Suavemente inclinada	2 - 3	B2
Moderadamente inclinada	4 - 8	C1
Fuertemente inclinada	9 - 15	C2
Moderadamente escarpada	15 - 25	D
Escarpada	25 - 45	E
Muy Escarpada	45 - 65	F

Pendiente Compleja

Designación	%	Símbolo
Casi Plana	1 - 3	Ak
Ligeramente ondulada	2 - 5	B1k
Suavemente ondulada	5 - 8	B2k
Moderadamente ondulada	9 - 15	C1k
Fuertemente ondulada	15 - 20	C2k
De Lomajes	20 - 30	Dk
De Cerros	30 - 50	Ek
De Montañas	+ 50	Fk

4.1.5 Clases de Erosión

0. ninguna (*)
1. ligera
2. moderada
3. severa

(*) No se emplea designación; sólo en caso de áreas erosionadas sirve para mostrar situaciones de sectores sin erosión.

4.1.6 Clases de Drenaje

1. Muy pobre
2. Pobre
3. Imperfecto
4. Moderadamente bueno
5. Bueno
6. Excesivo

4.1.7 Clases de Profundidad del Estado Mojado (para suelos con nivel freático y de secano)

1. No está mojado en una profundidad de 150 cm
2. Mojado por encima de los 150 cm pero no por encima de los 100 cm
3. Mojado por encima de los 100 cm pero no por encima de los 50 cm
4. Mojado por encima de los 50 cm pero no por encima de los 25 cm
5. Mojado por encima de los 25 cm

4.1.8 Clases de Duración del Estado Mojado

a. Mojado 1/12 del tiempo (año)
b. Mojado de 1/12 a 1/4 del tiempo
c. Mojado de 1/4 a 1/2 del tiempo
d. Mojado más de 1/2 del tiempo

4.1.9 Inundaciones

1. Inundaciones frecuentes de tipo periódico
2. Inundaciones muy fuertes (casi permanentes)

4.1.10 Salinidad

Se separan las siguientes clases de salinidad de acuerdo a la conductividad eléctrica de la pasta saturada:

1. No salino a muy ligeramente salino	0,0-0,4 siemens/metro
2. Ligeramente salino	0,4-0,8
3. Moderadamente salino	0,8-1,6
4. Fuertemente salino	más 1,6

4.1.11 Sodicidad

1. Sódico SAR mayor de 10-12

4.1.12 Unidades Cartográficas

Cada unidad cartográfica (fases de serie, fases de asociaciones de serie, unidades no diferenciadas, misceláneos, etc.), tienen un símbolo que la identifica y la representa en el mapa de suelos. Este símbolo está representado por un conjunto de letras y números. Un sistema binominal de letras sirve para designar la serie de suelo; una asociación estará representada por los símbolos de las series integrantes de ella separadas por el signo más y entre paréntesis sus porcentajes de ocurrencia; la serie dominante debe encabezar siempre la asociación.

Para la caracterización de las fases de una serie, a continuación del binomio de letras de la serie se pone un número para representar las distintas unidades, llevando el número 1 la unidad cartográfica representativa de la serie y el resto, números secuenciales. En la leyenda del mapa de suelos y en el texto del informe, a continuación del símbolo que caracteriza el suelo se coloca el nombre del suelo, o sea, de la unidad cartográfica correspondiente donde deben considerarse los factores definitorios más característicos, como por ejemplo:

DG1 Diguillín franco limoso, profundo, 1-2% pendiente
DG2 Diguillín franco limoso, moderadamente profundo, bien drenado, 1-2% pendiente
DG3 Diguillín franco limoso, moderadamente profundo, moderadamente bien drenado, 0-1% pendiente.

Para el caso de la serie Diguillín definida como bien drenada, no puede existir una fase imperfectamente drenada porque ella excedería los rangos establecidos para la variación de la serie. Una condición de este tipo puede ser encontrada a nivel de otra serie.

4.2 Capacidad de Uso de los Suelos

4.2.1 Generalidades

La agrupación de los suelos en Clases (Clase, Subclase y Unidades) de Capacidad de Uso es una ordenación de los suelos existentes, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos; además, indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlo. Está basado en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos.

Las clases convencionales para definir las Clases de Capacidad de Uso, son ocho, que se designan con números romanos del I al VIII, ordenadas según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso.

4.2.2 Clases de Capacidades de Uso

a) Tierras adaptadas para cultivo

Clase I

Los suelos Clase I tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena o responden en muy buena forma a las aplicaciones de fertilizantes. Los rendimientos que se obtienen, utilizándose prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Los suelos se adaptan para cultivos intensivos. En su uso se necesitan prácticas de manejo simples para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

Clase II

Los suelos de Clase II presentan algunas limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes. Son suelos profundos a moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje, presentan texturas favorables, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la Clase anterior.

Las limitaciones más corrientes son:

- Pendientes suaves.
- Moderada susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efecto adverso moderado de erosión pasada.
- Profundidad menor que la ideal.
- Estructura y facilidad de laboreo desfavorable.
- Ligera a moderada salinidad o sodicidad fácilmente corregible pero con posibilidad de recurrencia.
- Humedad corregible por drenaje, pero existiendo siempre como una limitación moderada.
- Limitaciones climáticas ligeras.

Estas limitaciones pueden presentarse solas o combinadas.

Clase III

Los suelos de la Clase III presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenas para ciertos cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes condiciones:

- Relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o vientos o severos efectos adversos de erosiones pasadas.
- Suelo delgado sobre un lecho rocoso, hardpan, fragipan, etc., que limita la zona o arraigamiento y almacenamiento de agua.
- Permeabilidad muy lenta en el subsuelo.
- Baja capacidad de retención de agua.
- Baja fertilidad no fácil de corregir.
- Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenar.
- Limitaciones climáticas moderadas.
- Inundación frecuente acompañada de algún daño a los cultivos.

Los suelos de esta Clase requieren prácticas moderadas de conservación y manejo.

Clase IV

Los suelos de la Clase IV presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos. Estos suelos al ser cultivados, requieren muy cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, más difíciles de aplicar y mantener que las de la Clase III. Los suelos en Clase IV pueden usarse para cultivos, praderas, frutales, praderas de secano, etc. Los suelos de esta clase pueden estar adaptados sólo para dos o tres de los cultivos comunes y la cosecha producida puede ser baja en relación a los gastos sobre un período largo de tiempo.

Las limitaciones más usuales para los cultivos de esta Clase se refieren a:

- Suelos delgados.
- Pendientes pronunciadas.
- Relieve moderadamente ondulado y disectado.
- Baja capacidad de retención de agua.
- Humedad excesiva con riesgos continuos de anegamiento después del drenaje.
- Severa susceptibilidad a la erosión por agua o viento o severa erosión efectiva.

b) Tierras de uso limitado: generalmente adaptadas para cultivos.(*)[1]

Clase V

Los suelos de clase V tienen escaso o ningún riesgo de erosión pero presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma práctica y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano (range) o forestales.

Los suelos de esta Clase son casi planos, demasiado húmedos o pedregosos y/o rocosos para ser cultivados. Están condicionados a inundaciones frecuentes y prolongadas o salinidad excesiva.

Los suelos son planos o plano inclinados (piedmont) y por efectos climáticos no tienen posibilidad de cultivarse, pero poseen buena aptitud para la producción de praderas todo el año o parte de él; como ejemplo puede citarse: turbas, pantanos, mallines, ñadis, etc.; es decir, son suelos demasiado húmedos o inundados pero susceptibles de ser drenados, no para cultivos sino para producción de pasto. Otros suelos en posición de piedmont en valles andinos y/o costinos por razones de clima (pluviometría o estación de crecimiento demasiado corta, etc.), no pueden ser cultivados pero pueden emplearse en la producción de praderas o forestales.

Clase VI

Los suelos Clase VI corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado para pastos y forestales. Los suelos tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como: pendientes pronunciadas, susceptibles a severa erosión, efectos de erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radicular poco profunda, excesiva humedad o anegamientos, clima severo, baja retención de humedad, alto contenido de sales o sodio.

---

[1] Excepto grandes movimientos de tierra y/o continuos procesos de habilitación o recuperación.

Clase VII

Son suelos con limitaciones muy severas que lo hacen inadecuado para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la clase VI por una o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

Clase VIII

Corresponden a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

4.2.3 Sub-clase de Capacidad de Uso

Está constituida por un grupo de suelos dentro de una Clase que posee el mismo tipo de limitaciones que se reconocen a este nivel y son:

s	:	Suelo
w	:	Humedad, drenaje o inundación.
e	:	Riesgo de erosión o efectos de antiguas erosiones.
cl	:	Clima.

4.2.4 Unidades de Capacidad de Uso

En Chile se han utilizado las siguientes unidades hasta la fecha:

0. Suelos que presentan una estrata arenosa gruesa o con muchas gravas que limita la retención de la humedad y la penetración de las raíces.
1. Erosión actual o potencial por agua o viento.
2. Drenaje o riesgos de inundación.
3. Subsuelo o substratum de permeabilidad lenta o muy lenta.
4. Texturas gruesas o con gravas en todo el pedón.
5. Texturas finas en todo el pedón.
6. Salinidad o alcalinidad suficiente para constituir una limitación o riesgo permanente.
7. Suficientes fragmentos de rocas superficiales para interferir en las labores actuales.
8. Hardpan, fragipan o lecho rocoso en la zona de arraigamiento.
9. Baja fertilidad inherente del suelo.
10. Otras no especificadas a la fecha.

4.3 Categorías de Suelos para Regadío

4.3.1 Generalidades

Una Categoría de Suelos para Regadío consiste en una agrupación de suelos con estos fines que se asemejen con respecto al grado de sus limitaciones y riesgos en su uso.

No puede establecerse una delimitación muy exacta entre las Categorías de Suelos para Regadío; sin embargo, hay ciertas características inherentes a cada una de ellas. A continuación se definen brevemente cada una de las seis categorías.

4.3.2 Categorias

Categoría 1

Muy bien adaptada. Los suelos de esta Categoría son muy apropiados para el regadío y tienen escasas limitaciones que restringen su uso. Son suelos casi planos, profundos, permeables y bien drenados, con una buena capacidad de retención de agua.

Categoría 2

Moderadamente bien adaptada. Los suelos de esta Categoría son moderadamente apropiados para el regadío y poseen algunas limitaciones que reducen la elección de cultivos y/o requieren prácticas especiales de conservación; una pequeña limitación con respecto a cualquiera de las características de los suelos mencionados bajo la Categoría 1, coloca generalmente los suelos en Categoría 2.

Categoría 3

Pobremente adaptada. Los suelos de esta Categoría son poco apropiados para el regadío y poseen serias limitaciones que reducen la elección de cultivos y requieren de prácticas de conservación.

Categoría 4

Muy pobremente adaptada. Los suelos de esta Categoría son muy poco apropiados para el regadío y tienen limitaciones muy serias que restringen la elección de los cultivos. Requieren un manejo muy cuidadoso y/o prácticas especiales de conservación.

Categoría 5

Esta es la Categoría de condiciones especiales. Los suelos de la Categoría 5 no cumplen con los requerimientos mínimos para las Categorías 1 a 4. Con condiciones climáticas favorables y prácticas especiales de tratamiento, manejo y conservación pueden ser aptos para ser usados en cultivos especiales.

Categoría 6

No apta. Los suelos de esta Categoría no son apropiados para el regadío y corresponden a aquéllos que no cumplen con los requerimientos mínimos para ser incluidos en las Categorías 1 a 5.

4.3.3 Sub-categorías

Son agrupaciones dentro de cada Categoría en las cuales se indica la causa por la que una superficie determinada se considera inferior a la 1a. Categoría; éstas deben indicarse colocando como subíndice las letras "s", "t" o "w" al número de la Categoría, si la deficiencia es por "suelo", "topografía" o "drenaje", respectivamente. La Subcategoría refleja el factor más limitante para la condición de riego; sólo en forma muy ocasional y siempre que ello se justifique se podrá usar más de un subíndice.

4.4 Clase de Drenaje (*)[2]

Sobre la base de las observaciones e inferencias usadas para la obtención del drenaje externo, permeabilidad y drenaje interno se obtienen las Clases de Drenaje.

Seis clases de Drenaje son usadas en la descripción de los suelos y su definición es como sigue:

Clase 1. Muy pobremente drenado

El agua es removida del suelo tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie en la mayor parte del tiempo. Los suelos generalmente ocupan lugares planos o deprimidos y están frecuentemente inundados.

Los suelos son suficientemente húmedos para impedir el crecimiento de los cultivos (excepto el arroz), a menos que se les provea de un drenaje artificial.

Clase 2. Pobremente drenado

El agua es removida tan lentamente que el suelo permanece húmedo una gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie durante una parte considerable del año. Las condiciones de pobremente drenado son debidas al nivel freático alto, a capas lentamente permeables en el pedón, al escurrimiento o a alguna combinación de estas condiciones. La gran cantidad de agua que permanece en y sobre los suelos pobremente drenados impide el crecimiento de los cultivos bajo condiciones naturales en la mayoría de los años. El drenaje artificial es generalmente necesario para la producción de cultivo.

Clase 3. Imperfectamente drenado

El agua es removida del suelo lentamente, suficiente para mantenerlo húmedo por significativos períodos, pero no durante todo el tiempo. Los suelos imperfectamente drenados comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro del pedón, niveles freáticos altos, suplementados a través del escurrimiento, o una combinación de estas condiciones. El crecimiento de los cultivos es restringido a menos que se provea un drenaje artificial.

Clase 4. Moderadamente bien drenados

El agua es removida algo lentamente, de tal forma que el perfil está húmedo por poca pero significativa parte del tiempo. Los suelos moderadamente bien drenados comúnmente tienen capas lentamente permeables dentro o inmediatamente bajo el "solum", un nivel freático relativamente alto, sumado al agua a través del escurrimiento, o alguna combinación de estas condiciones.

Clase 5. Bien drenado

El agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Los suelos bien drenados comúnmente tienen texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales pueden también estar bien drenados. Los suelos bien drenados retienen cantidades óptimas de humedad para el crecimiento de las plantas después de lluvias o adiciones de agua de riego.

---

[2] Tomado de Soil Survey Manual, 430-V, 1984 U.S.D.A., USA

Clase 6. Excesivamente drenado

El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos escesivamente drenados son comúnmente litosoles o litosólicos y pueden ser inclinados, muy porosos o ambos. El agua proveniente de las precipitaciones no es suficiente en estos suelos para la producción de cultivos comunes, por lo que necesitan de regadío, e incluso así no pueden lograrse rendimientos máximos en la mayoría de los casos.

Cuando la estructura y porosidad son muy favorables, se puede subir en una clase la aptitud del suelo. A la inversa, cuando estos factores están limitados se puede bajar la aptitud a la clase siguiente. En los suelos estratificados, un quiebre abrupto de textura que provoca un nivel freático suspendido, permite castigar la aptitud del suelo hasta la clase siguiente.

Al analizar los factores de pendiente y erosión, éstos no se considerarán en aquellos casos en que los suelos van a terracearse.

4.4.1 Caracterización de la Humedad del Suelo

Las siguientes clases descubren la profundidad al estado mojado y la duración de dicho estado mojado. No existen clases específicas definidas en relación al espesor de la estrata mojada (saturada) o para el período del año en que el suelo está mojado. Ellas generalmente se describen estableciendo el espesor promedio del horizonte mojado, cuando se trata de horizontes colgados, y de los meses en que el exceso de humedad ocurre.

Las clases de profundidad al estado mojado que se reconocen hoy día son:

Clase 1	No está mojado por encima de los 150 cm.
Clase 2	Mojado en alguna parte por encima de 150 cm pero no por encima de 100 cm.
Clase 3	Mojado en alguna parte por encima de 100 cm pero no por encima de 50 cm.
Clase 4	Mojado en alguna parte por encima de 50 cm pero no por encima de 25 cm.
Clase 5	Mojado por encima de 25 cm.

Esta caracterización de la humedad del suelo debe tomarse muy en cuenta para una definición más cuantitativa de las clases de drenaje, especialmente a nivel local, como es en el caso del presente estudio.

4.5 Clases de Aptitud Frutal

Uno de los principales problemas que presenta cualquier clasificación, es que sólo considera factores inherentes al suelo y no toma en consideración otros factores, tales como los climáticos, de fertilidad del suelo, disponibilidad, manejo y calidad de las aguas de riego, etc, que están incidiendo directamente en la productividad de ellos.

En el presente estudio se ha utilizado una pauta elaborada por la Asociación de Especialistas en Agrología, basada en una anterior del DIPORÓREN-SAG y que consta de cinco clases de aptitudes de acuerdo a las limitaciones que presentan los suelos en relación a los frutales.

Clase A. Sin limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva es superior a 90 cm ([3]), textura superficial que varía de areno francosa fina a franco arcillosa y cuyos subsuelos varían de franco arenosos a franco arcillosos; de buen drenaje, pero que pueden presentar moteados escasos, finos, débiles a más de 100 cm profundidad, permeabilidad moderada a moderadamente rápida (2 - 12,5 cm/hora); pendientes entre 0 y 1% y libres de erosión, salinidad inferior a 0,2 s/m y escasos carbonatos (ligera reacción al HCl 1/3).

Clase B. Ligeras limitaciones

Suelos cuya profundidad varía entre 70 y 90 cm, la textura superficial varía entre areno francosa fina y arcillosa y la textura de los subsuelos varía entre franco arenosa y franco arcillosa; el drenaje puede ser bueno a moderadamente bueno pudiendo presentar moteados escasos, finos débiles a más de 70 cm de profundidad; la permeabilidad varía entre moderada y moderadamente rápida (2 - 12,5 cm/hora); la pendiente debe ser inferior a 3% y la erosión ligera o no existir; la salinidad inferior a 0,4 s/m y escasos carbonatos (ligera reacción al HCl 1/3).

Clase C. Moderadas limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva varía entre 40 y 70 cm; tanto la textura superficial como la del subsuelo varían entre arenosa fina y arcillosa; el drenaje es excesivo a moderadamente bueno; puede presentar moteado común medio distinto a más de 70 cm de profundidad; la permeabilidad varía de moderadamente lenta a rápida (0,5 a 25 cm/hora); la pendiente es inferior a 6% y la erosión puede ser moderada; la salinidad inferior a 0,6 s/m y los carbonatos moderados en abundancia (reacción moderada al HCl 1/3).

Clase D. Severas limitaciones

Suelos cuya profundidad efectiva puede ser inferior a 40 cm, la textura superficial y del subsuelo puede ser cualquiera; el drenaje puede ser de imperfecto hacia abajo y presentar cualquier tipo de moteados; la permeabilidad varía desde muy lenta a muy rápida (0,5 a 25 cm/hora); la pendiente puede ser superior a 6% y la erosión llega hasta severa; la salinidad superior a 0,8 s/m; el contenido de carbonato elevado (fuerte reacción al HCl 1/3).

Clase E. Sin aptitudes

4.6 Situación Actual de Erosión

Erosión es el movimiento de arrastre de las partículas del suelo por los agentes naturales, viento, agua, hielo, etc. Indica los daños que se han producido o pueden producirse en el futuro. Al mismo tiempo indica los cambios que se han operado o se están operando en el suelo.

---

[3] Hay especies en que por su hábito de arraigamiento, 75 cm es suficiente para considerarlo como sin limitaciones, y por lo tanto serían de clase A en relación a un determinado suelo de su profundidad.

La medida de los procesos de erosión es sólo estimativa, ya que la mayoría de las veces resulta difícil relacionar los datos con el suelo original. Para la definición de las clases de erosión se utiliza la remoción efectiva del suelo o de parte de él, las pérdidas de fertilidad del suelo evaluadas por los cambios de color, afloramiento de materiales parentales, reducción de la vegetación a manchones o pérdida completa de la vegetación e indicadores como cantidad y magnitud de las zanjas.

En este estudio, se ha considerado preferentemente la erosión de manto debiendo ser la más frecuente en las zonas de pendiente a que se circunscribe el reconocimiento de suelos, sin dejar de apreciar este tipo de erosión combinado con erosión de zanjas.

Las clases de erosión han servido como orientadoras para definir fases de erosión dentro de cada serie en donde existen problemas, porque los principios básicos que orientan ambos sistemas son diferentes. Las fases de erosión reflejan la situación actual de deterioro y la forma de utilizar el suelo en un futuro inmediato y se basan en lo que queda del suelo -suelo remanente- y no en la estimación del porcentaje del suelo perdido, lo que tiene demasiadas limitaciones.

En el estudio se han considerado cuatro formas de erosión:

0. Sin erosión.
1. Ligera.
2. Moderada.
3. Severa

4.7 Unidades de Manejo de Suelos

Las Unidades de Manejo de Suelos constituyen las más homogéneas unidades interpretativas determinadas por la agrupación de diferentes suelos -de una región, área o predio- a nivel de subclases y dentro de lo posible, de unidades de capacidad de uso con el fin de establecer para cada una de ellas, las alternativas más favorables de uso y las medidas de conservación y manejo tendientes a lograr una adecuada explotación racional de la tierra y conservar el patrimonio suelo sin deterioros. En el presente estudio se ha tratado de que las recomendaciones de las unidades de manejo más intensivas se mantengan a nivel de las unidades de capacidades de uso; en el resto del estudio se mantiene a nivel de subclases de capacidad de uso debido principalmente a la escala de trabajo empleada y secundariamente, por la información fragmentaria existente, a nivel de unidades de capacidad de uso en todos los suelos de textura predominantemente arcillosas donde se alternan períodos fuertemente contrastantes de humedad muy alta y sequía considerable en la sección de control del suelo.

Para cada una de las unidades de manejo establecidas se recomiendan las diferentes posibilidades de uso y manejo en términos de rotaciones culturales, basándose principalmente en las características edafológicas y climáticas que presentan los suelos.

Las prácticas de soporte que debieran recomendarse en cada una de las unidades de manejo no son parte de este trabajo, pero deben considerarse en un futuro próximo al analizarse la parte económica de la utilización de la tierra porque estas prácticas afectan los costos de producción y en general son de un valor elevado, especialmente si se trata de control de erosión o habilitaciones de suelos.

En la definición de estas unidades de manejo se parte de la premisa de que los suelos se encuentran regados y que la dotación de agua es más que suficiente para la obtención de rendimientos que no sufran limitaciones por este concepto.

Para cada unidad de manejo establecida se da una o más alternativas de rotaciones, al mismo tiempo que se consideran las proporciones mínimas que -a juicio de los autores- puede destinarse a explotaciones permanentes, ya sean frutales o cultivos permanentes. Las plantaciones frutícolas se han puesto dentro del marco del Plan de Desarrollo Frutícola de la Corporación de Fomento de la Producción y adoptado por ODEPA. Las intensidades en el uso de las unidades de manejo dependen de las características de los suelos, de modo que el uso se hace más extensivo a medida que las condiciones son más desfavorables y ello se refleja en la numeración o en la designación correlativa de estos grupos de manejo.

En el estudio de suelos del Proyecto Itata se han separado 17 grupos de manejo; las primeras 10 unidades son agrícolas o agrícolas-ganaderas, las siguientes 6 son ganaderas y/o forestales y existe una unidad que no tiene utilización alguna, y que sólo es de protección. En todo caso, y tal como se ha señalado anteriormente, para los efectos de la tabulación de las superficies de cada unidad asociadas a cada uno de los sectores de riego considerados en el modelo de Balance Hídrico de la zona de estudio, y considerando la cantidad de información que deberá manejarse en las evaluaciones económicas respectivas del plan de desarrollo, estas 17 unidades de manejo se redujeron a 8 grupos de manejo.

La siguiente es la definición de las unidades de manejo establecidas en el estudio:

Grupo A de Manejo

Comprende todos aquellos suelos aptos para cultivos sin prácticas especiales de conservación. En general, incluye suelos planos, profundos o muy profundos, bien drenados, de texturas medias a moderadamente finas y fertilidad natural moderada a alta, elevada capacidad de retención de agua disponible y sin restricciones de arraigamiento. Son suelos que ocurren en pendientes dominantes de 0 a 2% -predominando las pendientes simples 0-1%- y los materiales se erosionan con cierta facilidad especialmente en el caso del suelo Arrayán. Son aptos para todos los cultivos de la zona y con buena aptitud para frutales.

Incluye todos los suelos de la Clase I de Capacidad de Uso, aunque algunos investigadores piensan que por limitaciones climáticas de la zona, esta clase no debiera separarse y considerarse en conjunto con los suelos de la clase IIel. Este grupo de manejo no existe en el presente estudio.

Grupo B de manejo

Comprende suelos para cultivos con prácticas simples de conservación. En general incluye suelos planos, profundos, de texturas moderadamente gruesas, bien drenados, moderada capacidad de retención de agua disponible y con escasas limitaciones de arraigamiento; las raíces penetran en el substratum. Son suelos de pendientes dominantes de 1 a 2% y aptos para todos los cultivos de la zona y con una buena aptitud para frutales aunque la fertilidad no es muy elevada. Comprende todos los suelos correspondientes a la unidad IIsO de capacidad de uso.

Grupo C de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos con prácticas simples de conservación. En general, incluye suelos planos -de pendientes dominantes 1-2%- moderadamente bien drenados, fertilidad natural moderada, buena capacidad de retención de agua disponible y ligeras limitaciones de arraigamiento. Su principal limitación se encuentra en la permeabilidad moderadamente lenta a lenta y drenaje ligeramente restringido con un nivel freático fluctuante alrededor de 100-120 cm. Son suelos aptos para cultivos de arraigamiento profundo con moderadas limitaciones para frutales. Corresponde a todos los suelos de la unidad IIw2 de capacidad de uso y en ella se ha incluido un 6% de suelos de la unidad IIw8.

Grupo D de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos con prácticas simples de conservación. En general incluye suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados, de texturas medias a moderadamente finas, fertilidad natural moderada y buena capacidad de retención de agua disponible y sin limitaciones de arraigamiento. Son suelos que ocurren en una topografía casi plana -aunque incluye un 7% de suelos ligeramente ondulados- con pendientes dominantes de 1 a 3% y cuya principal limitación son problemas de erosión por riego. Son suelos aptos para todos los cultivos de la zona y con buena aptitud para frutales. Comprende todos los suelos de la unidad IIel de capacidad de uso.

Grupo E de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. En general, incluye suelos planos, moderadamente profundos, de texturas medias a moderadamente gruesas, bien drenados, fertilidad natural moderada a baja, moderada capacidad de retención de agua disponible y limitaciones ligeras de arraigamiento. Son suelos que ocurren en pendientes dominantes de 1 a 2%, ocasionalmente 3% y son aptos para todos los cultivos de la zona con un arraigamiento medio; tienen una aptitud frutal que varía de moderada a baja. Comprende todos los suelos de la unidad IIIsO de capacidad de uso e incluye un 27,5% de suelos de la unidad IIIs3.

Grupo F de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. En general, incluye suelos planos, moderadamente profundos a profundos, imperfectamente drenados incluyendo un 2% de suelos moderadamente bien drenados, de texturas variables de medias a finas, fertilidad moderada y una moderada capacidad de retención de agua disponible y limitaciones de arraigamiento considerables producto de niveles freáticos fluctuantes entre 60 y 100 cm. Son suelos que ocurren en pendientes dominantes de 1 a 2%, aptos para cultivos de la zona de arraigamiento medio y con una escasa aptitud frutal incluso con sistema de drenaje. Comprende todos los suelos de la unidad IIIw2 de capacidad de uso incluyendo, las unidades IIIw8 (2,2%) y IIIw5 (2%).

Grupo G de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. En general, incluye suelos moderadamente profundos (65%) a profundos (30%), de buen drenaje, sin problemas de arraigamiento en la gran mayoría de los casos, fertilidad natural moderada y capacidad de retención de agua disponible moderada. La principal limitación se encuentra en la pendiente de estos suelos, los de menor pendiente, 1-3% representan el 65% del grupo; los de mayor pendiente 3-8% representan el 21,5%; el resto está comprendido entre pendientes de 2 a 5%. Son suelos aptos para cultivos de arraigamiento medio y presentan limitaciones moderadas a severas para frutales. Comprende todos los suelos de la unidad IIIel de capacidad de uso.

Grupo H de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos pero sólo en forma ocasional. En general, incluye suelos profundos a moderadamente profundos, de texturas gruesas que descansan sobre grava, piedras y arenas; los suelos son bien drenados, fertilidad natural baja y capacidad de retención de humedad disponible baja y arraigamiento bueno. No son suelos aptos para frutales. Comprende todos los suelos de la unidad IVsO de capacidad de uso e incluye un 11% de suelos perteneciente a la unidad IVs3 de capacidad de uso.

Grupo I de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos en forma ocasional y utilizando prácticas intensivas de conservación. En general, este grupo comprende suelos casi marginales para cultivos por problemas serios de drenaje y cuya principal aptitud es la producción de arroz y pradera, o bien, de cultivos hortícolas -de difícil mercado actual- y praderas de arraigamiento medio. Suelos no aptos para frutales. Comprende todos los suelos de la unidad IVw5 e incluye un 35% de suelos pertenecientes a la unidad IVw2.

Grupo J de Manejo

Comprende suelos aptos para cultivos pero sólo en forma ocasional y con prácticas intensivas de conservación. En general, este grupo incluye suelos profundos (60%) y suelos delgados (40%), bien drenados, de pendientes ligera a moderadamente onduladas y cuya principal aptitud es la producción de praderas de arraigamiento medio o profundo dependiendo del suelo; los cultivos hortícolas podrían ser principalmente leguminosas. Comprende todos los suelos de la unidad IVel de capacidad de uso.

Grupo K de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten una pradera permanente con prácticas simples de conservación. Son suelos aluviales delgados, de texturas moderadamente gruesas a gruesas, excesivamente drenados, fertilidad natural baja y una baja capacidad de retención de agua disponible. Comprende todos los suelos de la unidad VIsO de capacidad de uso.

Grupo L de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultuvos pero que permiten una pradera con prácticas simples de conservación. Son suelos moderadamente profundos, de texturas finas, pobremente drenados, elevada capacidad de retención de agua disponible pero topografía plana o plano cóncava con pendientes inferiores a 2%. Comprende todos los suelos de la unidad VIw2 de capacidad de uso.

Una mezcla de forrajeras resistentes a las condiciones de humedad excesiva son las mejor adaptadas para este tipo de suelos.

Grupo M de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten una pradera permanente con prácticas simples de conservación. Son suelos profundos, bien drenados, de texturas medias a finas, fertilidad natural moderada, moderada capacidad de retención de agua disponible. La limitación más evidente se encuentra dada por la pendiente, que fluctúa entre 10 y 20%; sólo algo más del 7% de los suelos tienen pendientes inferiores a 5% y asociada a las pendientes más fuertes se presenta una ligera erosión de manto. Comprende todos los suelos de la unidad IVel de capacidad de uso.

La pradera de trébol subterráneo es la mejor adaptada para este tipo de suelos.

Grupo N de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten una pradera permanente con prácticas moderadas de conservación o tiene aptitudes forestales.

Se ha incluido en este grupo todos los suelos de la unidad VIIsO de capacidad de uso, se trata de suelos que no son regables en su forma actual.

Grupo O de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten una pradera permanente con prácticas moderadas de conservación o tienen aptitudes forestales. Son suelos que necesitan drenaje para poder ser utilizados en forma permanente. Se ha incluido en este grupo todos los suelos de la unidad VIIw8 e incluye un 10% de suelos pertenecientes a la unidad VIIw2.

Grupo P de Manejo

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten una pradera permanente con prácticas intensivas de conservación o tienen aptitudes forestales. Son suelos afectados por procesos erosivos. La forestación con especies nativas o introducidas puede ser una buena solución. Se han incluido en este grupo todos los suelos de la unidad VIIel.

Grupo Q de Manejo

Comprende todas aquellas áreas que tienen o requieren de cubierta de protección permanente. Comprende a la clase VIII de capacidad de uso.

CAPITULO III E
GRUPOS DE MANEJO

1 ANTECEDENTES BASICOS

Como se ha señalado anteriormente, los grupos de manejo corresponden a sectores sin continuidad geográfica, agrupados de manera que su potencialidad productiva sea homogénea y puedan por tanto tener asociados cultivos similares. En la determinación de dicha homogeneidad se considera el tipo de suelos existentes y las características agroclimáticas del sector. Para evaluar la potencialidad productiva se supone que los suelos tienen la dotación de agua suficiente como para no afectar al rendimiento de los cultivos.

Tanto en el estudio de suelos del Itata, realizado en una etapa anterior del Proyecto Itata, como en el estudio de suelos que forma parte del presente trabajo, se establecen 17 unidades de manejo, definidas sólo en consideración a la capacidad de uso del suelo. Por su parte, en el estudio de suelos del río Diguillín y los estudios de suelos complementarios desarrolladas por CIREN-CORFO en el área, no se hizo ningún tipo de división. No obstante eso, para los efectos de la cuantificación de superficies asociadas a cada grupo de manejo, se efectuó una estimación basada en porcentajes de cada tipo determinados en forma aproximada de las copias ozalid y ortofotos de capacidad de uso de suelos disponibles en CIREN-CORFO.

Para los efectos de la evaluación económica de las alternativas que se identifiquen como parte del proyecto de desarrollo, las unidades de manejo se han agrupado en ocho, ya que ellas permiten sobradamente cumplir con el objetivo de definir zonas de potencialidad productiva homogénea, facilitando al mismo tiempo el manejo de la información para la evaluación de los análisis económicos correspondientes.

De estas ocho unidades, las cinco primeras corresponden a suelos agrícolas o agrícola-ganaderos, las dos siguientes a suelos de aptitud forestal y/o agrícola y la última sólo presenta posibilidades como área de protección, sin tener ninguna aptitud agrícola, ganadera o forestal.

Por su parte, desde el punto de vista del clima, el estudio realizado identificó 12 diferentes distritos agroclimáticos en toda la VIII Región del Bío-Bío, los que se reducen a seis si se toma en cuenta sólo aquellos que cubren algún sector del área de estudio, y a tres si se considera solamente aquellos ubicados sobre sectores de algún interés agropecuario, estando en general formados por extensiones de orientación norte sur, que van cubriendo el territorio desde la costa hacia los sectores andinos.

Para cada uno de dichos distritos se determinó la aptitud productiva respecto de 15 diferentes cultivos relevantes, definiendo dicha aptitud en cinco grados o categorías agrupadas para estos fines en tres: sin limitaciones y con limitación leve, limitación moderada a limitación severa y por último excluido.

El análisis conjunto de los aspectos de capacidad de uso del suelo y de características agroclimáticas permitió definir los grupos de manejo que cubren el área de estudio, analizando para cada una de las ocho agrupaciones de capacidad de uso del suelo definidas la aptitud productiva de los cultivos que esos suelos permiten, de acuerdo a las características agroclimáticas existentes.

Finalmente, dado que el área de estudio ha sido dividida en 29 sectores de riego y 5 sectores complementarios, en cada uno de ellos se cuantificó las superficies asociadas a cada grupo de manejo y el porcentaje en que aparecían dentro de cada sector; algo equivalente se hizo con las capacidades de uso de los suelos a modo de complemento.

2 DEFINICION Y CARACTERIZACION DE LOS GRUPOS DE MANEJO

En la definición y caracterización de los grupos de manejo se contempló fundamentalmente los aspectos de capacidad de uso de los suelos y características agroclimáticas.

No obstante el rol importante que puede jugar el clima en esta definición, en el caso particular del área cubierta por el Proyecto Itata, únicamente tres de los doce distritos agroclimáticos definidos cubren la zona de mayor desarrollo agropecuario.

Por otra parte, en estos tres distritos agroclimáticos, la aptitud productiva de cada uno de los 15 cultivos relevantes del valle es semejante como puede apreciarse en el Cuadro III.C.3-49. Unicamente el arroz posee limitaciones leves en el distrito agroclimático 4, entre San Carlos, Ninhue y San Nicolás, frente a limitaciones moderadas y severas en los distritos 3 y 5, respectivamente.

Lo anterior ha conducido a la conclusión que, para los efectos de la identificación de los grupos de manejo dentro del área del Proyecto, debe considerarse exclusivamente las características de los suelos como el elemento fundamental.

La superposición de los grupos de manejo sobre el área que abarca cada uno de los sectores de riego ha permitido cuantificar las hectáreas cubiertas por cada grupo en cada sector.

A continuación se describe cada uno de dichos grupos de manejo, definidos exclusivamente de acuerdo a las capacidades de uso de los suelos.

Grupo A

Este grupo incluye todos aquellos suelos aptos para cultivos que no requieren prácticas de conservación y aquellos que necesitan medidas simples de conservación. En general corresponden a suelos planos hasta pendientes de 2%, profundos a muy profundos, de texturas medias a moderadamente finas, bien a moderadamente bien drenados, buena capacidad de retención de agua, con ligeras a nulas limitaciones para el desarrollo radicular. Son suelos aptos para todos los cultivos de la zona: chacras (porotos, maíz, remolacha, etc.), cereales (trigo, avena, raps) y pastos (alfalfa, trébol), y con buena aptitud para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de Clase I y II de capacidad de uso y sus correspondientes sub-clases.

Grupo B

Comprende suelos aptos para cultivos que requieren prácticas intensivas de conservación. En general incluyen suelos planos hasta pendientes de 5%, moderadamente profundos a profundos, de texturas medias a gruesas, de fertilidad natural moderada a baja y capacidad de retención de humedad moderada, bien drenados y con ligeras limitaciones de arraigamiento. Son suelos aptos para los cultivos de arraigamiento medio y con moderadas a severas limitaciones para plantaciones frutales. Comprende todos los suelos de Clase IIIs y IIIe de capacidad de uso.

Grupo C

Este grupo incluye suelos aptos para cultivos con prácticas intensivas de conservación. En general corresponden a suelos planos, moderadamente profundos, de drenaje imperfecto, de texturas medias a finas, fertilidad y capacidad de retención de agua moderada y limitaciones de arraigamiento debido a niveles freáticos fluctuantes entre 60 y 100 cm. Son suelos planos, con pendientes de 1 a 2%, aptos para cultivos de arraigamiento medio y tolerantes a las condiciones de humedad excesiva, sin aptitud frutal debido a su drenaje imperfecto. Comprende todos los suelos de Clase IIIw2 de capacidad de uso.

Grupo D

Este grupo corresponde a suelos ocasionalmente aptos para cultivos. En general los suelos de este grupo se caracterizan por ser moderadamente profundos a delgados, de texturas gruesas, que descansan sobre un subestrato de gravas, bolones y arenas, baja fertilidad natural y capacidad de retención de humedad, de pendientes onduladas. Su principal aptitud es la producción de praderas de arraigamiento medio. Comprende los suelos de Clase IVs y IVe de capacidad de uso.

Grupo E1

Corresponde a suelos aptos para cultivos en forma ocasional, que requieren práctica intensiva de conservación. Los suelos de este grupo se caracterizan en general por presentar texturas finas, perfiles delgados a moderadamente profundos, que descansan sobre materiales impermeables, drenaje imperfecto a pobre, de permeabilidad baja a muy baja y topografía plana de 1 a 2%. Su principal aptitud es para la producción de arroz y praderas de arraigamiento medio, sin aptitud frutal. Comprende los suelos de clase IVw de capacidad de uso.

Grupo E2

Suelos aptos para cultivos en forma ocasional que requieren práctica intensiva de conservación. Los suelos de este grupo son de texturas finas, perfiles delgados a moderadamente profundos, que descansan sobre materiales impermeables, drenaje imperfecto a pobre, de permeabilidad baja a muy baja y topografía plana de 1 a 2%. Su principal aptitud es para la producción de praderas de arraigamiento medio, sin aptitud frutal y con limitaciones moderadas a severas para el cultivo del arroz. Comprende los suelos de clase IVw de capacidad de uso.

Grupo F

Este grupo comprende suelos no aptos para cultivos pero que permiten praderas permanentes con prácticas simples de conservación. Las principales limitaciones que presenta este grupo para los cultivos son debidas a su muy delgada profundidad efectiva, drenaje pobre y pendientes altas (de 2 a 10%). Corresponde a suelos de Clase VI de capacidad de uso.

Grupo G

Comprende suelos que no son aptos para cultivos pero que permiten praderas permanente con prácticas modernas de conservación; presentan aptitud forestal. Se incluye en este grupo aquellos suelos que presentan escaso desarrollo de sus perfiles, drenaje pobre, topografía escarpada y afectada por procesos erosivos. Se incluyen en este grupo todos los suelos de Clase VII de capacidad de uso.

Grupo H

Comprende suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas. Corresponde a la Clase VIII de capacidad de uso.

3 POTENCIALIDAD DE LOS GRUPOS DE MANEJO

A partir de los cultivos establecidos en los puntos precedentes se evaluó para cada uno de los 29 sectores de riego más los 5 complementarios las superficies en hectáreas de suelos con diferente capacidad de uso y de los distintos grupos de manejo. En lo que sigue se presenta esa información.

3.1 Sector 01

La superficie total de este sector es de 5.732,80 há pero solamente 1.129,2 há están dentro de la envolvente del Estudio de Suelos de la Cuenca del Itata. Su desglose por clases de capacidad de uso y unidades de manejo es el indicado en los Cuadros III.E.3-1 y III.E.3-2.

CUADRO III.E.3-1 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 01

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	46,0	4,07
IIw	474,0	41,98
IIIe	18,4	1,63
IIIw	402,8	35,67
IVs	64,4	5,70
IVw	57,6	5,10
VIIe	8,0	0,71
VIII	58,0	5,14
Total	1.129,2	100,00

CUADRO III.E.3-2 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 01

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	520,0	46,05
B	18,4	1,63
C	402,8	35,67
D	64,4	5,70
E	57,6	5,10
F	--	--
G	66,0	5,85
Total	1.129,2	100,00

Existen 4.603,6 há fuera de la envolvente del estudio de suelos, ubicadas al norte del río Ñiquén, y sólo se cuenta con el estudio generalizado efectuado en 1961, para el Proyecto Aerofotogramétrico. Para los efectos de evaluaciones se ha contemplado porcentajes iguales a los de los cuadros anteriores.

3.2 Sector 02

Al igual que el sector 01 sólo 1.634,8 há se ubican dentro de la envolvente del Estudio de Suelos del Itata. En los Cuadros III.E.3-3 Y III.E.3-4 se resume la información de capacidad de uso de suelos y grupos de manejo.

CUADRO III.E.3-3 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 02

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	316,8	19,37
IIw	44,4	2,71
IIIe	425,2	26,07
IIIw	270,0	16,50
IVe	4,4	0,26
IVs	22,4	1,37
IVw	418,0	25,56
VII	71,2	4,35
VIII	62,4	3,81
Total	1.634,8	100,00

CUADRO III.E.3-4 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 02

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	361,2	22,08
B	425,2	26,07
C	270,0	16,50
D	26,8	1,63
E	418,0	25,56
G	71,2	4,35
H	62,4	3,81
Total	1.634,8	100,00

3.3 Sector 03

Todo este sector está dentro de la envolvente del estudio de suelos del Proyecto Itata y ocupa una superficie de 26.784,0 há, su desglose por clases de capacidad de uso y grupos de manejo es el que se consigna en los Cuadros III.E.3-5 Y III.E.3-6.

CUADRO III.E.3-5 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 03

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	5.012,0	18,71
IIw	2.520,4	9,41
IIs	616,0	2,30
IIe	1.844,0	6,88
IIIs	182,0	0,68
IIIw	7.688,4	28,71
IIIe	1.665,6	6,22
IVs	760,8	2,84
IVw	1.258,4	4,70
IVe	1.028,0	3,84
VIe	783,2	2,92
VIIe	2.194,0	8,19
VIIw	1.202,8	4,49
VIII	28,4	0,11
Total	26.784,0	100,00

CUADRO III.E.3-6 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 03

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	9.992,4	37,30
B	1.847,6	6,90
C	7.688,4	28,71
D	1.788,8	6,68
E	1.258,4	4,70
F	783,2	2,92
G	3.396,8	12,68
H	28,4	0,11
Total	26.784,0	100,00

3.4 Sector 04

Este sector ocupa una superficie de 24.724,6 há y se ubica en su totalidad dentro del Estudio de Suelos del Proyecto Itata. Las clases técnicas de capacidad de uso y grupos de manejo de los suelos son las que se señalan en los cuadros siguientes.

CUADRO III.E.3-7 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 04

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	134,4	0,54
IIe	1.324,0	5,35
IIs	591,6	2,39
IIw	1.042,8	4,22
IIIe	3.225,2	13,04
IIIs	160,4	0,65
IIIw	8.425,2	34,09
IVe	379,2	1,53
IVs	173,6	0,70
IVw	7.463,8	1,25
VIe	308,8	1,25
VIs	93,6	0,38
VIw	1,2	0,00
VIIe	572,8	2,32
VIIw	158,9	0,64
VIII	669,2	2,70
Total	24.724,6	100,00

CUADRO III.E.3-8 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 04

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	3.255,2	13,17
B	3.385,6	13,69
C	8.262,8	33,42
D	552,8	2,24
E	7.463,6	30,19
F	403,6	1,63
G	731,7	2,96
H	669,2	2,70
Total	24.724,56	100,00

3.5 Sector 05

Es el Sector de Riego que ocupa la mayor superficie dentro de la envolvente del Proyecto Itata con 47.455,4 há. Su superficie por clases de capacidad de uso y grupos de manejo son las siguientes :

CUADRO III.E.3-9 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 05

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	371,8	0,78
IIe	2.790,4	5,88
IIs	1.391,6	2,93
IIw	3.168,7	6,68
IIIe	4.129,6	8,70
IIIs	391,2	0,82
IIIw	19.404,8	40,89
IVe	1.126,0	2,37
IVs	732,0	1,54
IVw	8.024,0	16,91
VIe	656,8	1,40
VIs	538,4	1,13
VIw	256,0	0,54
VIIe	2.662,4	5,61
VIIw	688,8	1,45
VIII	1.122,8	2,37
Total	47.455,36	100,00

CUADRO III.E.3-10 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 05

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	7.722,5	16,27
B	4.186,4	8,82
C	19.404,8	40,86
D	2.192,4	4,62
E	8.024,0	16,91
F	1.451,2	3,06
G	3.351,2	7,06
H	1.122,8	2,40
Total	47.455,34	100,00

3.6 Sector 06

Ocupa una superficie de 17.478,4 há, estando todo el sector comprendido dentro de la envolvente del Proyecto Itata.

CUADRO III.E.3-11 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 06

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	180,0	1,03
IIe	2.126,8	12,17
IIs	2.048,4	11,72
IIw	2.267,2	12,97
IIIe	33,2	0,19
IIIs	1.415,6	8,10
IIIw	4.086,8	23,31
IVe	92,0	0,53
IVs	1.108,0	6,34
IVw	1.687,2	9,65
VIs	163,2	0,93
VIw	378,0	2,16
VIIe	804,0	4,60
VIIw	269,2	1,54
VIII	818,8	4,68
Total	17.478,4	100,00

CUADRO III.E.3-12 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 06

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	6.622,4	37,89
B	1.448,84	8,29
C	4.086,8	23,38
D	1.200,0	6,87
E	1.687,2	9,65
F	541,2	3,10
G	1.073,22	6,14
H	818,8	4,68
Total	17.478,46	100,00

3.7 Sector 07

Este sector de riego ocupa una superficie de 10.530,4 há, todas dentro del Estudio de Suelos del Proyecto Itata.

CUADRO III.E.3-13 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 07

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	167,6	1,59
IIs	1.282,4	12,18
IIw	662,4	6,29
IIIe	5,8	0,06
IIIs	3.803,8	36,12
IIIw	2.414,6	22,93
IVs	1.610,4	15,29
IVw	87,2	0,83
VIs	8,0	0,08
VIw	32,8	0,31
VIIe	383,8	3,64
VIIw	20,4	0,19
VIII	51,2	0,49
Total	10.530,4	100,00

CUADRO III.E.3-14 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 07

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	2.112,4	20,06
B	3.809,6	36,17
C	2.414,6	22,93
D	1.610,4	15,29
E	87,2	0,83
F	40,8	0,39
G	404,2	3,84
H	51,2	0,49
Total	10.530,46	100,00

3.8 Sector 08

Este sector ocupa una superficie de 4.123,8 há y con las siguientes superficies por clases de capacidad de uso y grupos de manejo son las siguientes:

CUADRO III.E.3-15 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 08

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	40,4	0,98
IIs	217,6	5,28
IIw	527,2	12,78
IIIs	1.475,2	35,77
IIIw	922,8	22,38
IVs	584,0	14,16
IVw	298,4	7,24
VI	41,2	1,00
VIIw	1,0	0,02
VIII	16,0	0,39
Total	4.123,8	100,00

CUADRO III.E.3-16 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 08

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	785,2	19,04
B	1.475,2	35,77
C	922,8	22,38
D	584,0	14,16
E	298,4	7,24
F	41,2	1,00
G	1,0	0,02
H	16,0	0,39
Total	4.123,8	100,00

3.9 Sector 09

Es el sector de menor superficie de todo el área de estudio tanto dentro como fuera de la envolvente del estudio de suelos con una superficie de 1.543,0 há.

CUADRO III.E.3-17 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 09

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	13,6	0,88
IIs	346,4	22,46
IIw	278,8	18,07
IIe	58,4	3,78
IIIs	140,0	9,07
IIIw	553,2	35,86
IIIe	---	---
IVs	99,6	6,45
IVw	--	---
IVe	--	---
VIe	--	---
VIIe	19,0	1,23
VIII	34,0	2,20
Total	1.543,0	100,00

CUADRO III.E.3-18 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 09

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	697,2	45,19
B	140,0	9,07
C	553,2	35,86
D	99,6	6,45
E	--	---
F	--	---
G	19,0	1,23
H	34,0	2,20
Total	1.543,0	100,00

3.10 Sector 10

Este sector ocupa una superficie de 1.968,4 há y su distribución es la siguiente.

CUADRO III.E.3-19 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 10

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	81,4	4,14
IIs	82,2	4,18
IIw	23,2	1,18
IIIe	200,9	10,20
IIIs	231,3	11,75
IIIw	25,2	1,28
IVe	205,2	10,42
IVs	9,5	0,49
IVw	31,2	1,59
VIe	58,0	2,94
VIIe	788,4	40,05
VIIIw	17,6	0,89
VIII	214,2	10,88
Total	1.968,4	100,00

CUADRO III.E.3-20 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 10

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	186,80	9,49
B	432,24	21,96
C	25,20	1,28
D	214,76	10,91
E	31,20	1,59
F	58,00	2,95
G	806,00	40,94
H	214,24	10,88
Total	1.968,44	100,00

3.11 Sector 11

Ocupa una superficie de 10.748,0 há.

CUADRO III.E.3-21 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 11

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	16,4	0,15
IIs	2.808,0	26,11
IIw	202.4	1,88
IIe	1.586,8	14,76
IIIs	510,8	4,48
IIIw	481,2	4,50
IIIe	1.349,6	12,60
IVs	324,0	3,01
IVw	70,0	0,65
IVe	999,2	9,30
VIe	864,0	8,03
VIIe	1.387,2	12,90
VIIs	29,2	0,27
VIIw	114,0	1,06
VIII	5,2	0,05
Total	10.748,0	100,00

CUADRO III.E.3-22 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 11

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	4.613,6	42,92
B	1.860,4	17,31
C	481,2	4,48
D	1.323,2	12,31
E	70,0	0,65
F	864,0	8,04
G	1.530,4	14,24
H	5,2	0,05
Total	10.748,0	100,00

3.12 Sector 12

Este sector ocupa una superficie de 8.917,6 há y posee un excelente potencial agrícola ya que el 46,59% corresponden a suelos del grupo de manejo A que incluye los suelos de Clase I y II de Capacidad de Uso.

CUADRO III.E.3-23 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 12

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	90,8	1,02
IIe	1.321,2	14,82
IIs	2.400,4	26,90
IIw	344,0	3,86
IIIe	88,8	1,00
IIIs	826,4	9,27
IIIw	1.740,0	19,51
IVe	27,6	0,31
IVs	167,2	1,87
IVw	663,2	7,44
VIIe	464,4	5,21
VIIw	191,6	2,15
VIII	592,0	6,64
Total	8.917,6	100,00

CUADRO III.E.3-24 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 12

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	4.156,4	46,59
B	915,2	10,30
C	1.740,0	19,51
D	194,8	2,18
E	663,2	7,44
F	223,2	2,50
G	432,8	4,85
H	592,0	6,64
Total	8.917,6	100,00

3.13 Sector 13

Ocupa una superficie de 10.816,9 há y posee un alto porcentaje de suelos con limitaciones por drenaje, representadas por los grupos de manejo C y E con 33,39% del total del sector.

CUADRO III.E.3-25 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 13

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	47,2	0,44
IIe	204,1	1,89
IIs	1.863,2	17,22
IIw	720,0	6,66
IIIe	33,2	0,31
IIIs	1.765,9	16,33
IIIw	1.337,3	12,36
IVe	388,8	3,59
IVs	1.025,2	9,48
IVw	2.274,5	21,02
VIw	190,4	1,76
VIIe	163,2	1,51
VIIw	256,6	2,37
VIII	547,3	5,06
Total	10.816,9	100,00

CUADRO III.E.3-25 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 13

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	2.834,5	26,21
B	1.799,1	16,63
C	1.337,3	12,36
D	1.414,0	13,07
E	2.274,5	21,03
F	190,4	1,76
G	419,8	3,88
H	547,3	5,06
Total	10.816,9	100,00

3.14 Sector 14

Este sector ocupa una superficie de 10.594,9 há y las clase de capacidad de uso I y II, que constituyen la Unidad de Manejo A, representan el 52,6% del total del sector, lo cual indica su gran potencial agrícola para frutales.

CUADRO III.E.3-27 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 14

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	407,2	3,84
IIe	1.520,8	14,35
IIs	2.980,0	30,52
IIw	521,2	4,91
IIIs	2.236,8	21,11
IIIw	731,2	6,90
IVs	285,7	2,70
IVw	1.403,6	13,24
VIw	39,2	0,37
VIIe	28,0	0,26
VIIw	155,2	1,46
VIII	286,0	2,70
Total	10.594,9	100,00

CUADRO III.E.3-28 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 14

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	5.429,2	51,24
B	2.236,8	21,11
C	731,2	6,90
D	285,7	2,70
E	1.403,6	13,24
F	39,2	0,37
G	183,2	1,73
H	286,0	2,70
Total	10.594,9	100,00

3.15 Sector 15

Ocupa una superficie de 4.340,0 há y se caracteriza por presentarvalores en las Unidades de Manejo F, G y H que corresponden a las Clases VI, VII y VIII, respectivamente de capacidad de uso.

CUADRO III.E.3-29 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 15

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	120,0	2,76
IIe	349,2	8,05
IIs	997,4	22,98
IIw	122,0	2,81
IIIs	736,8	16,98
IIIw	704,4	16,23
IVs	284,2	6,55
IVw	575,6	13,26
VIw	88,8	2,05
VIIe	26,0	0,60
VIIw	70,8	1,63
VIII	264,8	6,10
Total	4.340,0	100,00

CUADRO III.E.3-30 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 15

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	1.588,6	36,60
B	736,8	16,98
C	704,4	16,23
D	284,2	6,55
E	575,6	13,26
F	88,8	2,05
G	96,8	2,23
H	264.8	6,10
Total	4.340,0	100,00

3.16 Sector 16

Ocupa una superficie de 9.623,4 há, caracterizándose por presentar un alto porcentaje de Clases VIII de capacidad de uso, corresponde al grupo de manejo H con un 27,62% y que su uso está limitado sólo para vida silvestre, recreación y/o protección de hoyas hidrográficas.

CUADRO III.E.3-31 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 16

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	260,0	2,70
IIs	636,2	6,61
IIw	727,8	7,56
IIIe	54,4	0,57
IIIs	730,4	7,59
IIIw	1.165,6	12,11
IVe	276,1	2,87
IVs	771,1	8,01
IVw	928,2	9,64
VIw	511,4	5,31
VIIe	704,2	7,32
VIIw	201,2	2,09
VIII	2.656,8	27,62
Total	9.623,4	100,00

CUADRO III.E.3-32 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 16

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	1.624,0	16,87
B	784,8	8,16
C	1.165,6	12,11
D	1.047,2	10,88
E	928,2	9,64
F	511,4	5,31
G	905,4	9,41
H	2.656,8	27,62
Total	9.623,2	100,00

3.17 Sector 17

Ocupa una superficie de 8.604,9 há y se caracteriza por presentar un buen potencial tanto agrícola como frutícola ya que el 45,19% corresponde al grupo de manejo A.

CUADRO III.E.3-33 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 17

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	2.433,8	28,27
IIs	1.182,0	13,74
IIw	326,4	3,80
IIIe	59,0	0,69
IIIs	702,0	8,16
IIIw	702,8	8,17
IVe	37,2	0,43
IVs	1.574,9	18,30
IVw	453,2	5,27
VIe	120,8	1,40
VIIe	348,4	4,05
VIIw	16,8	0,20
VIII	647,6	7,52
Total	8.604,9	100,00

CUADRO III.E.3-34 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 17

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	3.887,4	45,19
B	815,8	9,48
C	702,8	8,17
D	1.612,1	18,73
E	453,2	5,27
F	120,8	1,40
G	365,2	4,24
H	647,6	7,52
Total	8.604,9	100,00

3.18 Sector 18

Ocupa una superficie de 14.568,6 há y presenta un alto porcentaje con suelos con Clase VII de capacidad de uso y grupo de manejo G (24,44%), sin aptitud agrícola, siendo su uso para forestación y/o pastos naturales.

CUADRO III.E.3-35 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 18

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	1,6	0,01
IIe	5.136,4	35,26
IIs	176,2	1,21
IIw	278,0	1,91
IIIe	367,0	2,52
IIIs	71,9	0,49
IIIw	519,6	3,57
IVe	712,9	4,89
IVs	1.747,6	12,00
IVw	618,0	4,24
VIe	1.288,0	8,84
VIw	8,4	0,06
VIIe	3.516,5	24,14
VIIw	44,0	0,30
VIII	82,4	0,57
Total	14.568,6	100,00

CUADRO III.E.3-36 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 18

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	5.592,3	38,39
B	438,9	3,01
C	519,6	3,57
D	2.460,4	16,89
E	618,0	4,24
F	1.296,4	8,90
G	3.560,5	24,44
H	82,4	0,57
Total	14.568,6	100,00

3.19 Sector 19

Este sector ocupa una superficie de 14.045,6 há y al igual que el sector 18 presenta un alto porcentaje de suelos de Clases VII y VIII de capacidad de uso y en general un bajo porcentaje con problemas de drenaje, representados por los grupos de manejo C y E.

CUADRO III.E.3-37 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO 19

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	4.207,5	29,96
IIs	845,0	6,02
IIw	252,1	1,79
IIIe	354,2	2,52
IIIs	40,4	0,29
IIIw	714,8	5,09
IVe	818,9	5,83
IVs	1.928,6	13,73
IVw	646,4	4,60
VIe	417,1	2,97
VIw	30,8	0,22
VIIe	3.159,2	22,49
VIIw	57,1	0,41
VIII	573,5	4,08
Total	14.045,6	100,00

CUADRO III.E.3-38 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 19

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	5.304,6	37,77
B	394,6	5,09
C	714,8	5,10
D	2.747,5	19,56
E	646,4	4,60
F	447,9	3,19
G	3.216,3	22,90
H	573,5	4,08
Total	14.045,6	100,00

3.20 Sector C1

Este sector tiene una superficie de 3.825,6 há pera sólo existen dentro de la envolvente del Estudio de Suelos del Proyecto Itata 346,4 há y el resto está sin estudio.

CUADRO III.E.3-39 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C1

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	40,8	11,79
IIIe	269,2	77,71
IIIw	11,2	3,23
IVe	4,4	1,27
IVw	20,8	6,00
Total	346,4	100,00

CUADRO III.E.3-40 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C1

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	40,8	11,79
B	269,2	77,71
C	11,2	3,23
D	4,4	1,27
E	20,8	6,00
Total	346,4	100,00

3.21 Sector C2

Este sector ocupa una superficie de 5.777,2 há y más del 80% corresponden a Clase VII de capacidad de uso y grupo de manejo G, cuyo uso es preferentemente para plantaciones forestales.

CUADRO III.E.3-41 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C2

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	24,0	0,42
IIs	121,2	2,10
IIw	66,0	1,14
IIIe	271,2	4,69
IIIs	36,4	0,63
IIIw	223,6	3,87
IVe	94,8	1,64
IVs	121,6	2,10
IVw	54,4	0,94
VIe	100,4	1,74
VIs	26,4	0,46
VIIe	4.637,2	80,27
Total	5.777,2	100,00

CUADRO III.E.3-42 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C2

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	211,2	3,66
B	307,6	5,32
C	223,6	3,87
D	216,4	3,75
E	54,4	0,94
F	126,8	2,19
G	4.637,2	80,27
H	---	---
Total	5.777,2	100,00

3.22 Sector C3

Ocupa una superficie de 7.454,4 há y la mayor parte corresponde a suelos de Clase VII de capacidad de uso con 44,12% de todo el sector y sólo un 20% con suelos de Clase II de capacidad de uso y Unidad de Manejo A.

CUADRO III.E.3-43 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C3

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	1.012,6	13,58
IIs	415,8	5,58
IIw	105,0	1,41
IIIe	290,0	3,89
IIIs	52,4	0,70
IIIw	955,4	12,82
IVe	341,4	4,58
IVs	357,8	4,80
IVw	178,0	2,38
VIe	339,2	4,60
VIw	74,8	1,00
VIIe	3.292,2	44,12
VIII	40,0	0,54
Total	7.454,4	100,00

CUADRO III.E.3-44 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C3

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	1.533,4	20,57
B	342,4	4,59
C	955,4	12,82
D	699,2	9,38
E	178,0	2,38
F	414,0	5,55
G	3.292,2	44,16
H	40,0	0,54
Total	7.454,6	100,00

3.23 Sector C4

Corresponde a un pequeño sector de riego con sólo 1.726,8 há y de las cuales 797,2 há son de Clase VII de capacidad de uso y grupo de manejo G.

CUADRO III.E.3-45 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C4

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
IIe	282,4	16,36
IIs	100,4	5,81
IIIe	59,2	3,43
IIIs	27,4	1,59
IIIw	48,4	2,80
IVe	170,6	9,88
IVs	67,6	3,91
VIe	39,6	2,29
VIIe	796,0	46,10
VIIw	1,2	0,07
VIII	134,0	7,76
Total	1.726,8	100,00

CUADRO III.E.3-46 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C4

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	382,8	22,17
B	86,6	5,02
C	48,4	2,80
D	238,2	13,79
E	--	---
F	39,6	2,29
G	797,2	46,17
H	134,0	7,76
Total	1.726,8	100,00

3.24 Sector C5

Ocupa una superficie de 7.944,6 há y el mayor porcentaje está dado por las Clases VII y VIII de capacidad de uso que representa el 33,03% del total del sector.

CUADRO III.E.3-47 CAPACIDAD DE USO DE SUELOS SECTOR DE RIEGO C5

CAPACIDAD DE USO	SUP (há)	%
I	239,2	3,01
IIe	644,8	8,12
IIs	115,2	1,45
IIw	218,8	2,75
IIIe	242,8	3,06
IIIs	208,0	2,62
IIIw	611,2	7,69
IVe	721,2	9,08
IVs	985,6	12,41
IVw	566,0	7,12
VIe	131,6	1,66
VIw	637,4	8,02
VIIe	2.163,6	27,23
VIIw	24,4	0,31
VIII	434,8	5,47
Total	7.944,8	100,00

CUADRO III.E.3-48 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO C5

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	1.218,0	15,33
B	450,8	5,67
C	611,2	7,69
D	1.706,8	21,48
E	566,0	7,12
F	769,0	9,68
G	2.188,0	27,56
H	434,8	5,47
Total	7.944,6	100,00

3.25 Sectores 20 al 29

Los sectores de riego 20 al 29 se ubican al sur de la envolvente del Estudio de Suelos del Proyecto Itata y comprende una superficie de 236.359 há.

Como se señaló, para la obtención de las superficies y los correspondientes porcentajes de los grupos de manejo se contó con los Estudios de Suelos de Laja-Diquillín y el Complementario VIII Región, en copias ozalid, y de las ortofotos correspondientes a dichos estudios a escala 1:20.000. En ellas fueron trazadas las líneas de separación de los distintos sectores de riego. En base a este material se procedió a separar cada grupo de manejo pintando con diferentes colores cada una de ellas. Esto permitió visualizar la ocurrencia de cada grupo de manejo dentro del sector de riego, procediéndose posteriormente a estimar un porcentaje para cada una de ellos. Los resultados obtenidos son los que se consignan en los cuadros siguientes :

CUADRO III.E.3-49 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 20

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	23.742	39
B	10.959	18
C	4.261	7
D	1.826	3
E2	1.826	3
F	4.261	7
G	14.002	23
H	--	--
Total	60.877	100

CUADRO III.E.3-50 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 21

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	6.053	35
B	2.594	15
C	3.805	22
D	346	2
E2	3.458	20
F	691	4
G	346	2
H	--	--
Total	17.293	100

CUADRO III.E.3-51 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 22

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	2.847	40
B	1.424	20
C	569	8
D	855	12
E2	782	11
F	213	3
G	427	6
H	--	--
Total	7.117	100

CUADRO III.E.3-52 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 23

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	3.543	40
B	2.361	27
C	89	1
D	531	6
E2	--	--
F	1.417	16
G	886	10
H	--	--
Total	8.857	100

CUADRO III.E.3-53 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 24

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	13.516	50
B	6.757	25
C	270	1
D	270	1
E2	--	--
F	3.785	14
G	2.433	9
H	--	--
Total	27.031	100

CUADRO III.E.3-54 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 25

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	5.455	46
B	2.016	17
C	119	1
D	474	4
E2	--	--
F	2.016	17
G	1.778	15
H	--	--
Total	11.858	100

CUADRO III.E.3-55 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 26

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	12.218	45
B	4.615	17
C	543	2
D	814	3
E2	--	--
F	4.334	16
G	4.615	17
H	--	--
Total	27.149	100

CUADRO III.E.3-56 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 27

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	20.305	40
B	9.726	19
C	3.875	8
D	4.161	8
E2	212	1
F	8.209	16
G	4.223	8
H	--	--
Total	50.711	100

CUADRO III.E.3-57 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 28

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	11.057	42
B	6.056	23
C	790	3
D	2.632	10
E2	1.053	4
F	527	2
G	4.212	16
H	--	--
Total	26.327	100

CUADRO III.E.3-58 AREAS DE GRUPO DE MANEJO EN SECTOR DE RIEGO 29

GRUPOS DE MANEJO	SUP (há)	%
A	51	1
B	103	2
C	308	6
D	360	7
E2	668	13
F	1.028	20
G	2.621	51
H	--	--
Total	5.139	100

A modo de resumen de las áreas de los diferentes grupos de manejo contenidas en cada uno de los sectores de riego que cubren el área del proyecto, se presenta a continuación el Cuadro III.E.3-59 con esa información.

CUADRO III.E.3-59 ENVOLVENTE RESUMEN GRUPOS DE MANEJO ESTUDIO SUELOS

Sector	A	B	C	D	E1	E2	F	G	H	Superf (há)
1	520.0	18.4	402.8	64.4	53.6	4.0	-	66.0	-	1,129.2
2	361.2	425.2	270.0	26.8		418.0	-	71.2	62.4	1,634.8
3	9,992.4	1,847.6	7,688.4	1,788.8	357.4	901.0	783.2	3,396.8	28.4	26,784.0
4	3,255.2	3,385.6	8,262.8	552.8	6,866.5	597.1	403.6	731.7	669.2	24,724.5
5	7,722.5	4,186.4	19,404.8	2,192.4	4,461.3	3,562.7	1,451.2	3,351.2	1,122.8	47,455.3
6	6,622.4	1,448.8	4,086.8	1,200.0	575.3	1,111.9	541.2	1,073.2	818.8	17,478.4
7	2,112.4	3,809.6	2,414.6	1,610.4		87.2	40.8	404.2	51.2	10,530.4
8	785.2	1,475.2	922.8	584.0	62.1	236.3	41.2	1.0	16.0	4,123.8
9	697.2	140.0	553.2	99.6		-	-	19.0	34.0	1,543.0
10	186.8	432.2	25.2	214.8		31.2	58.0	806.0	214.2	1,968.4
11	4,613.6	1,860.4	481.2	1,323.2		70.0	864.0	1,530.4	5.2	10,748.0
12	4,156.4	915.2	1,740.0	194.8		663.2	223.2	432.8	592.0	8,917.6
13	2,834.5	1,799.1	1,337.3	1,414.0	825.6	1,448.9	190.4	419.8	547.3	10,816.9
14	5,429.2	2,236.8	731.2	285.7		1,403.6	39.2	183.2	286.0	10,594.9
15	1,588.6	736.8	704.4	284.2		575.6	88.8	96.8	264.8	4,340.0
16	1,623.9	784.8	1,165.6	1,047.2		928.2	511.4	905.4	2,656.8	9,623.3
17	3,887.4	815.8	702.8	1,612.1		453.2	120.8	365.2	647.6	8,604.9
18	5,592.3	438.9	519.6	2,460.4		618.0	1,296.4	3,560.5	82.4	14,568.5
19	5,304.6	394.6	714.8	2,747.5		646.4	447.9	3,216.3	573.5	14,045.6
20	23,742.0	10,959.0	4,261.0	1,826.0		1,826.0	4,261.0	14,002.0	0.0	60,877.0
21	6,053.0	2,594.0	3,805.0	346.0		3,458.0	691.0	346.0	0.0	17,293.0
22	2,847.0	1,424.0	569.0	855.0		782.0	213.0	427.0	0.0	7,117.0
23	3,543.0	2,391.0	89.0	531.0			1,417.0	886.0	0.0	8,857.0
24	13,516.0	6,757.0	270.0	270.0			3,785.0	2,433.0	0.0	27,031.0
25	5,455.0	2,016.0	119.0	474.0			2,016.0	1,778.0	0.0	11,858.0
26	9,518.0	3,595.0	423.0	634.0			3,384.0	3,595.0	0.0	21,149.0
27	20,305.0	9,786.0	3,875.0	4,161.0		212.0	8,209.0	4,223.0	0.0	50,771.0
28	11,057.0	6,056.0	790.0	2,632.0		1,053.0	527.0	4,212.0	0.0	26,327.0
29	51.0	103.0	308.0	360.0		668.0	1,028.0	2,621.0	0.0	5,139.0
C1	40.8	269.2	11.2	4.4		20.8	-	-	-	346.4
C2	211.2	307.6	223.6	216.4		54.4	126.8	4,637.2	-	5,777.2
C3	1,533.4	342.4	955.4	699.2		178.0	414.0	3,292.2	40.0	7,454.6
C4	382.8	86.6	48.4	238.2		-	39.6	797.2	134.0	1,726.8
C5	1,218.0	450.8	611.2	1,706.8		566.0	769.0	2,188.0	434.8	7,944.6
TOTAL	166,759.0	74,289.0	68,487.1	34,657.1	13,201.8	22,574.7	33,981.7	66,068.3	9,281.4	489,300.1
										489,300.1

CAPITULO III F
HIDROLOGIA

CAPITULO III.F.1
PRECIPITACIONES

1 INTRODUCCION

El presente capítulo tiene por objeto caracterizar adecuadamente el régimen de precipitaciones de la cuenca del río Itata e interfluvios costeros del sector Itata - Bío-Bío con el propósito de aportar la información básica para el desarrollo de los estudios agronómicos, hidrológicos y otras etapas del "Proyecto Itata, Estudio Hidrológico y Situación Actual Agropecuaria" encomendado por la Comisión Nacional de Riego, como de los proyectos específicos de desarrollo que se aborden en etapas futuras.

De acuerdo a la metodología propuesta, este estudio comprende la recopilación de toda la información pluviométrica disponible en la zona en estudio, a nivel de precipitaciones diarias, con el objeto de confeccionar las series de precipitaciones mensuales, estacionales, anuales, y máxima anuales en 1, 2, 3, 4 y 5 días de duración.

Toda esta información, previa corrección, relleno y extensión, cuando corresponde, se somete a análisis de frecuencia con el objeto de establecer una asociación entre las magnitudes de los eventos y su probabilidad de excedencia, presentándose los resultados en forma tabulada y en base a planos de curvas isoyetas.

En el presente estudio se entiende por precipitación máxima en 1, 2, 3, 4 y 5 días de duración, a las precipitaciones máximas acumuladas en períodos consecutivos de uno, dos, tres, cuatro y cinco días respectivamente, independientemente de la duración real de las tormentas que las originan.

2 CATASTRO DE INFORMACION DISPONIBLE

En base al Catastro de Estaciones Hidrometeorológicas, Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas, Banco de Datos de la Dirección Meteorológica de Chile y en particular, a las referencias bibliográficas siguientes:

i) "Análisis de la Red Hidrometeorológica Nacional", Dirección General de Aguas.

ii) "Pluviometría de Chile", Departamento de Recursos Hidráulicos, Corfo.

iii) "Análisis Probabilístico de Precipitaciones Máximas en 24 Horas, División de Recursos Hidráulicos, Corfo.

iv) "Balance Hidrológico Nacional, Cuenca del Río Itata", Dirección General de Aguas.

v) "Investigación de Eventos Meteorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 Horas", Dirección General de Aguas.

Se efectuó un catastro de las estaciones pluviométricas actualmente vigentes o suprimidas que pudieran contener la información mínima requerida para el desarrollo del presente estudio.

Considerando los objetivos del proyecto de conformar una estadística pluviométrica de un período hidrológico que incluya a lo menos los últimos 40 años, se estimó que la longitud mínima aceptable de estadística para los propósitos del estudio era de 15 años, por lo que se seleccionaron todas aquellas estaciones que cumplieran dicha condición dentro del período de 50 años, comprendido entre 1940 y 1989.

Se incorporaron excepcionalmente en el catastro, estaciones que no cumplían el requisito anterior, pero que por su ubicación geográfica estratégica pudiesen aportar información de apoyo útil al estudio.

Con el criterio anterior, se preseleccionó un total de 56 estaciones pluviométricas ubicadas en la zona en estudio o cuencas colindantes.

Las estaciones pluviométricas se identificaron, aparte del Código del Banco Nacional de Aguas, de la Dirección General de Aguas, con la letra P y tres dígitos, de los cuales el primero indica la región en que se encuentra la estación (7 u 8), y los dos restantes corresponden a un número correlativo.

3 RECOPILACION DE ANTECEDENTES

En base al catastro, anteriormente definido se procedió a recopilar la información básica a nivel de precipitaciones diarias, mensuales o anuales, dependiendo de la fuente de información, básicamente de las siguientes fuentes:

i) "Estadísticas de Precipitaciones Máximas en 24 horas", Eduardo Ramírez, División de Recursos Hidráulicos, Corfo, Publicación Nº 236, 1974.

ii) "Pluviometría de Chile, Anexo 1", Departamento de Recursos Hidráulicos, Corfo, 1971.

iii) "Mapas de isoyetas de Precipitaciones Máximas de 24; 48; 72 horas para diferentes períodos de retorno, Aldo Bonomelli, U. de Chile, 1986.

iv) "Coeficientes máximos de frecuencia de precipitaciones diarias en Chile", Ludwig Stowhas, Informe Final Proy. Inv. 8222, U. Santa María, 1983.

v) "Investigación de Eventos Meteorológicos Extremos, Precipitaciones Máximas en 24, 48 y 72 Horas". BF Ingenieros Consultores, Dirección General de Aguas, 1989.

vi) "Balance Hidrológico Nacional, Cuenca del Río Itata", REG, DGA, 1985.

Gran parte de la información antes señalada se limita a las series de precipitaciones mensuales y máximas anuales en 24, 48 y 72 horas, razón por la cual para la actualización de la información y la definición de las series de 4 y 5 días de duración, fue necesario recopilar a nivel de precipitaciones diarias la información en las instituciones recolectoras de datos pluviométricos, considerándose las siguientes instituciones y tipo de información recopilada.

i) Dirección General de Aguas, DGA, Banco Nacional de Aguas, series de estadísticas de precipitaciones diarias proporcionadas en medios magnéticos.

ii) Empresa Nacional de Electricidad, ENDESA, estadísticas de precipitaciones diarias, proporcionadas en listados computacionales y fotocopias de planillas manuscritas.

iii) Dirección Meteorológica de Chile, DMC, acceso a los Archivos manuscritos de Estadísticas Pluviométricas Diarias, a partir de los cuales se transcribió la información a planillas de precipitaciones diarias.

A partir de toda la información recopilada, se procedió a confeccionar las series de precipitaciones mensuales y máximas anuales en duraciones de 1 a 5 días, eliminando aquellos registros con datos incompletos en meses de alta pluviometría y analizando aquéllos registros que parecían anómalos. En base a toda la información recopilada y procesada, se confeccionaron los diagramas de barra, indicando la longitud y período de información disponible, que se presentan en los Cuadros III.F.1-1 y III.F.1-2.

Se indican en dichas tablas con asterisco (*), los años en que existe información completa respecto a precipitaciones diarias; con "i" los años en que sólo se dispuso de información parcial; dejándose en blanco los años sin información.

En la Figura III.F.1-1 y Plano Nº 4 se presenta un mapa de la zona en estudio sobre el cual se indican las estaciones pluviométricas utilizadas y una tabla con códigos, nombres, propietarios, coordenadas geográficas y alturas sobre el nivel del mar. Se incluyen en el mapa las estaciones que sirvieron de apoyo para el posterior trazado de isoyetas, pero a las cuales no se les hizo ningún tratamiento y también las estaciones que fueron en definitiva eliminadas.

Las series de datos originales correspondientes a precipitaciones mensuales y máximas anuales en 1, 2, 3, 4 y 5 días se entregan anexas en el Documento Interno de Trabajo Nº1 y en archivos magnéticos denominados PPTM (XXX).DAT y PPMX(XXX).DAT respectivamente, donde (XXX) corresponde al código de trabajo de cada estación.

CUADRO III.F.1-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS VII REGION

7a. REGION CODIGO BNA		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
07350050	P7-01 Embalse Bullileo DGA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
07331050	P7-02 Embalse Digua DGA						i	*	i	i	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	i
07332050	P7-03 San Manuel Perquilanquén DGA															i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
07332098	P7-04 Perquilauquén							*																												*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
07345097	P7-05 Parral DOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	i	i	i	i	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	*
07335050	P7-06 Quella DGA																					i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	*	*	*	i	*	*	*	*	*	i
07336097	P7-07 Cauquenes DOS	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	*	i	*	i	*	*	*	*	*	*			i		i				i		*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

CUADRO III.F.1-2 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS VIII REGION

8ª Región CODIGO BNA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
08118098 P8-01 San Carlos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P8-02 La Punilla DGA																			i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
08106050 P8-03 San Fabián DGA																i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
08113050 P8-04 Emb. Coihueco DGA																															i	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
08117051 P8-05 Chillán	*	i	*	*	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08130052 P8-06 Las Trancas DGA																					i	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	*	*	*	i
08130051 P8-07 Fdo. Atacalco DGA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		i	i	*	*	*	*	i		i				i		*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08131052 P8-08 Fdo. Sn. Lorenzo DGA																					i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i
08131050 P8-09 Diguillín DGA																			i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
08132050 P8-10 Pemuco DGA																															i	i	i	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	i
08121050 P8-11 Cholguán DGA																i	i	i	i	*	*	*	i	i	i	i	*	i	i	i	*	i		i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	i
P8-12 Fdo. Valencia	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*																	

CUADRO III.F.1-2 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICA VIII REGION (Continuación)

8ª Región CODIGO BNA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
08133098 P8-13 Bulnes	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08135051 P8-14 Chillancito DGA														i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	i
08135050 P8-15 Nva. Aldea DGA																i	i	i	i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
08140098 P8-16 San Ignacio Palomares	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08141050 P8-17 Coelemu DGA																					i	*	*	*	*	*	*	i	*	*	i	i		i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i
08122050 P8-18 Trupán DGA																							i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
P8-19 Pta. Tumbes	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
08210098 P8-20 Tomé	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	i	*	*			*	*	i	*																					
08210097 P8-21 Penco	i	i	i	i	i	*		i	*		i	*	i	i	*	*	*	*	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*		i																			
08230098 P8-22 Talcahuano	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	*	i	i	*	i		i	i									
08230097 P8-23 Hualpén	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*
P8-24 Isla Quiriquina																													*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i

CUADRO III.F.1-2 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICA VIII REGION (Continuación)

8ª Región CODIGO BNA		41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
08400098	P8-25 Dichato DGA																																								i	*	i	*	*	*	*	*	i
	P8-26 Alto Polcura en 4 Juntas																														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
08371097	P8-27 Polcura en Balseadero																			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
08371098	P8-28 Central Abanico				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
08375098	P8-29 Retén Antuco		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	i	*	i	i	*																
08364050	P8-30 Tucapel Retén								i	*	*	i	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	i		i	*	*	i	*	i	i	*	i	i	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	
08384098	P8-31 Cabreros DOS																							i	*	*	*	*	*	i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08385095	P8-32 Fdo. San Cristóbal	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
08393097	P8-33 Hualqui	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	i	i	*	i	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	i	*	*	*	i	i	i
08394097	P8-34 Cerro Caracol	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
	P8-35 Concepción	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i	i	i	i	i	i	i	i								
08394096	P8-36 Chiguayante	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*												i	*	i			i	i	i	i	*	*	*	*	*	i	i	*	*	*	i	*	*	*	i	i	i	i

CUADRO III.F.1-2 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICA VIII REGION (Continuación)

8ª Región CODIGO BNA	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
P8-37 Quilpolemu						i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*																						
08393098 P8-38 Llepinhue	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	i																										
P8-39 Nonquén	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
P8-40 Chillán Viejo DGA																																					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i
P8-41 Chillán Sendos DGA																								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
P8-42 Yungay	i	*	*	*	*	i	i	*	*	i	i	i	*			i	i	*	*	i	*	*	*	*	*	i	i																						
P8-43 Santa Rosa de Cato																														*	i							*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P8-44 General Cruz DGA																						i	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i																		
P8-45 Bella Rosa Fundo DGA																							i	*	i	*	*	i																					
P8-46 Lircay																	*	*	*	*	*	*	*	i	i																									
P8-47 San Nicolás																							i	*	*		i			i	i	*	i	*	*	i				i	*	*	*	*	i				
P8-48 Quirihue	*	*	i	*	*	i		*	*	*	*	i	*	*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	i	*	i	i																					
P8-49 Ninquihue				i		i	*	*	*	*	*	*	*	i	i		*	*	*	i	*	i																											

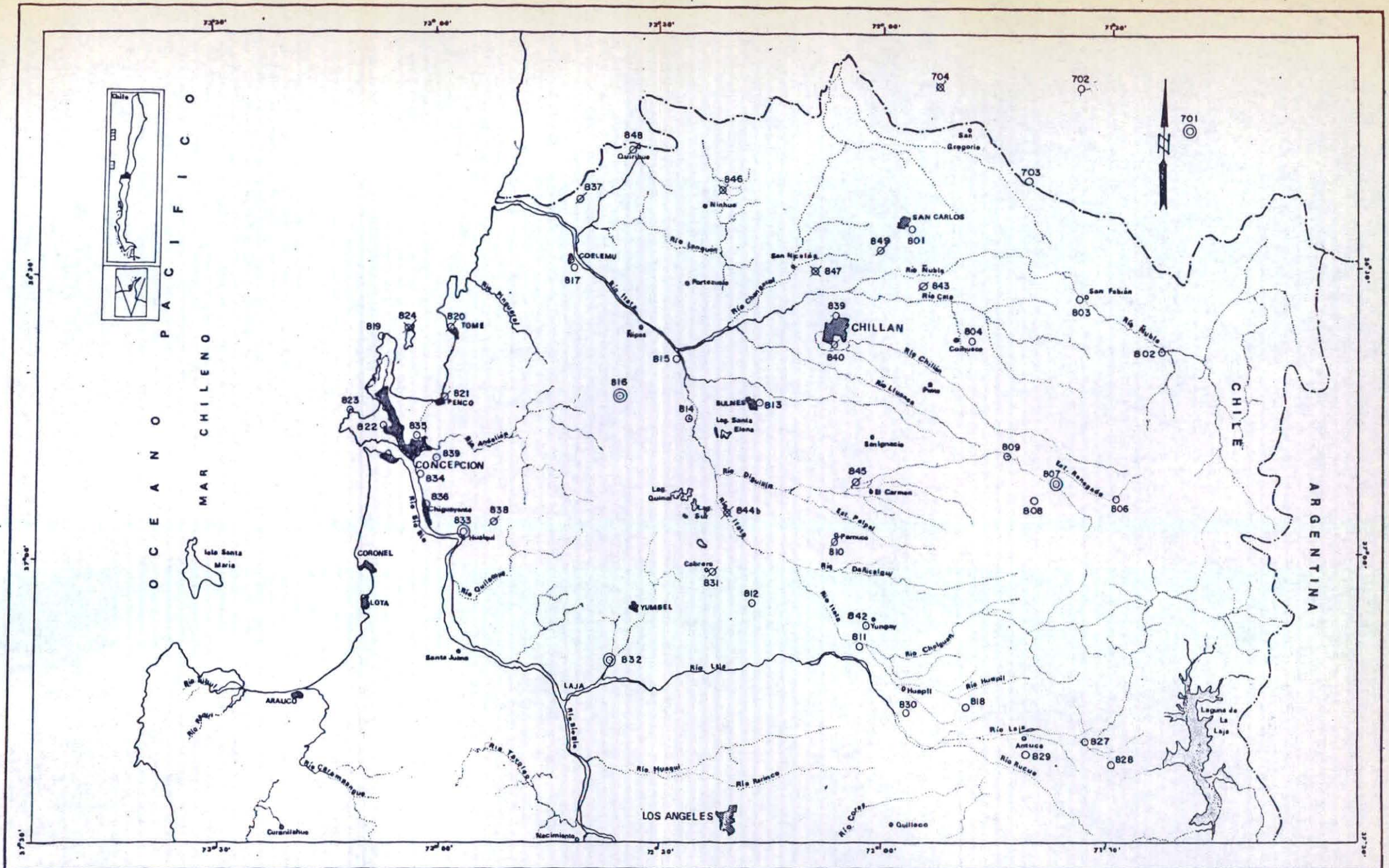


FIGURA III. F. 1-1 ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

SIMB.	CODIGO	NOMBRE ESTACION	PROP.	LAT	LONG.	COTA
◎	701	BULILEO EMBALSE	D.G.A.	36° 17'	71° 25'	600
○	705	PARRAL DOS	D.M.C.	36° 08'	71° 50'	170
○	706	QUELLA	D.G.A.	36° 08'	72° 05'	130
○	707	CAUQUENES D.O.S.	D.M.C.	35° 57'	72° 19'	142
◎	805	CHILLAN	D.M.C.	36° 36'	72° 02'	140
◎	807	FUNDO ATACALCO	D.G.A.	36° 32'	71° 38'	600
○	808	DIGUILLIN	D.G.A.	36° 50'	71° 44'	800
○	813	BULNES	D.M.C.	36° 44'	72° 18'	83
○	815	NUEVA ALDEA	D.G.A.	36° 39'	72° 27'	30
◎	816	SAN IGNACIO DE P.	D.M.C.	36° 38'	72° 36'	75

SIMB.	CODIGO	NOMBRE ESTACION	PROP.	LAT.	LONG.	COTA
○	817	COELEMU	D.G.A.	36° 29'	72° 41'	30
○	819	FARO PUNTA TUMBES	D.M.C.	36° 37'	73° 07'	130
○	822	TALCAHUANO	D.M.C.	36° 43'	73° 07'	84
○	823	PUNTA HUALPEN	D.M.C.	36° 44'	73° 12'	48
◎	832	FUNDO SAN CRISTOBAL	D.M.C.	37° 10'	72° 35'	110
◎	833	HUAQUI D.O.S.	D.M.C.	36° 58'	72° 57'	21
○	834	CERRO CARACOL D.O.S.	D.M.C.	36° 50'	73° 05'	100
○	836	CHIGUAYANTE	D.M.C.	36° 55'	73° 02'	18
○	839	NONQUEN	D.M.C.	36° 52'	72° 58'	145

SIMBOLOGIA

◎ ESTACION PATRON

○ ESTACION UTILIZADA

⌀ ESTACION REFERENCIAL

⊠ ESTACION DESECHADA

4 SELECCION DEL PERIODO DE ANALISIS

De acuerdo a lo establecido en las bases, el período de análisis del estudio debe contener al menos información de los últimos 40 años, incorporando en lo posible hasta el año 1989.

Del análisis de los diagramas de barras efectuados, se desprende que pocas estaciones disponen de la longitud de estadística requerida, estando además, incompleta la información del año 1989 en la mayoría de las estaciones, a la fecha de efectuar la recopilación de la estadística. En base a la información recopilada respecto a la longitud de estadísticas, se decidió utilizar un período de análisis de 48 años comprendido entre los años 1941 a 1988.

El criterio utilizado en general para el análisis y procesamiento de la información, fue el de eliminar las estaciones con menos de 15 años de estadística disponible, rellenar en base a promedios ponderados la información aislada faltante y extender las estadísticas, tanto a nivel mensual como de máximos anuales en 1 a 5 días en aquellas estaciones en que existiere un nivel mínimo aceptable de correlación con las estaciones vecinas, siempre que tuviesen un período de datos medidos de por lo menos igual a la mitad del período total de análisis.

5 RELLENO Y EXTENSION DE ESTADISTICAS MENSUALES

Una vez definido el período de análisis, se procedió a descartar aquellas estaciones que no reunían el requisito de longitud mínima establecido, exceptuando aquellas que, como anteriormente se explicara estuviesen ubicadas en puntos geográficos convenientes, constituyendo la única información disponible en algún sector, y que se utilizaron, sin pretender extenderlas al período total de análisis, como puntos de apoyo para el trazado de las curvas de isoyetas.

A las estaciones restantes que presentaran algunos vacíos de información o no tuviesen una longitud de estadística mayor que el período de análisis, se procedió a rellenarlas, extenderlas hacia atrás o a actualizarlas, en caso de haber sido descontinuadas en los años recientes.

Para el relleno y extensión de estadísticas mensuales se utilizó el siguiente procedimiento.

5.1 Relleno de Vacíos Aislados

En aquellas estaciones que presentaban estadísticas casi completas en algún período, faltando sólo datos aislados o cuyos registros fuesen altamente dudosos, se procedió a rellenarlos en base a promedios ponderados con las estaciones más cercanas, de acuerdo a la expresión.

$$Px = Mx \cdot \sum_{i=1}^{i=k} \left(\frac{Pi}{Mi}\right) * \left(\frac{1}{k}\right) \qquad 1<k<3$$

donde :

P_x	:	es el dato incógnita
P_i	:	es la precipitación mensual del mes correspondiente a alguna estación vecina.
M_i	:	es el módulo pluviométrico de la correspondiente estación vecina.
M_x	:	es el mólulo pluviométrico de la estación en análisis.

En algunos casos, en que existía más de una estación pluviométrica en una misma localidad, se rellenaron valores faltantes con la información de la otra estación de la misma localidad.

Mediante este procedimiento se logró completar períodos continuos completos para cada estación seleccionada, que permitiese verificar su homogeneidad.

En el Cuadro III.F.1-3 se explica en forma sumaria el tratamiento efectuado a cada una de las estaciones utilizadas en esta etapa del proyecto.

5.2 Homegeneización de Estadísticas

Para verificar la homogeneidad de la información se sometió la estadística de precipitaciones anuales a un análisis de curvas doble acumuladas. Después de intentar varias combinaciones, considerando la longitud de estadísticas de cada estación y análisis efectuados en referencias bibliográficas anteriores (Balance Hídrico Nacional, Cuenca del Río Itata, R. Edwards Ingenieros Consultores. Dirección General de Aguas. 1985), se llegó a definir un patrón de precipitaciones, denominado PATRON 6, configurado por el promedio de las estaciones Bullileo Emb., Atacalco Fdo., San Cristobal Fdo., Hualqui, San Ignacio Palomares y Chillán.

En las Figuras III.F.1-2 a III.F.1-4 se observan las curvas doble acumuladas de las distintas estaciones integrantes del patrón versus el propio patrón, donde se observa que aparte de 5 años de la estación Chillán, que por su extensión y magnitud no se justifica corregir, la estadística aparece aceptablemente homogénea. En razón a lo anterior, se adoptó este patrón como patrón definitivo para el análisis de las restantes estaciones.

En las Figuras III.F.1-5 a III.F.1-28, se observan las curvas doble acumuladas de todas las estaciones versus el patrón pluviométrico. Las pendientes de las curvas acumuladas de cada estación, se indican en el Cuadro III.F.1-4.

CUADRO III.F.1-3 PROCESAMIENTO DE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS MENSUALES

CODIGO	ESTACION	LONG.ESTAD. (años)	TRATAMIENTO EFECTUADO
701	Bullileo	49	Estadística completa
702	Digua Embalse	42	Se rellena con Parral, San Manuel y Bullileo. Se extiende con Bullileo
703	San Manuel Perquilanquén	34	Se rellena con Parral, Digue y Bullileo. Se extiende con Bullileo
704	Perquilauquén	14	Se elimina. Estadística muy corta
705	Parral	49	Se completa con Parral D.G.A. y se rellena con Cauquenes, Longaví y Bullileo
706	Quella	28	Se rellena y extiende con Parral
707	Cauquenes	45	Se rellena y extiende con Parral
801	San Carlos	49	Se rellena con Quirihue, Chillán y San Fabián
802	La Punilla	31	Se rellena con San Fabián y Atacalco. Se extiende con San Fabián
803	San Fabián	33	Se rellena con San Manuel, La Punilla y Atacalco. Se extiende con Atacalco
804	Coihueco Embalse	19	Se rellena con San Carlos. Se usa de apoyo, no se extiende
805	Chillán	49	Se completa con Chillán Sendos y se rellena con San Carlos
806	Las Trancas	28	Se rellena con Atacalco, Diguillín y San Lorenzzo. Se extiende con Atacalco
807	Atacalco	49	Se rellena con Diguillín
808	San Lorenzo Fdo.	28	Se rellena con Atacalco, Diguillín y Las Trancas. Se extiende con Atacalco
809	Diguillín Embalse	31	Se rellena y se extiende con Atacalco
810	Pemuco	19	Se rellena con Cholguán y Fdo. Valencia. No se extiende. Se usa de apoyo
811	Cholguán	34	Se rellena con Yungay, Tucapel y Fdo. Valencia. Se extiende con Fdo. Valencia
812	Fdo. Valencia	32	Se extiende con Chillancito
813	Bulnes	49	Se rellena con Chillancito, Nueva Aldea y San Ignacio Palomares
814	Chillancito	35	Se rellena con Bulnes, Nueva Aldea y San Ignacio Palomares. Se extiende con San Ignacio Palomares
815	Nva. Aldea	33	Se rellena con Chillancito, Bulnes y San Ignacio. Se extiende con San Ignacio Palomares
816	San Ignacio Palomares	49	Estadística completa a nivel mensual
817	Coelemu	29	Se rellena con Dichato, Quilpolemu y San Ignacio Palomares. Se extiende con San Ignacio Palomares
818	Trupán	27	Se rellena con R. Antuco, R. Tucapel y Polcura en bALSEADERO
819	Faro Pta. Tumbes	43	Se rellena Con Talcahuano. Se extiende con Pta. Hualpén
820	Tomé	19	Se rellena con Penco. No se extiende. Se usa de apoyo
821	Penco	15	No se rellena ni extiende. Se usa de apoyo

CUADRO III.F.1-3 PROCESAMIENTO DE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS MENSUALES (Continuación)

CODIGO	ESTACION	LONG.ESTAD. (años)	TRATAMIENTO EFECTUADO
822	Talcahuano	38	Se rellena con Pta. Tumbes, Pta. Hualpén y Cerro Caracol. Se extiende con Pta. Hualpén
823	Faro Pta. Hualpén	49	Se rellena con Talcahuano, Pta. Tumbes y Cerro Caracol
824	Isla Quiriquina	?	Se elimina.Estadística corta y poco representativa
825	Dichato	10	Se elimina. Estadística muy corta
826	Alto Polcura	10	Se elimina. Estadística muy corta
827	Polcura en Balseadero	29	Estad. completa entre 1959-1987. No se extiende por falta de correlación. Se usa de apoyo
828	Central Abanico	32	Se extiende con Retén Antuco, al período 1942-1987
829	Retén Antuco	31	Se rell. con Trupán, C. Abanico y P. en Balseadero. Se extiende con C. Abanico al período 1942-87
830	Retén Tucapel	41	Se rell. con Trupán, Cholguán y R. Antuco. Se extiende con R. Antuco al período 1942-1988
831	Cabreros	27	Se rellena con Fdo. Valencia y San Cristóbal. Se usa de apoyo
832	Fdo. San Cristóbal	49	Se rellena con Hualqui
833	Hualqui	49	Se rellena con Chiguayante y Nonquién
834	Cerro Caracol	49	Se rellena con Nonquién, Chiguayante y Talcahuano
835	Concepción	?	Estadística sólo parcialmente disponible. Se reemplaza por Cerro Caracol
836	Chiguayante	33	Se rellena con Hualqui, Cerro Caracol y Nonquién. Se extiende con Hualqui
837	Quilpolemu	23	Se rellena con Coelemu. Se usa de apoyo
838	Llepinhue	25	Se rellena con Nonquién, Chiguayante y Hualqui. Se usa de apoyo
839	Nonquién	49	Se rellena 3 meses con Hualqui, Chiguayante y Cerro Caracol
840	Chillán Viejo	13	Se elimina. Estadística muy corta
841	Chillán Sendos	18	Complementa. Chillán D.M.C.
842	Yungay	29	Se rellena con Cholguán, Fdo. Valencia y Retén Tucapel. Se extiende con Fdo. Valencia
843	Santa Rosa de Cato	13	No se rellena ni extiende. Se usa de apoyo
844	General Cruz	11	Se elimina.Estadística muy corta. Descontinuada
845	Fundo Bella Rosa	6	Se elimina.Estadística muy corta. Descontinuada
846	Lircay	8	Se elimina.Estadística muy corta. Descontinuada
847	Retén San Nicolás	15	Se elimina.Estadística corta y poco confiable
848	Quirihue	26	Se rellena con Quilpolemu. No se extiende por falta de correlación. Se usa de apoyo
849	Ninquihue	18	Se rellena con San Carlos. Se usa de apoyo

FIGURA III.F.1-2
CURVAS DOBLES ACUMULADAS
PATRON VS. BULLILEO Y PATRON VS. CHILLAN

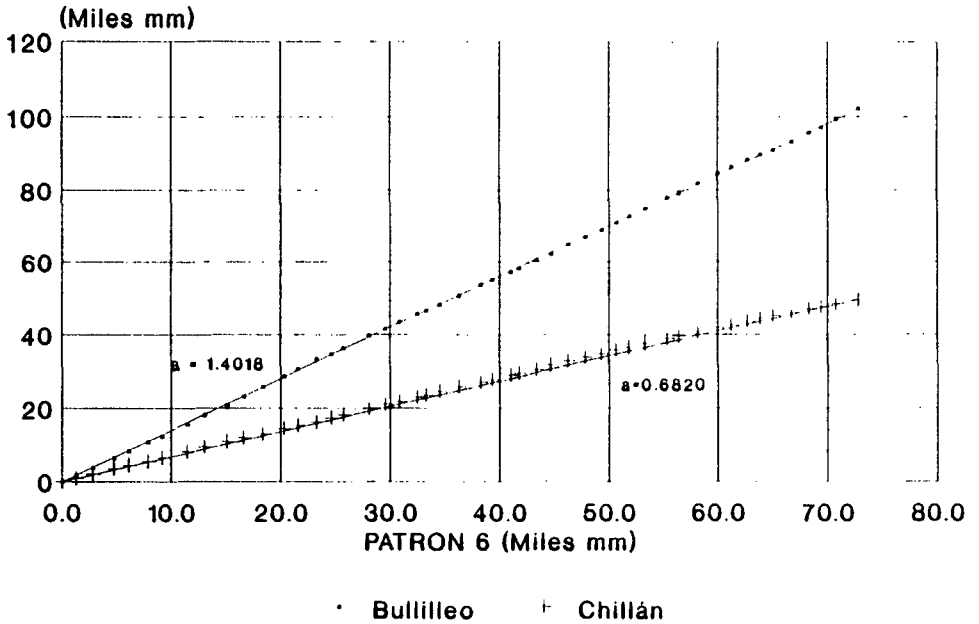


FIGURA III.F.1-3
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. ATACALCO Y PATRON VS. SAN IGNACIO PALOMARES

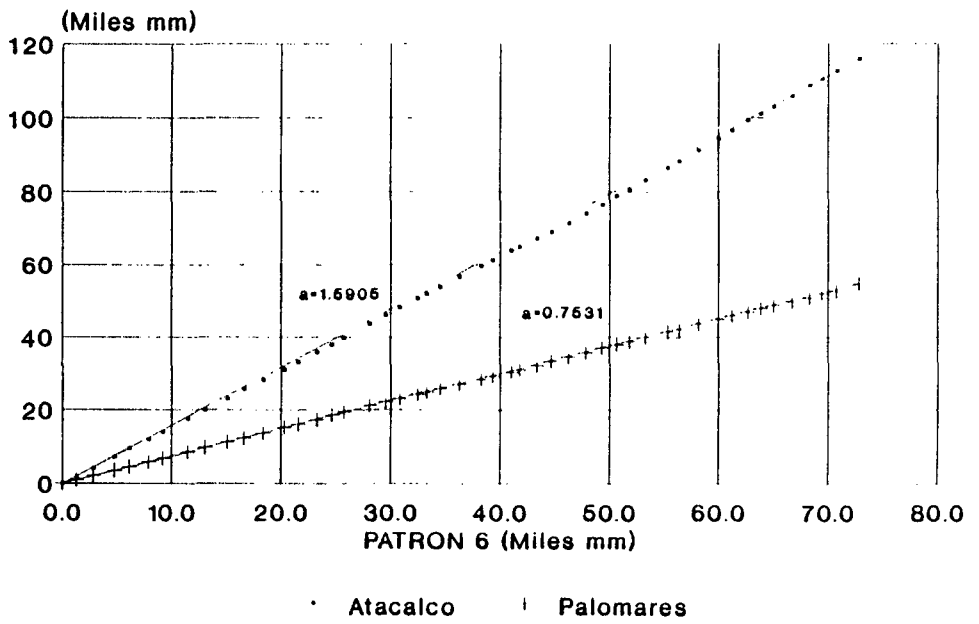


FIGURA III.F.1-4
CURVAS DOBLES ACUMULADAS
PATRON VS. HUALQUI Y PATRON VS. FUNDO SAN CRISTOBAL

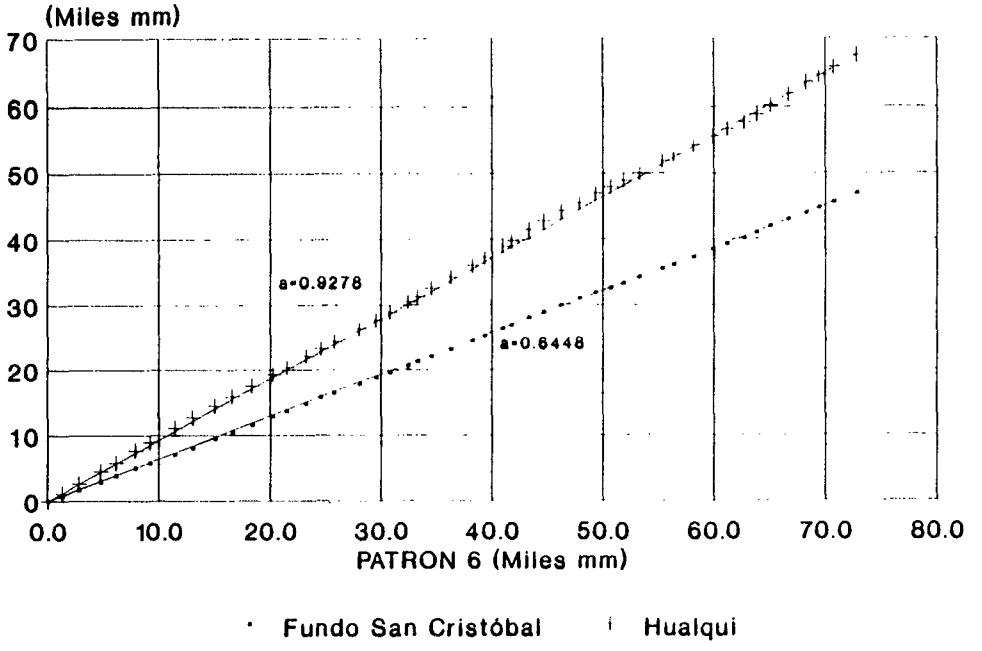


FIGURA III.F.1-5
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. CHOLGUAN Y PATRON VS. COELEMU

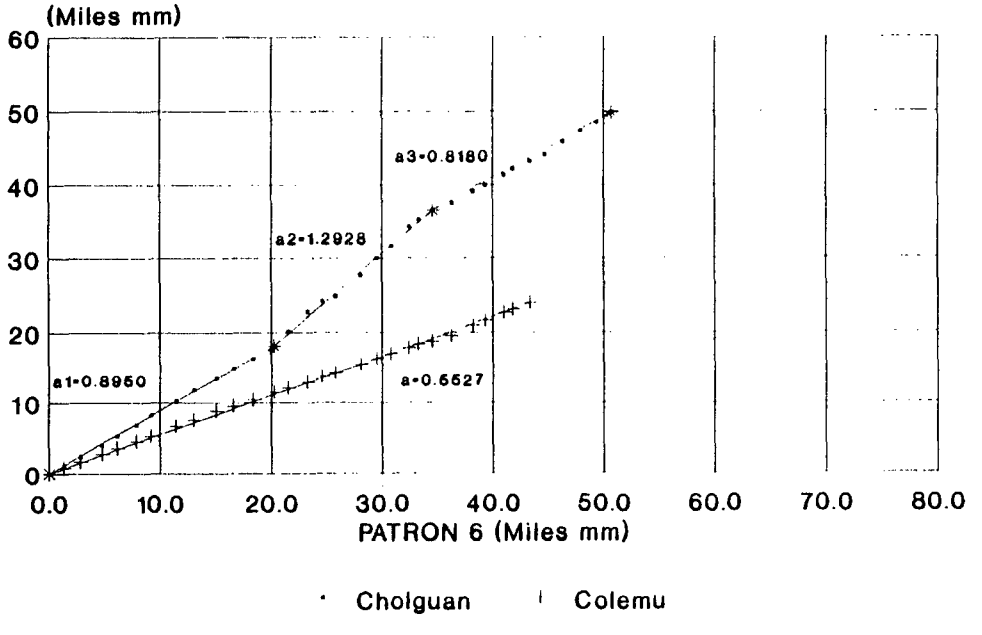


FIGURA III.F.1-6
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. NUEVA ALDEA Y PATRON VS. RETEN TUCAPEL

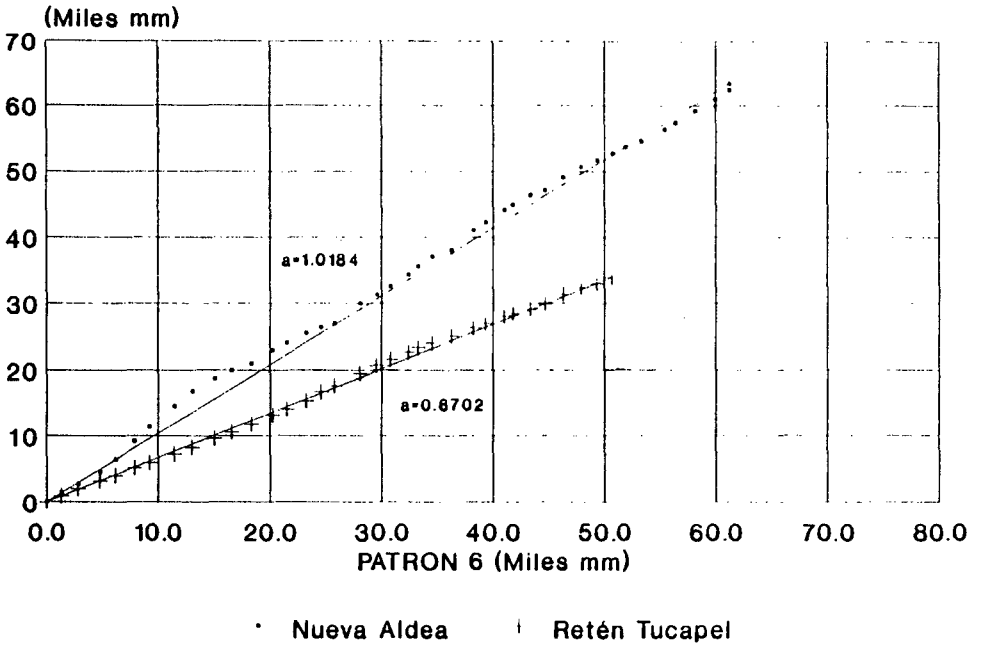


FIGURA III.F.1-7
CURVAS DOBLES ACUMULADAS
PATRON VS. PARRAL Y PATRON VS. CAUQUENES

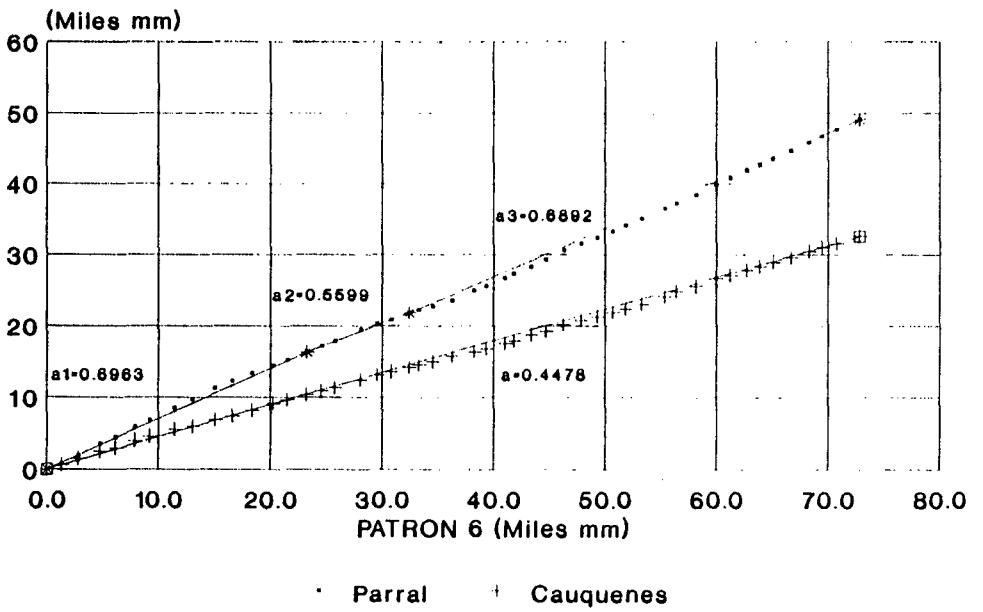


FIGURA III.F.1-8
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. SAN CARLOS Y PATRON VS. BULNES

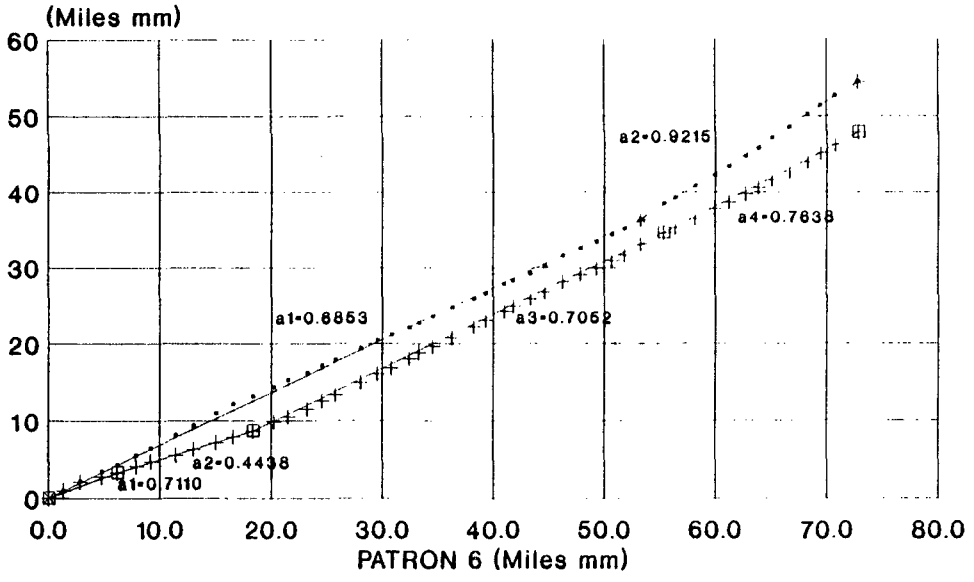


FIGURA III.F.1-9
CURVAS DOBLE ACUMULADA
PATRON VS. SAN LORENZO Y PATRON VS. PEMUCO

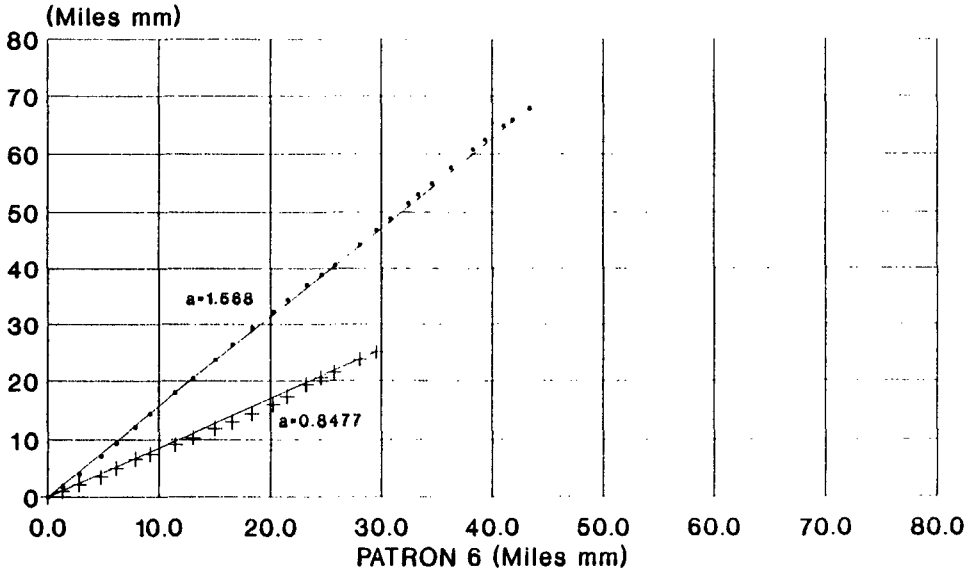
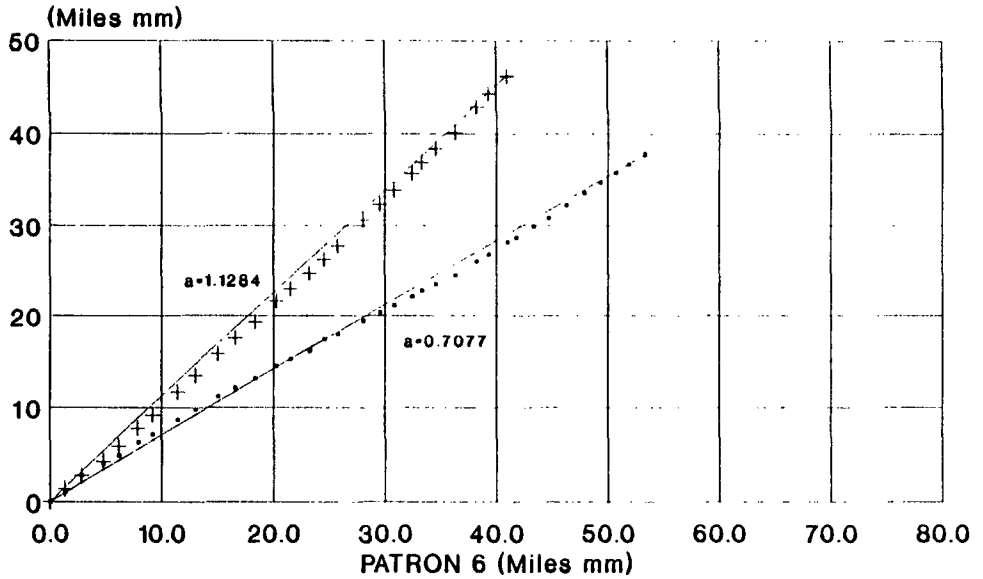
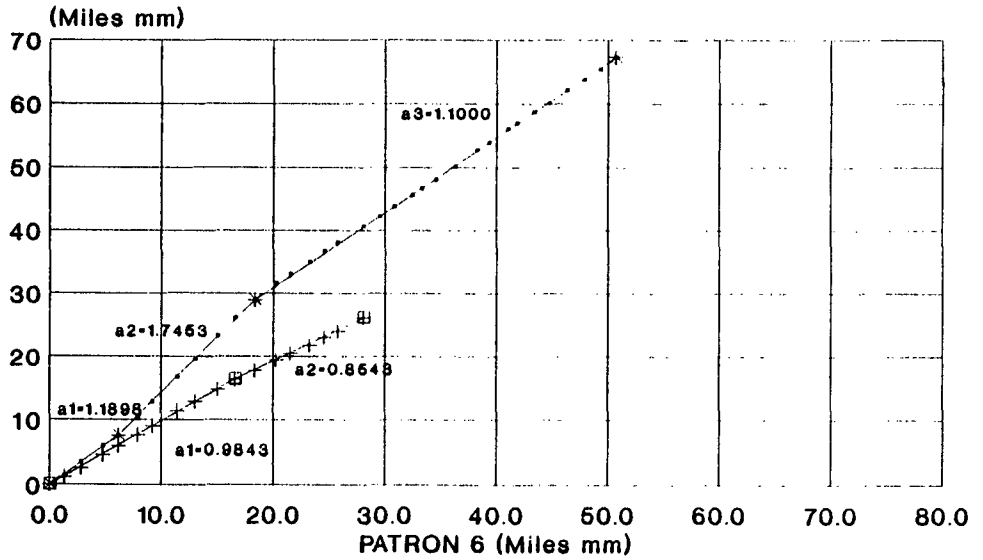


FIGURA III.F.1-10
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. CHILLANCITO Y PATRON VS. TRUPAN



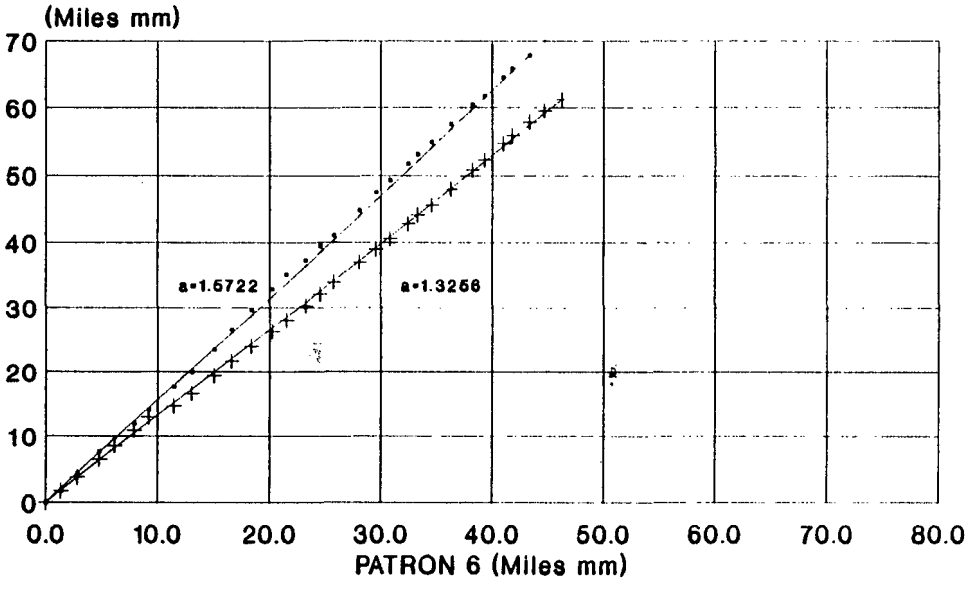
· Chillancito + Trupán

FIGURA III.F.1-11
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. SAN FABIAN Y PATRON VS. COIHUECO EMBALSE



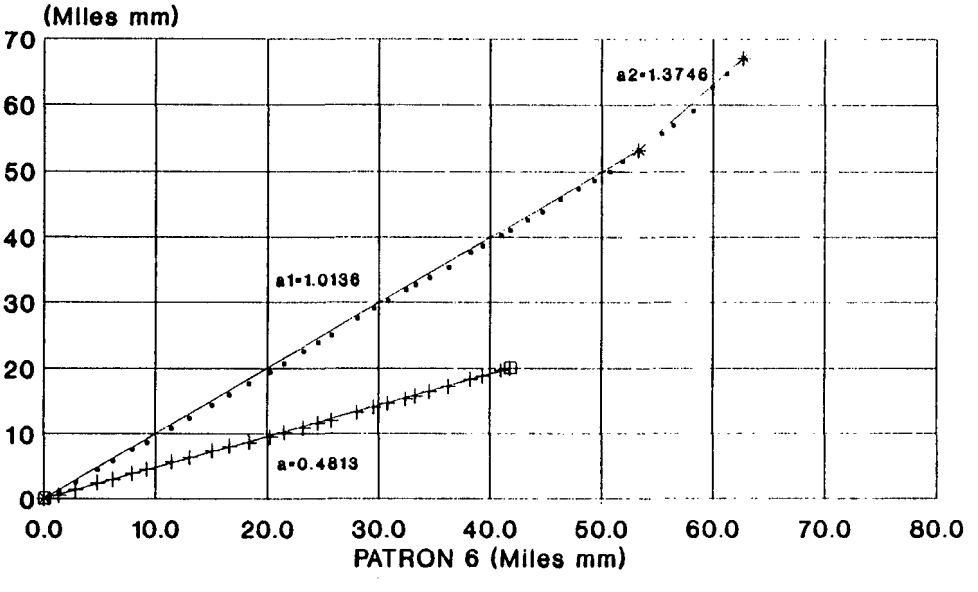
San Fabián Coihueco Embalse

FIGURA III.F.1-12
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. LAS TRANCAS Y PATRON VS. DIGUILLIN EMBALSE



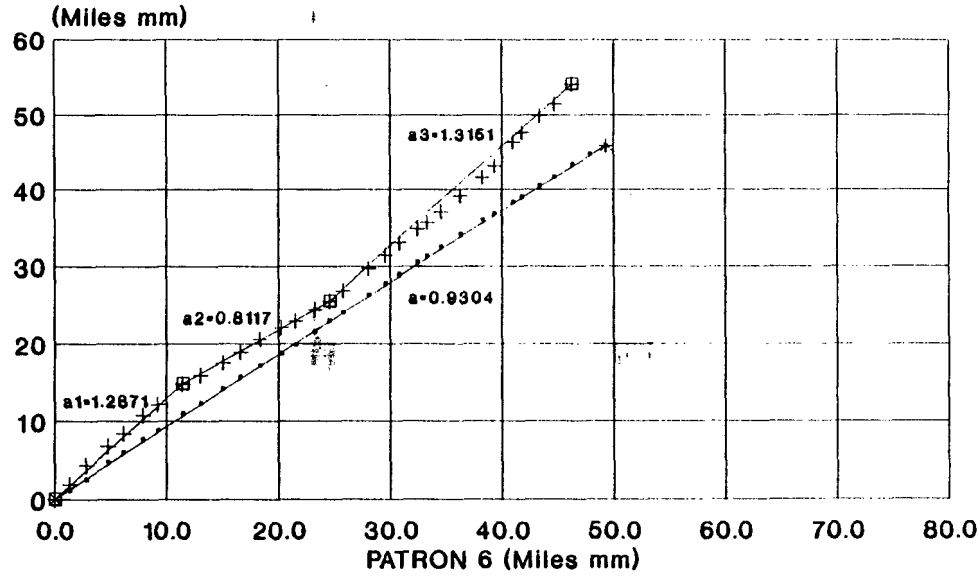
· Las Trancas + Diguillín Embalse

FIGURA III.F.1-13
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. DIGUA EMBALSE Y PATRON VS. QUELLA



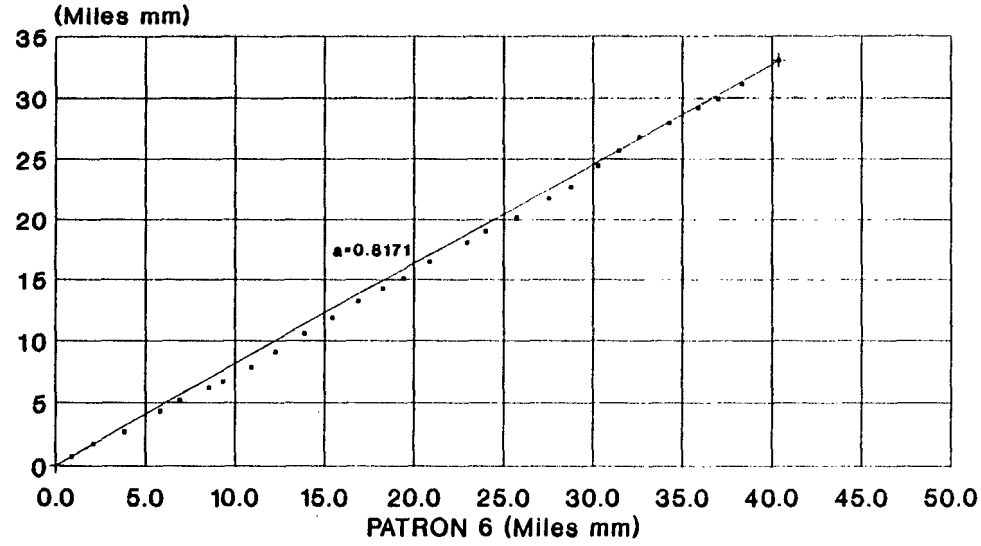
· Digua Embalse + Quella

FIGURA III.F.1-14
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. SAN MANUEL PERQUILAUQUEN Y PATRON VS. LA PUNILLA



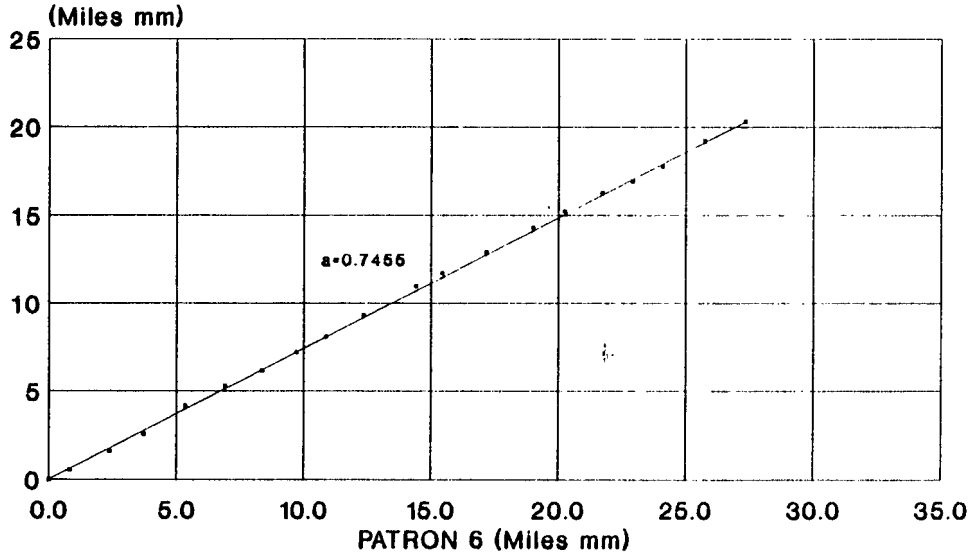
· Perquilauquén + La Punilla

FIGURA III.F.1-15
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. TOME



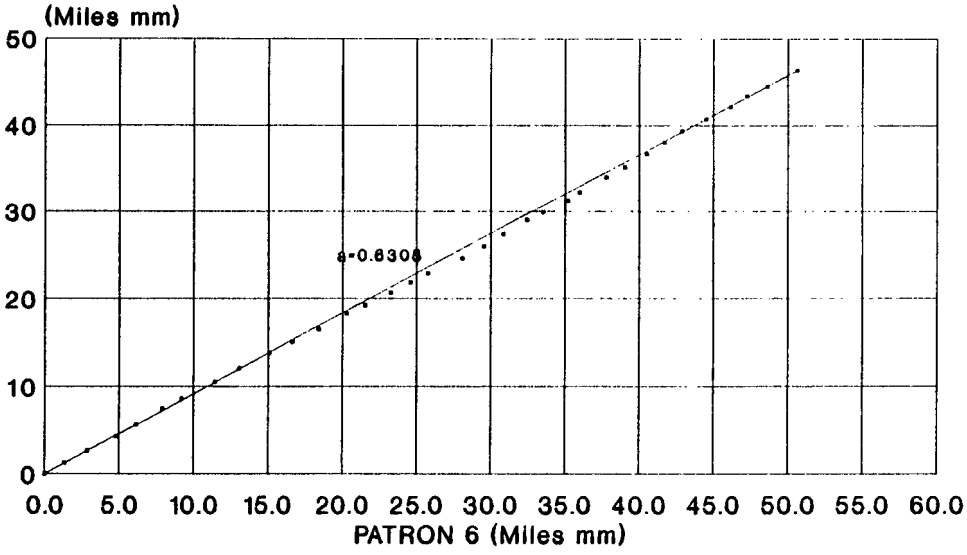
Tomé

FIGURA III.F.1-16
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. NINQUIHUE



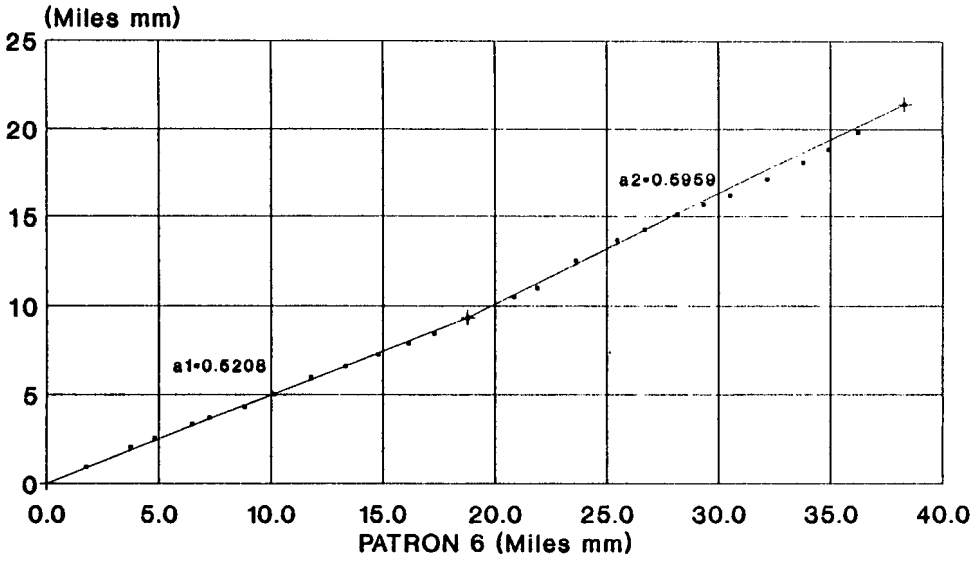
· Ninquihue

FIGURA III.F.1-17
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. CHIGUAYANTE



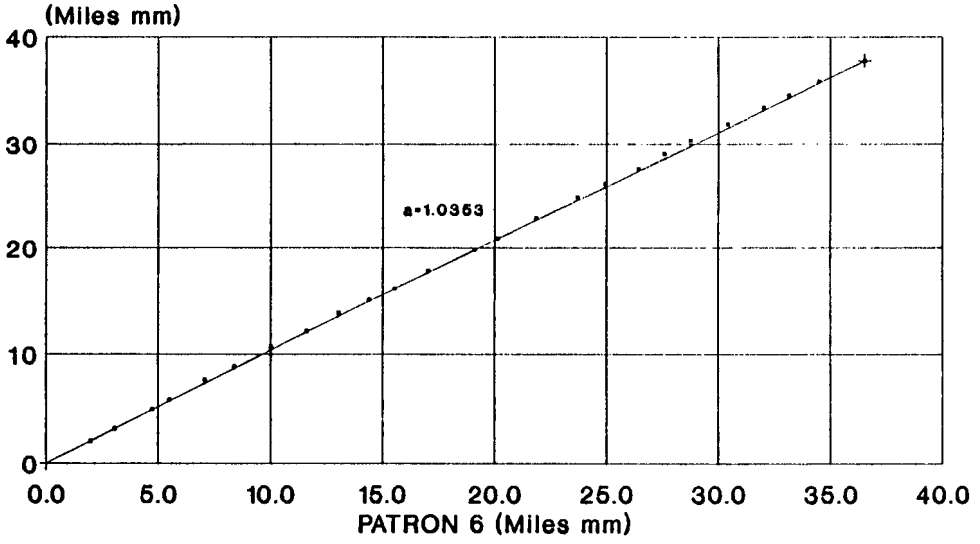
· Chiguayante

FIGURA III.F.1-18
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS QUIRIHUE



· Quirihue

FIGURA III.F.1-19
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. LLEPINHUE



· Llepinhue

FIGURA III.F.1-20
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. FUNDO VALENCIA Y PATRON VS. RETEN ANTUCO

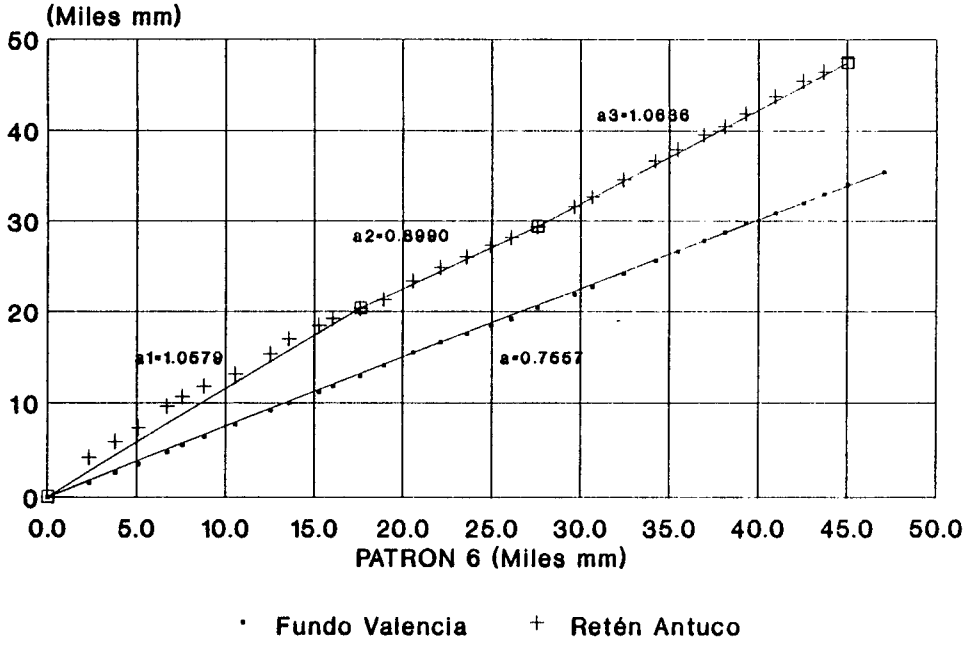


FIGURA III.F.1-21
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. YUNGAY Y PATRON VS QUILPOLEMU

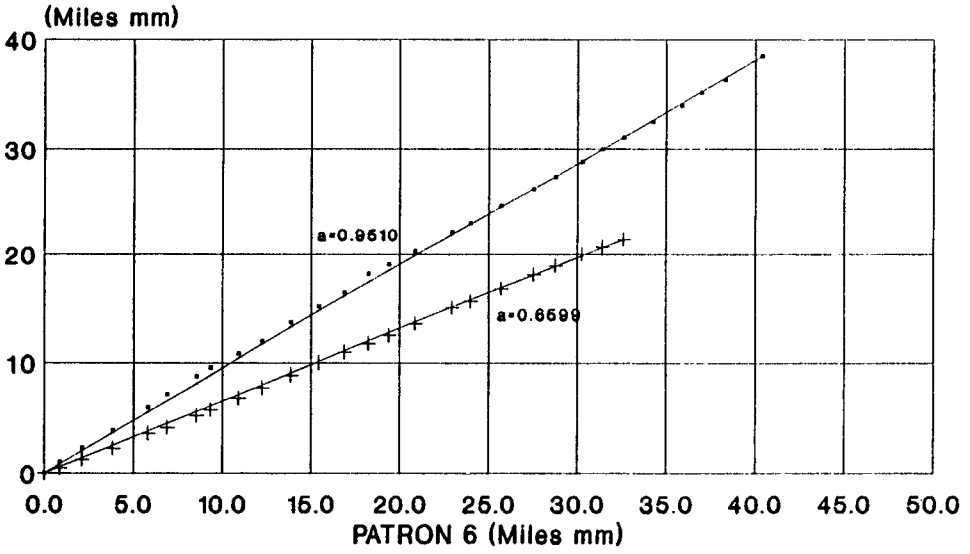
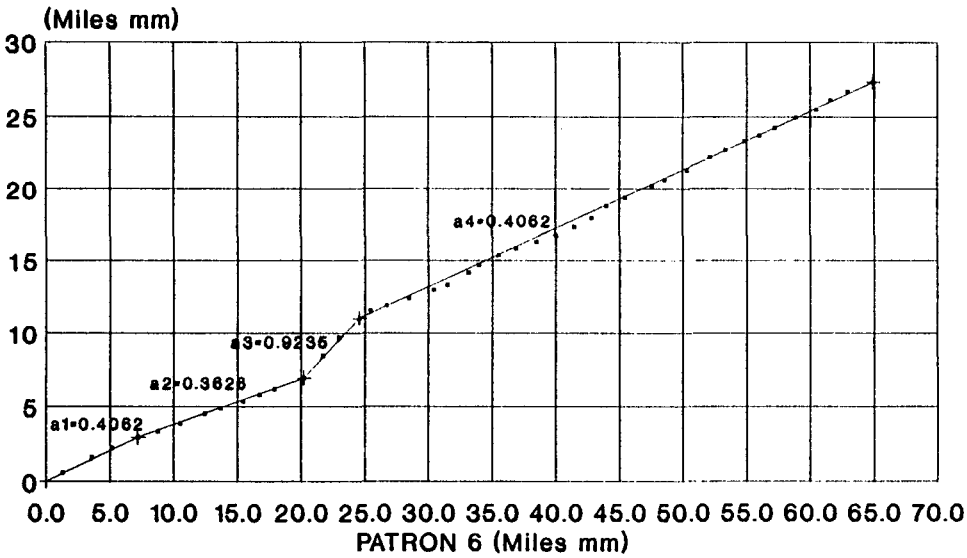
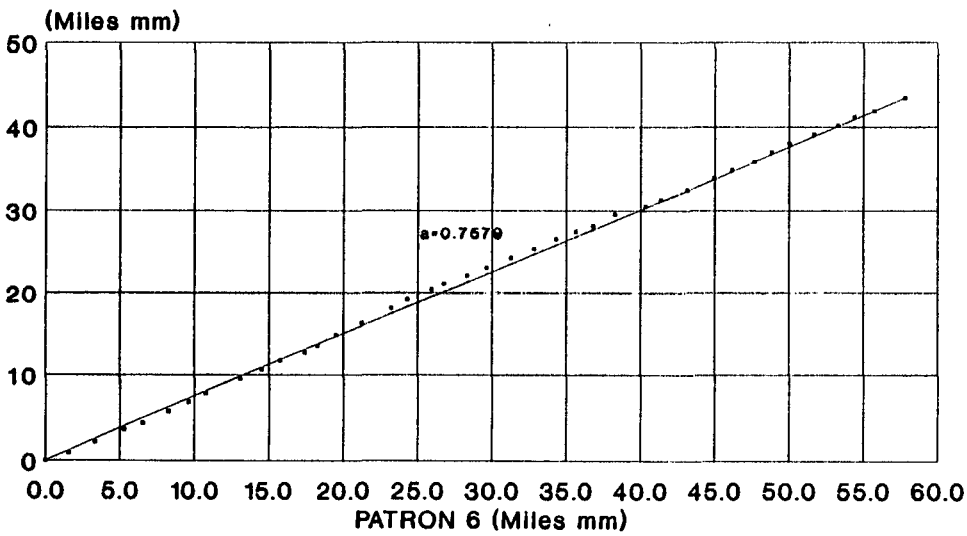


FIGURA III.F.1-22
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. FARO PUNTA TUMBES



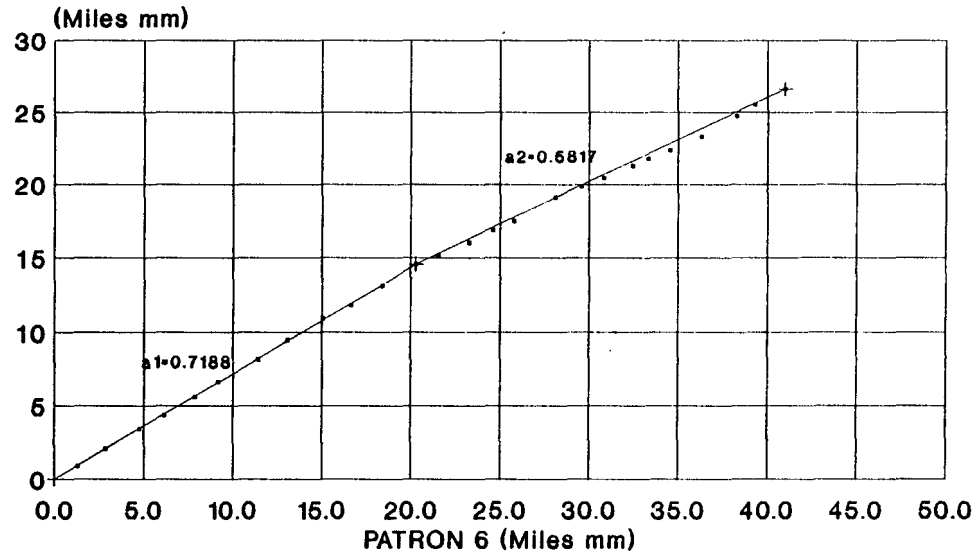
· Faro Punta Tumbes

FIGURA III.F.1-23
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. TALCAHUANO



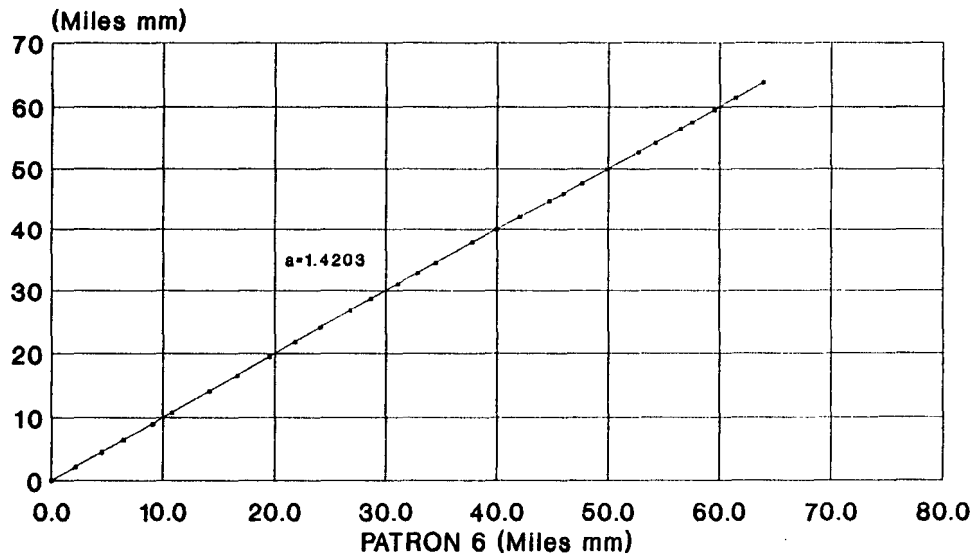
· Talcahuano

FIGURA III.F.1-24
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. CABRERO



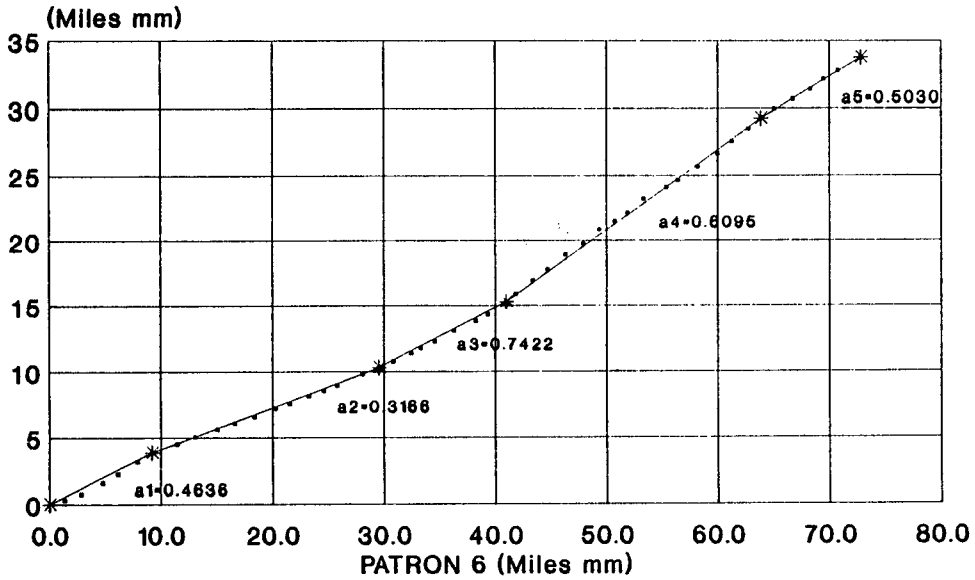
· Cabrero

FIGURA III.F.1-25
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. POLCURA EN BALSEADERO



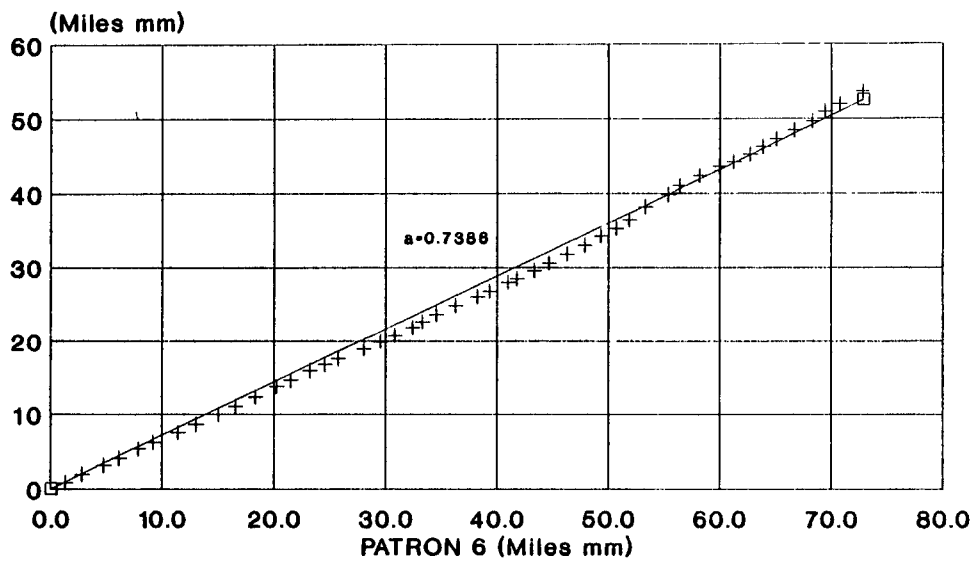
· Polcura

FIGURA III.F.1-26
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. FARO PUNTA HUALPEN



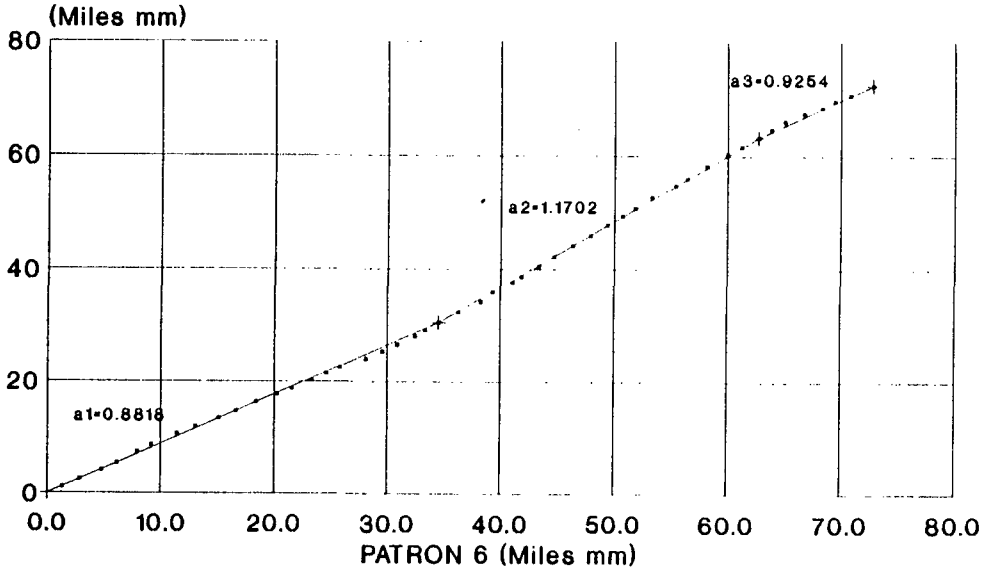
· Faro Punta Hualpén

FIGURA III.F.1-27
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. CERRO CARACOL



Cerro Caracol

FIGURA III.F.1-28
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
PATRON VS. NONQU EN



· Nonquién

CUADRO III.F.1-4 PENDIENTES CURVAS DOBLE ACUMULADAS

NOMBRE	CODIGO	PERIODO	PENDIENTE
Bullileo Emb.	701	1941 -1988	1.4018
Digua Emb.	702	1948 -1954	1.3746
		1954 -1988	1.0136
San Manuel Perquilauquén.	703	1957 -1988	0.9304
Parral	705	1941 -1967	0.6892
		1967 -1974	0.5599
		1974 -1988	0.6936
Quella	706	1962 -1988	0.4813
Cauquenes	707	1941 -1988	0.4478
San Carlos	801	1941 -1954	0.9215
		1954 -1988	0.6835
La Punilla	802	1959 -1974	1.3151
		1974 -1982	0.8117
		1982 -1988	1.2871
San Fabián	803	1956 -1978	1.1000
		1978 -1985	1.7453
		1985 -1988	1.1898
Coihueco Emb.	804	1972 -1979	0.8543
		1979 -1988	0.9843
Chillán	805	1941 -1988	0.6820
Las Trancas	806	1961 -1988	1.5722
Atacaldo Fdo.	807	1941 -1988	1.5905
San Lorenzo Fdo.	808	1961 -1988	1.5680
Diguillín Emb.	809	1959 -1988	1.3256
Pemuco	810	1971 -1988	0.8477
Cholguán	811	1956 -1967	0.8180
		1967 -1977	1.2928
		1977 -1988	0.8950
Fdo. Valencia	812	1941 -1972	0.7557
Bulnes	813	1941 -1953	0.7638
		1953 -1977	0.7062
		1977 -1987	0.4438
		1987 -1988	0.7110
Chillancito	814	1954 -1988	0.7077
Nueva Aldea	815	1956 -1988	0.6701
San Ignacio Pal	816	1941 -1988	0.7531
Coelemu	817	1961 -1988	0.5527
Trupán	818	1963 -1988	1.1284
Pta. Tumbes	819	1941 -1969	0.4062
		1969 -1972	0.9235
		1972 -1980	0.3626
		1980 -1983	0.4062
Tomé	820	1941 -1968	0.8171
Talcahuano	822	1941 -1979	0.7579
Pta. Hualpén	823	1941 -1947	0.5030
		1947 -1962	0.6095
		1962 -1970	0.4722
		1970 -1983	0.3166
		1983 -1988	0.4636
Polcura en Bals.	827	1959 -1987	1.4203
Retén Antuco	829	1942 -1954	1.0636
		1954 -1961	0.8990
		1961 -1972	1.0579
Retén Tucapel	830	1949 -1988	1.0184
Cabrero	831	1963 -1977	0.5817
		1977 -1988	0.7188
San Cristobal Fdo.	832	1941 -1988	0.6448
Hualqui	833	1941 -1988	0.9278
Cerro Caracol	834	1941 -1988	0.7386
Chiguayante	836	1941 -1950	0.6308
		1962 -1964	0.6308
		1969 -1988	0.6308

CUADRO III.F.1-4 PENDIENTES CURVAS DOBLE ACUMULADAS (Continuación)

NOMBRE	CODIGO	PERIODO	PENDIENTE
Quilpolemu	837	1946 -1968	0.6599
Llepinhue	838	1941 -1965	1.0353
Nonqu én	839	1941 -1949	0.9254
		1949 -1967	1.1702
		1967 -1988	0.8818
Yungay	842	1941 -1968	0.9510
Quirihue	848	1941 -1954	0.5956
		1954 -1966	0.5208
Ninquihue	849	1944 -1962	0.7455

Del análisis de estas curvas, previa verificación en planillas originales de la información que aparecía anómala, se decidió homogeneizar la estadística de las estaciones en los períodos y con los factores de homogeneización que se indican en el Cuadro III.F.1-5 siguiendo los procedimientos de rutina establecidos para estos efectos, es decir, utilizando la expresión:

$$Pc = Px \cdot \frac{Ab}{Ax}$$

donde:

Pc : precipitación corregida
Px : Precipitacion medida
Ax : Pendiente del periodo a corregir
Ab : Pendiente del período base supuesto correcto

CUADRO III.F.1-5 HOMOGENEIZACION DE ESTADISTICA MENSUAL

ESTACION	CODIGO	PERIODO	FACTOR DE CORRECCION
Digua Emb.	702	1948-1953	0.7374
Parral	705	1967-1973	1.2386
San Carlos	801	1941-1953	0.7417
La Punilla	802	1974-1981	1.5857
San Fabián	803	1978-1984	0.6817
Coihueco Emb.	804	1972-1978	1.1521
Cholguán	811	1967-1976	0.6923
Bulnes	813	1941-1952	0.9309
Pta. Tumbes	819	1977-1986	1.6021
Pta. Hualpén	823	1969-1971	0.4398
		1972-1979	1.1202
Retén Antuco	829	1947-1961	0.7606
		1970-1982	1.4643
Cabrero	831	1954-1960	1.1768
		1963-1976	1.2357
Nonqu!én	839	1941-1948	0.9529
		1949-1966	0.7535
Quirihue	848	1941-1953	0.8744

5.3 Extensión de Estadísticas

Para extender las estadísticas al período de análisis de 48 años manteniendo a su vez la homogeneidad y variabilidad propia de las estaciones individuales, se utilizó el siguiente procedimiento.

Cada estación a extender se correlacionó a nivel anual con las estaciones vecinas que dispusiesen de información en el período a extender.

En base a los coeficientes de correlación obtenidos, se seleccionó la estación mejor correlacionada, utilizándola como base para extender la información faltante a nivel mensual, en proporción a los cuocientes de los coeficientes de regresión de las curvas acumuladas, según la expresión:

$$Px = \frac{Ax}{Ab} \cdot Pb$$

donde:

Px	:	precipitación mensual de la estación a extender
PB	:	precipitaciónmensual medida en la estación base
Ax y Ab	:	pendiente de las curvas acumuladas respecto patrón pluviométrico de la estación a extender y la estación base respectivamente.

En algunas estaciones del sector Laja alto y sector bajo del río Itata no fue posible extender las estadísticas al período completo por falta de una estación base de la longitud mínima requerida.

En el Cuadro III.F.1-6 se indica para cada estación extendida, el factor de proporcionalidad, la estación base utilizada y el período extendido.

CUADRO III.F.1-6 EXTENSION DE ESTADISTICA PLUVIOMETRICA

CODIGO	ESTACION	FACTOR	ESTACION BASE	PERIODO EXTENDIDO
702	Digua	0.7229	Bullileo	1941-1947
703	San Manuel Perq.	0.7081	Bullileo	1941-1955
706	Quella	0.6939	Parral	1941-1961
802	La Punilla	1.0834	San Fabián	1941-1958
803	San Fabián	0.7525	Atacalco	1941-1955
806	Las Trancas	0.9878	Atacalco	1941-1960
808	San Lorenzo	0.9860	Atacalco	1941-1960
809	Diguillín	0.8329	Atacalco	1941-1958
811	Cholguán	1.1520	Fdo. Valencia	1941-1955
812	Fdo. Valencia	1.0678	Chillancito	1973-1988
814	Chillancito	0.9405	San Ignacio Palomares	1941-1953
815	Nueva Aldea	0.8898	San Ignacio Palomares	1941-1955
817	Coelemu	0.7304	San Ignacio Palomares	1941-1960
818	Trupán	1.2072	Yungay	1941-1962
819	Pta. Tumbes	0.9000	Pta. Hualpén	1984-1988
822	Talcahuano	1.6220	Pta. Hualpén	1980-1988
828	Central Abanico	1.3719	Retén Antuco	1942-1943
829	Retén Antuco	0.7283	Central Abanico	1973-1987
830	Retén Tucapel	1.0422	Retén Antuco	1942-1948
836	Chiguayante	0.9856	Hualqui	1951-1961 1965-1968
842	Yungay	1.2584	Fdo. Valencia	1969-1988

5.4 Estadísticas Mensuales Definitivas

En base al procedimiento de extensión antes descrito, se logró completar un total de 31 estaciones con estadística homogénea para el período total de 48 años entre 1941 y 1988, 1 estación con un período de 47 años y 2 estaciones con un período de 46 años, sumando un total de 34 estaciones que se sometieron a análisis de frecuencia.

A ello se agregan 11 estaciones con registros de longitud variable entre 17 y 29 años que se utilizan como estaciones de apoyo, habiéndose descartado un total de 11 estaciones por poseer estadística muy corta, poco representativa o poco confiable.

Las estadísticas definitivas se presentan en el Documento Interno de Trabajo Nº8 y se anexan en archivos magnéticos denominados PPTMXXX.ITT.

En el Cuadro III.F.1-7 se presenta el listado de las estaciones utilizadas en definitiva para el presente estudio, indicando la longitud de registro, el promedio anual correspondiente al período medido y el módulo pluviométrico correspondiente al período 1941 - 1988.

CUADRO III.F.1-7 ESTACIONES UTILIZADAS PARA ANALISIS DE FRECUENCIA

CODIGO	NOMBRE	LONG.-EST.		PROMEDIO MEDIDO	MODULO 41-88
701	Bullileo Emb.	48(41-88)	C	2126.3	2126.3
702	Digua Emb.	48(47-88)	H y E	1408.6	1526.4
703	San Manuel Perq.	48(56-88)	E	1434.5	1439.0
705	Parral	48(41-88)	H	1051.3	1051.3
706	Quella	48(62-88)	E	741.1	731.5
707	Cauquenes	48(41-88)inc	C	680.7	680.7
801	San Carlos	48(41-88)	H	1036.8	1036.8
802	La Punilla	48(59-88)	H y E	2009.6	1999.2
803	San Fabián	48(56-88)	H y E	1834.9	1840.4
804	Coihueco Emb.	17(72-88)	H.R	1625.4	1493.1
805	Chillán	48(41-88)	C	1034.5	1034.5
806	Las Trancas	48(61-88)	E	2421.9	2414.8
807	Atacaldo Fdo.	48(41-88)	C	2412.6	2412.6
808	San Lorenzo Fdo.	48(61-88)	E	2420.5	2411.1
809	Diguillín Emb.	48(59-88)	E	2044.9	2047.4
810	Pemuco	18(71-88)	R	1391.9	1285.8
811	Cholguán	48(56-88)	H y E	1336.9	1325.9
812	Fdo. Valencia	48(41-72)	E	1106.6	1137.4
813	Bulnes	48(41-88)	H	1075.4	1075.4
814	Chillancito	48(54-88)	E	1081.8	1081.1
815	Nueva Aldea	48(56-88)	E	1030.6	1020.7
816	San Ignacio Pal	48(41-88)	C	1142.4	1142.4
817	Coelemu	48(61-88)	E	855.4	843.1
818	Trupán	48(63-88)	E	1774.2	1701.7
819	Pta. Tumbes	48(41-83)	H y E	595.3	593.2
820	Tomé	28(41-68)	R	1178.7	1240.2
821	Penco	16(41-68)	R	1113.2	1135.7
822	Talcahuano	48(41-79)	E	1115.9	1126.3
823	Pta. Hualpén	48(41-88)	H	703.1	703.1
827	Polcura en Bals.	29(59-87)	R	2201.7	2152.2
828	Central Abanico	46(44-87)	E	2168.4	2148.2
829	Retén Antuco	46(42-72)	H y E	1597.5	1594.6
830	Retén Tucapel	47(49-88)	E	1559.7	1546.5
831	Cabrero	26(63-88)	H.R	1133.0	1090.4
832	San Cristobal Fdo.	48(41-88)	C	978.0	978.0
833	Hualqui	48(41-88)	C	1407.5	1407.5
834	Cerro Caracol	48(41-88)	C	1118.2	1118.2

CUADRO III.F.1-7 ESTACIONES UTILIZADAS PARA ANALISIS DE FRECUENCIA

CODIGO	NOMBRE	LONG.-EST.		PROMEDIO MEDIDO	MODULO 41-88
836	Chiguayante	48(41-88)inc	E	1404.9	1381.4
837	Quilpolemu	23(46-68)	R	932.0	997.7
838	Llepinhue	24(41-64)	R	1514.0	1571.8
839	Nonquién	48(41-88)	H	1337.5	1337.5
842	Yungay	48(41-68)	E	1377.8	1425.4
848	Quirihue	26(41-66)	H y R	766.8	790.1
849	Ninquihue	19(44-62)	R	1069.8	1128.1

C : Estadística Completa
H : Estadística Homogeneizada
E : Estadística Extendida
R : Estación Referencial

Para las estaciones que no se extendieron al período total, el módulo pluviométrico se calculó corrigiendo por el factor de variación del módulo pluviométrico del patrón de precipitaciones del período completo respecto al período de estadística común con la respectiva estación.

Con esta información se confeccionó el plano de isoyetas base, correspondiente a la precipitación media anual del período 1941 - 1988 de la cuenca del río Itata e interfluvios costeros del sector Itata - Bío-Bío (Plano Nº5).

6 RELLENO Y EXTENSION DE ESTADISTICAS MAXIMAS ANUALES EN DURACIONES DE 1 A 5 DIAS

El procedimiento utilizado para el relleno y extensión de estadísticas de precipitaciones máximas en las distintas estaciones fue diferente dependiendo del tipo de relleno, magnitud de la extensión requerida y nivel de correlación que presentara la estadística de la estación en análisis con la de las estaciones vecinas.

En general los casos considerados fueron los siguientes:

6.1 Relleno de Vacíos Aislados

En aquellas estaciones que presentaban estadísticas casi completas, faltando sólo datos aislados o cuyos registros fuesen altamente dudosos en no más de 3 o 4 valores anuales, se procedió a rellenarlos o corregirlos en proporción a los módulos pluviométricos, respecto a la estación más cercana con informacíon medida.

6.2 Extensión de Períodos Continuos

Para la extensión de la longitud de registro de aquellas estaciones que no cubrían el período de análisis completo, ya sea por ser de instalación más reciente, por haber sido descontinuadas o por haber sufrido cambios, se adoptaron los siguientes criterios:

i) Unificación de registros.

En el caso de estaciones descontinuadas por alguna institución y reiniciadas por otra, se procedió a unificar las series recopiladas de las distintas instituciones hasta cubrir la mayor longitud posible del período de análisis.

Análogo procedimiento se utilizó para rellenar estadísticas de estaciones muy cercanas entre sí, para eventos aislados o períodos cortos.

ii) Correlaciones analíticas.

En el caso de estaciones que presentaban longitud de estadística insuficiente, sin posibilidad de ser unificadas, se procedió en primera instancia a intentar la extensión de los registros a base de correlaciones analíticas.

Para estos efectos se efectuaron correlaciones lineales con 2 o más estaciones vecinas con información medida en el período a extender, seleccionando aquella estación base que presentara el mejor coeficiente de correlación y exigiéndose un coeficiente de correlación mínimo de $R = 0.7$ ($R^2=0.5$) para aceptar la correlación, previa su inspección gráfica para detectar situaciones anómalas. Estas correlaciones se efectuaron para las duraciones 24, 48, 72, 96 y 120 horas independientemente.

Se utilizaron regresiones que pasaban por el origen ya, que ellas tienen un mayor sentido físico y por ser la tendencia que marcaban las estaciones mejor correlacionadas.

A partir de las constantes de regresión obtenidas de las correlaciones, se procedió a rellenar la información faltante a partir de los registros de la estación base, verificando la consistencia de los resultados obtenidos y verificando que se respetaran las siguientes restricciones que deben satisfacer las variables entre si:

P96	≥	P72
(P96-P72)	≤	P24
P96	≤	2*P48
P120	≥	P96
(P120-P96)	≤	P24
(P120-P72)	≤	P48

Donde P24, P48, P72, P96 y P120 son las precipitaciones máximas en 24, 48, 72, 96 y 120 horas respectivamente.

Fue necesario verificar estas restricciones, ya que al generarse los valores en forma independiente y al no ser en general las correlaciones de un alto nivel, algunos valores generados tendían a violar estas restricciones.

iii) Utilización de registros antiguos.

En el caso de estaciones con registros antiguos y que estuvieron temporalmente descontinuadas o cuyos registros no están disponibles, se procedió a completar el número de años correspondiente a la longitud del período de análisis, incorporando información disponible de períodos anteriores. Este procedimiento se utilizó en los casos de no existir correlación con otras estaciones o que éstas fuesen muy dudosas, y previa verificación de que el promedio del período anterior a incorporar en el análisis no difiere significativamente del promedio del período posterior.

iv) Estadísticas no extendidas.

En aquellos casos en que no se obtuvo ningún nivel de correlación aceptable con estaciones vecinas, y tampoco existía información más antigua a incorporar al análisis, se procedió a no extender las series históricas disponibles, procediendo a efectuar el análisis de frecuencia de los datos, sólo en caso de disponerse de una estadística de más de 24 años.

En el Cuadro III.F.1-8, se explica en forma sumaria el tratamiento sometido a cada una de las estaciones utilizadas en el presente capítulo.

CUADRO III.F.1-8 TRATAMIENTO APLICADO A CADA ESTACION UTILIZADA

CODIGO	ESTACION	LONG.ESTAD. (años)	TRATAMIENTO EFECTUADO
701	Bullileo	48	Estadística completa
702	Digua Embalse	41	Se rellena por correlación con San Manuel Perquilauquén (703)
703	San Manuel Perquilanquén	33	Se rellena por correlación con Digua Embalse (702)
704	Perquilauquén	14	Se elimina. Estadística muy corta
705	Parral	41	Se rellena con Parral D.G.A. y además por regla de tres con Digua Embalse (02)
706	Quella	27	Se extiende por correlación con Parral (705)
707	Cauquenes	37	No se extiende por falta de correlación
801	San Carlos	45	Se rellena por regla de tres con Chillán (805)
802	La Punilla	28	No se extiende por falta de correlación
803	San Fabián	31	No se extiende por falta de correlación
804	Coihueco Embalse	17	Se elimina estadística muy corta
805	Chillán	44	Se adopta relleno de Bonomelli
806	Las Trancas	25	No se extiende por falta de correlación
807	Atacalco	46	Se rellena por regla de tres con Diguillín (809)
808	San Lorenzzo Fdo.	26	Se extiende y se rellena por correlación con Atacalco
809	Diguillín Embalse	30	Se extiende por correlación con Atacalco
810	Pemuco	14	Se elimina. Estadística muy corta
811	Cholguán	30	Se fusiona con Yungay (842)
812	Fdo. Valencia	30	Se extiende y rellena con Fundo San Cristobal (832)
813	Bulnes	48	Se rellena un año con Chillancito (814)
814	Chillancito	32	No se extiende por falta de correlación
815	Nva. Aldea	30	Se extiende y se rellena por correlación con San Ignacio (816)
816	San Ignacio Palomares	46	Se rellena tres años con Nueva Aldea (815)
817	Coelemu	22	Estadística muy corta. No se extiende
818	Trupán	24	Estadística muy corta. No se extiende
819	Faro Pta. Tumbes	43	No se extiende por falta de correlación
820	Tomé	19	Se elimina estadística muy incompleta
821	Penco	19	Se elimina estadística muy corta
822	Talcahuano	35	No se extiende por falta de correlación
823	Faro Pta. Hualpén	49	Estadística original completa
824	Isla Quiriquina	-	Se elimina. Estadística corta y poco representativa
825	Dichato	8	Se elimina estadística muy corta
826	Alto Polcura	10	Se elimina estadística muy corta
827	Polcura en Balseadero	25	No se extiende por falta de correlación
828	Central Abanico	20	Estadística muy corta no se extiende
829	Retén Antuco	29	No se extiende por falta de correlación
830	Retén Tucapel	33	No se extiende por falta de correlación
831	Cabreros	25	Se extiende y se rellena por correlación con Fdo. San Cristobal (832)
832	Fdo. San Cristobal	49	Estadística original completa
833	Hualqui	47	Se rellena dos años por regla de tres con Cerro Caracol (834)
834	Cerro Caracol	48	Se rellena un año por regla de tres con Hualqui (833)
835	Concepción	-	Estadística sólo parcialmente disponible. Se reemplaa por Cerro Caracol
836	Chiguayante	29	Se rellena por correlación con Nonquién (839)
837	Quilpolemu	20	Estadística muy corta no se extiende
838	Llepinhue	24	Estadística muy corta no se extiende
839	Nonquién	49	Estadística original completa

CUADRO III.F.1-8 TRATAMIENTO APLICADO A CADA ESTACION UTILIZADA (Continuación)

CODIGO	ESTACION	LONG.ESTAD. (años)	TRATAMIENTO EFECTUADO
840	Chillán Viejo	12	Se elimina estadística muy corta
841	Chillán Sendos	19	Se elimina estadística muy corta
842	Yungay	20	Se fusiona con Cholguán (811)
843	Santa Rosa de Cato	14	Se elimina estadística muy corta
844	General Cruz	9	Se elimina estadística muy corta
845	Fundo Bella Rosa	6	Se elimina estadística muy corta
846	Lircay	-	Se elimina estadística muy corta
847	Retén San Nicolás	5	Se elimina estadística muy corta
848	Quirihue	15	Se elimina estadística muy corta
849	Ninquihue	18	Se elimina estadística muy corta

En la Cuadro III.F.1-9 se incluyen las ecuaciones de regresión utilizadas para la extensión de estadísticas y los coeficientes de regresión logrados.

CUADRO III.F.1-9 ECUACIONES DE REGRESION USADAS PARA LA EXTENSION

CODIGO	ESTACION	R2					FACTOR					ESTACION BASE
		24	48	72	96	120	24	48	72	96	120	
702	Digua Embalse	0.51	0.64	0.66	0.68	0.77	1.03	1.04	1.03	1.05	1.06	S.Manuel en Perquilauquén 703
703	S. Manuel Perquilauquén	0.51	0.64	0.66	0.68	0.77	0.97	0.96	0.97	0.95	0.94	Digua Embalse 702
706	Quella	0.68	0.80	0.64	0.44	0.66	0.73	0.73	0.76	0.77	0.76	Parral 705
808	S. Lorenzo Fundo	0.52	0.86	0.82	0.85	0.77	1.02	1.00	1.01	1.01	0.99	Atacalco 807
809	Diguillín	0.54	0.56	0.81	0.65	0.74	0.91	0.90	0.91	0.90	0.91	Atacalco 807
812	Fdo. Valencia	0.63	0.55	0.66	0.73	0.65	1.07	1.10	1.10	1.09	1.09	Fdo. San Cristóbal 832
815	Nueva Aldea	0.54	0.63	0.66	0.70	0.58	0.83	0.87	0.88	0.87	0.84	San Ignacio 816
831	Cabrero	0.68	0.64	0.52	0.40	0.50	1.02	1.01	0.91	0.97	1.01	Fdo. San Cristóbal 832
836	Chiguayante	0.65	0.53	0.57	0.57	0.64	0.98	0.97	1.06	1.07	1.10	Nonquén 839

6.3 Estadísticas Definitivas

Toda la información procesada, rellenada y extendida, se ingresó a archivos magnéticos denominados PPMX(XXX).ANF, donde (XXX) corresponde al mismo código correlativo anteriormente definido las cuales se incluyen en el Documento Interno de Trabajo Nº1. Además de la magnitud de la precipitación máxima anual en las distintas duraciones especificadas, se indica la fecha del día de inicio de la tormenta correspondiente.

Las estadísticas sintéticas se identifican en cada caso, reemplazando la fecha de ocurrencia del evento por un asterisco.

7 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MENSUALES, ESTACIONALES Y ANUALES

7.1 Procedimiento General

Para cada una de las series estadísticas de precipitaciones mensuales, rellenadas, homogeneizadas y extendidas al período completo de análisis, se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones normal, logarítmico normal, valores extremos tipo I (Gumbel), Pearson III y Log-Pearson III. Las expresiones correspondientes a las respectivas distribuciones son las siguientes.

i) Distribución Normal:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{(2 \cdot \pi)} \cdot \sigma x} \cdot e^{\frac{-\frac{1}{2} \cdot (x - x')^2}{\sigma x}}$$

donde:

x'	:	promedio
σx	:	desviación standard

ii) Distribución Logarítmico Normal:

$$f(y) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi} \cdot \sigma y} \cdot e^{\frac{-\frac{1}{2} \cdot (y - y')^2}{\sigma y}}$$

donde :

y	:	Log(x)
y'	:	Promedio
σy	:	Desviación standard

En ambos casos la probabilidad asociada a distintos valores de la variable se obtiene de tablas.

iii) Distribución Extremo Tipo I (Gumbel)

$$f(x) = e^{-e^{-y}}$$

cumpliéndose:

$$\frac{y - yn}{\sigma n} = \frac{x - x'}{\sigma x}$$

donde:

x'	:	Promedio
σx	:	Desviación standard
yn	:	Promedio de la variable reducida
σn	:	Desviación standard de la variable reducida

Los valores de yn y σn se obtienen de tablas en función de la longitud de la estadística.

iv) Distribución Pearson III

$$f(x) = \frac{1}{b^a * \Gamma(a)} * (x-xo)^{a-1} * e^{\frac{-(x-xo)}{b}}$$

donde :

$xo = x - \sqrt{a} * \sigma x$

$a = (2/G)^2$

$b = (\sigma x/\sqrt{a})$

siendo :

x'	:	Promedio
σx	:	Desviación standard
G	:	Coeficiente de asimetría

Para fines prácticos, se utiliza la expresión:

$x = x' + k * \sigma x$

donde k se obtiene de tabla, en función del coeficiente de asimetría G, o aproximadamente, en forma analítica mediante la expresión:

$$K = \frac{2}{G} \cdot \left[\left(\left(\sigma n - \frac{G}{6} \right) \cdot \frac{G}{6} + 1 \right)^2 - 1 \right]$$

Esta aproximación pierde precisión para valores del coeficiente de asimetría G mayor que G=1.5, por lo que la confiabilidad del resultado, en caso de presentarse esta situación, es menor.

v) Distribución Log-Pearson III

Idéntica a la distribución Pearson III, trabajando con la transformación logarítmica y = log(x).

En todos los casos, para el cálculo de los parámetros se utilizó el método de los momentos, estimándose en base a los estadígrafos muestrales :

$$x' = \frac{1}{n} \cdot \Sigma x$$

$$\sigma x = \frac{\sqrt{\Sigma (x - x')^2}}{(n-1)}$$

$$G = \frac{n \cdot \Sigma (x - x')^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot \sigma x^3}$$

Para estos propósitos se desarrolló un programa computacional en lenguaje GWBASIC, procesable en microcomputador PC, IBM compatible, que a partir de las estadísticas de precipitaciones mensuales calcula las precipitaciones con probabilidad de excedencia 5%, 20%, 50%, 80% y 95% de cada uno de los doce meses del año, además de la precipitación total anual y las precipitaciones estacionales de "verano" e "invierno", para cada una de las distribuciones antes mencionadas.

Previo análisis de la distribución estacional típica de las precipitaciones mensuales de la región, se definió la precipitación de "invierno", como la correspondiente al semestre que incluye los meses de Abril a Septiembre, inclusive. La precipitación de "verano" se definió para cada estación como la precipitación del semestre que incluye los meses de Octubre a Diciembre más los meses de Enero a Marzo del año calendario siguiente.

El programa computacional desarrollado lleva incorporado además un test de bondad de ajuste correspondiente a las pruebas estadísticas X^2 y Kolmogoroff-Smirnov, adoptándose 5 intervalos de clases para cada distribución, por lo que los valores de referencia con un nivel de significancia del 5% para la distribución X^2 corresponden a $X^2=5.99$ y $X^2=3.84$ para distribuciones de dos y tres parámetros respectivamente.

Para el caso del test X^2, se calcula el estadígrafo:

$$Xo^2 = \sum_{i=1}^{i=5} \frac{(Nei - Noi)^2}{Nei}$$

donde :

Noi : número de valores observados dentro del intervalo de clase i.

Nei : número teórico esperado de valores dentro del intervalo de clase i de acuerdo a la función de distribución de frecuencia ensayada.

El valor Xo^2 se compara con valores tabulados de la distribución X^2 , para aceptar o rechazar la bondad de ajuste de la distribución, siendo mejor el ajuste mientras menor sea el valor de Xo^2.

En el caso del test Kolmogoroff-Smirnov, se calculan los estadígrafos

$$\delta = |Fei-Foi|$$

donde :

Fei : probabilidad de ocurrencia empírica del valor muestral.
Foi : es la probabilidad de ocurrencia teórica del valor muestral i, de acuerdo a la función de densidad de frecuencia ensayada.

El máximo valor δmax, de los estadígrafos δi, se compara con valores tabulados para aceptar o rechazar la bondad de ajuste de la distribución, siendo mejor el ajuste mientras menor sea el valor de δmax.

El programa entrega como resultado, aparte de la precipitación correspondiente a cada probabilidad, los valores de los test X^2 y Kolmogoroff-Smirnov, los coeficientes de frecuencia correspondientes a cada probabilidad y los parámetros y estadígrafos de cada distribución ensayada.

7.2 Tratamiento de Eventos Nulos

Las series de datos de precipitaciones mensuales analizadas, en particular las series correspondientes a los meses de verano, contienen frecuentes datos nulos por la no ocurrencia de precipitación en dichos períodos. Para un adecuado análisis de frecuencia de dichas series se incorporaron en el programa computacional los algoritmos necesarios para someter la información al siguiente análisis:

i) Se contabiliza para cada serie el número de datos con precipitación nula (No) definiéndose para cada mes la probabilidad del evento lluvia pLL, como:

$$pLL=\frac{(Nt-No)}{Nt}$$

donde :

Nt : Número total de datos
No : Número de datos nulos

ii) El análisis de frecuencia se efectúa sólo para los eventos no nulos, por lo que el resultado corresponde a la probabilidad condicional de excedencia, pc , dado que ha ocurrido precipitación. La probabilidad absoluta de excedencia p, en consecuencia, queda dada por la relación:

$$P=Pc\cdot L$$

Por lo tanto, la precipitación asociada a una probabilidad absoluta de excedencia preestablecida "p", corresponde a la precipitación con probabilidad condicional.

$$Pc=\frac{p}{pLL}$$

iii) Considerando que el programa sólo entrega las precipitaciones correspondientes a las probabilidades condicionales de 5, 20, 50, 80 y 95% de excedencia, el cálculo de la precipitación correspondiente a la probabilidad condicional requerida para cada caso se efectuó por interpolación manual de los puntos obtenidos.

En el caso de las distribuciones normal, lognormal y Gumbel, dicha interpolación se efectuó analíticamente, a partir de los parámetros calculados para cada distribución.

En el caso de las distribuciones Pearson y Log-Pearson la interpolación se efectuó graficamente, representando los resultados en un papel de probabilidades.

Los resultados del programa indican para cada caso la existencia de eventos nulos, la probabilidad del evento "lluvia" correspondiente y especifica en los casos pertinentes que la probabilidad calculada corresponde a una probabilidad condicional. El programa desarrollado se denominó ANFPTM.BAS.

El listado computacional incluido en el Cuadro III.F.1-10, presenta a modo de ejemplo el resultado del análisis efectuado a la estación P701, Embalse Bullileo. En dicha tabla la última columna corresponde a los resultados de los tests estadísticos, indicándose en la primera línea el valor del resultado del test X^2 y en la línea siguiente el valor correspondiente al test de Kolmogoroff-Smirnov.

Los resultados correspondientes a los análisis de frecuencia efectuados a las 34 estaciones pluviométricas consideradas en el estudio, se incluyen en el Documento Interno de Trabajo Nº8 y se anexan en archivos magnéticos denominados PPTMXXX.RES en este mismo documento.

7.3 Selección de la Distribución de Mejor Ajuste

A través del análisis de los resultados de los test X^2 y Kolmogoroff-Smirnov, se seleccionó para cada serie mensual, estacional o anual de cada estación, la función de distribución de frecuencia de mejor ajuste. En el Cuadro III.F.1-10 se indica para cada estación y cada serie considerada la distribución de mejor ajuste de acuerdo a los tests efectuados.

Del análisis de dicha tabla se observa, tanto en la distribución espacial como temporal, la existencia de ciertas distribuciones que aparecen con mayor frecuencia como las de mejor ajuste. En base a lo anterior, se intentó en primera instancia adoptar un criterio de uniformidad tanto regional como temporal, adoptando una distribución única para todas las estaciones de una cierta área y en los respectivos períodos del año. Este criterio, sin embargo, ocasionó una gran disparidad en algunos casos, entre las magnitudes de las precipitaciones para una probabilidad dada, imponiendo una distribución única, respecto a las magnitudes que resultaban de la probabilidad empírica de la muestra.

Por esta razón, y considerando que en este caso, tratándose de evaluar precipitaciones asociadas a probabilidades interpoladas y no extrapoladas respecto al período histórico, se decidió adoptar en definitiva, para cada estación y cada mes, la distribución de mejor ajuste en cada caso, lográndose una mejor concordancia con las probabilidades empíricas señaladas por cada serie.

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO

ESTACION : 701
PRECIPITACIONES TOTALES ENERO

PROM = 43.83 VARIAN = 2188.943 SKEW = 1.732968 NR. DE DATOS = 30
PROMLOG = 3.125756 VARLOG = 1.839837 SKEWLOG = -.6653189 NR. DE CEROS = 18

PROBABILIDAD DE LLUVIA = 62.5

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL					
	95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-33.13	4.45	43.83	83.21	120.79	8.33
COEF.FREC.	-0.756	0.102	1.000	1.898	2.756	0.167
GUMBEL	-24.78	1.26	36.69	84.36	146.20	13.33
COEF.FREC.	-0.675	0.034	1.000	2.299	3.985	0.167
PEARSONIII	-5.52	6.33	31.41	74.04	135.37	1.00
COEF.FREC.	-0.176	0.202	1.000	2.357	4.309	0.033
LOGNORMAL	2.45	7.27	22.78	71.33	212.07	4.33
COEF.FREC.	0.107	0.319	1.000	3.132	9.311	0.100
LG-PRS.III	1.96	7.78	26.43	72.68	159.77	1.67
COEF.FREC.	0.074	0.295	1.000	2.750	6.046	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 2.377571E-02 MODA = 21.2767
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.331922 BETA= 40.53945 GAMMA= -10.16538
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 9.036502 BETA= 1.175304 GAMMA= 1.560342

PRECIPITACIONES TOTALES, FEBRERO

PROM = 37.50811 VARIAN= 2608.059 SKEW = 2.591573 NR. DE DATOS = 37
PROMLOG = 2.888157 VARLOG= 1.700731 SKEWLOG = -.1148027 NR. DE CEROS = 11

PROBABILIDAD DE LLUVIA= 77.08334

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL					
	95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-46.50	-5.47	37.51	80.49	121.51	31.51
COEF.FREC.	-1.240	-0.146	1.000	2.146	3.240	0.211
GUMBEL	-36.20	-8.32	29.62	80.66	146.88	22.32
COEF.FREC.	-1.222	-0.281	1.000	2.724	4.959	0.200
PEARSONIII	-1.86	1.69	19.31	62.35	137.58	10.97
COEF.FREC.	-0.096	0.087	1.000	3.229	7.125	0.173
LOGNORMAL	2.10	5.99	17.96	53.82	153.44	4.76
COEF.FREC.	0.117	0.334	1.000	2.997	8.543	0.086
LG-PRS.III	2.02	6.04	18.41	54.18	146.92	5.30
COEF.FREC.	0.110	0.328	1.000	2.942	7.979	0.086

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 2.220396E-02 MODA = 13.10994
PARAMETROS PEARSON, ALFA= .5955702 BETA= 66.17474 GAMMA= -1.903591
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 303.4979 BETA= 1.689862 GAMMA= 1.881726

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

ESTACION : 701
PRECIPITACIONES TOTALES, MARZO

PROM = 57.6725 VARIAN = 2979.143 SKEW = 1.534338 NR. DE DATOS = 40
PROMLOG = 3.34995 VARLOG = 2.42985 SKEWLOG = -1.098879 NR. DE CEROS = 8

PROBABILIDAD DE LLUVIA = 83.33334

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-32.11	11.74	57.67	103.61	147.45	3.00
COEF.FREC.	-0.557	0.204	1.000	1.796	2.557	0.100
GUMBEL	-20.69	8.92	49.20	103.41	173.72	1.25
COEF.FREC.	-0.421	0.181	1.000	2.102	3.531	0.050
PEARSONIII	-3.81	13.01	44.61	94.68	163.62	1.25
COEF.FREC.	-0.086	0.292	1.000	2.123	3.668	0.025
LOGNORMAL	2.19	7.68	28.50	105.83	370.19	10.75
COEF.FREC.	0.077	0.269	1.000	3.713	12.989	0.150
LG-PRS.III	1.50	8.98	37.56	106.30	211.02	1.75
COEF.FREC.	0.040	0.239	1.000	2.830	5.618	0.050

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 2.091027E-02 MODA = 31.67478
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 1.699097 BETA = 41.87325 GAMMA= -13.4742
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 3.312534 BETA = 1.195861 GAMMA= 1.318067

PRECIPITACIONES TOTALES, ABRIL

PROM = 129.2378 VARIAN = 18377.19 SKEW = 2.11499 NR. DE DATOS = 45
PROMLOG = 4.350611 VARLOG = 1.369977 SKEWLOG = -1.058716 NR. DE CEROS = 3

PROBABILIDAD DE LLUVIA = 93.75

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-93.75	15.15	129.24	243.33	352.22	32.22
COEF.FREC.	-0.725	0.117	1.000	1.883	2.725	0.200
GUMBEL	-63.93	8.93	108.08	241.47	414.51	13.56
COEF.FREC.	-0.591	0.083	1.000	2.234	3.835	0.156
PEARSONIII	4.37	25.94	87.14	207.63	396.38	6.22
COEF.FREC.	0.050	0.298	1.000	2.383	4.549	0.111
LOGNORMAL	11.31	28.95	77.53	207.61	531.60	4.22
COEF.FREC.	0.146	0.373	1.000	2.678	6.857	0.089
LG-PRS.III	8.57	32.37	94.71	208.71	354.50	3.56
COEF.FREC.	0.090	0.342	1.000	2.204	3.743	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 8.496768E-03 MODA = 64.94256
PARAMETROS PEARSON, ALFA= .8942178 BETA = 143.3567 GAMMA= 1.045715
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 3.568627 BETA = 1.237756 GAMMA= 3.243787

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

PRECIPITACIONES TOTALES, MAYO

PROM = 353.5792 VARIAN = 58384.84 SKEW = 1.30455 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 5.611513 VARLOG = .6557553 SKEWLOG = -1.086045 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-43.88	150.22	353.58	556.93	751.04	5.13
COEF.FREC.	-0.124	0.425	1.000	1.575	2.124	0.108
GUMBEL	10.61	139.87	315.75	552.39	859.36	1.79
COEF.FREC.	0.034	0.443	1.000	1.749	2.722	0.046
PEARSONIII	61.20	152.09	303.49	525.79	816.63	3.46
COEF.FREC.	0.202	0.501	1.000	1.733	2.691	0.038
LOGNORMAL	72.20	138.38	273.56	540.79	1036.42	5.54
COEF.FREC.	0.264	0.506	1.000	1.977	3.789	0.100
LG-PRS.III	59.40	149.91	315.24	542.28	776.86	1.79
COEF.FREC.	0.188	0.476	1.000	1.720	2.464	0.046

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 4.789606E-03 MODA = 239.2293
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 2.350383 BETA = 157.6088 GAMMA= -16.86188
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 3.391288 BETA = .5282038 GAMMA= 4.370032

PRECIPITACIONES TOTALES, JUNIO

PROM = 389.0396 VARIAN = 36156.58 SKEW = .2833289 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 5.828194 VARLOG = .3036278 SKEWLOG = -.3872331 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA					
	95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	76.26	229.01	389.04	549.07	701.82	4.29
COEF.FREC.	0.196	0.589	1.000	1.411	1.804	0.092
GUMBEL	119.15	220.86	359.27	545.50	787.06	3.46
COEF.FREC.	0.332	0.615	1.000	1.518	2.191	0.071
PEARSONIII	92.31	227.03	380.08	545.83	716.33	3.04
COEF.FREC.	0.243	0.597	1.000	1.436	1.885	0.071
LOGNORMAL	137.25	213.67	339.74	540.20	840.98	3.46
COEF.FREC.	0.404	0.629	1.000	1.590	2.475	0.058
LG-PRS.III	129.74	216.63	351.99	543.96	788.43	2.63
COEF.FREC.	0.369	0.615	1.000	1.545	2.240	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 6.086339E-03 MODA = 299.0526
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 49.82854 BETA = 26.93732 GAMMA = -953.2075
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 26.67565 BETA = 7.806057E-02 GAMMA = 1.93855

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

ESTACION : 701
PRECIPITACIONES TOTALES, JULIO

PROM = 405.8417 VARIAN = 45819.15 SKEW = .4682148 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 5.829016 VARLOG = .4495279 SKEWLOG = -1.069344 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	53.74	225.69	405.84	585.99	757.94	2.42
COEF.FREC.	0.132	0.556	1.000	1.444	1.868	0.058
GUMBEL	102.02	216.52	372.33	581.97	853.90	1.17
COEF.FREC.	0.274	0.582	1.000	1.563	2.293	0.038
PEARSONIII	84.40	222.78	389.24	579.22	783.92	1.58
COEF.FREC.	0.217	0.572	1.000	1.488	2.014	0.037
LOGNORMAL	112.86	193.40	340.02	597.82	1024.41	2.42
COEF.FREC.	0.332	0.569	1.000	1.758	3.013	0.100
LG-PRS.III	96.18	206.35	381.75	599.46	810.14	1.79
COEF.FREC.	0.252	0.541	1.000	1.570	2.122	0.033

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 5.406623E-03 MODA = 304.5417
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 18.24609 BETA = 50.11164 GAMMA= -508.4995
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 3.49804 BETA = .1569616 GAMMA= 2.965081

PRECIPITACIONES TOTALES, AGOSTO

PROM = 303.6499 VARIAN = 26485.86 SKEW = .5522515 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 5.566355 VARLOG = .3216968 SKEWLOG = -.1530119 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	35.95	166.68	303.65	440.62	571.35	4.50
COEF.FREC.	0.118	0.549	1.000	1.451	1.882	0.100
GUMBEL	72.65	159.71	278.17	437.56	644.31	2.63
COEF.FREC.	0.261	0.574	1.000	1.573	2.316	0.058
PEARSONIII	63.76	164.39	288.80	434.25	594.21	4.50
COEF.FREC.	0.221	0.569	1.000	1.504	2.058	0.100
LOGNORMAL	102.86	162.23	261.48	421.45	664.69	2.21
COEF.FREC.	0.393	0.620	1.000	1.612	2.542	0.050
LG-PRS.III	100.42	163.00	265.29	423.00	648.07	2.21
COEF.FREC.	0.379	0.614	1.000	1.594	2.443	0.050

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 7.111196E-03 MODA= 226.6318
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 13.11554 BETA= 44.93801 GAMMA= -285.7363
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 170.8478 BETA= .1566139 GAMMA= 3.512279

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

PRECIPITACIONES TOTALES, SEPTIEMBRE

PROM = 192.5209 VARIAN = 18041.42 SKEW = 1.619027 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 5.030857 VARLOG = .5247219 SKEWLOG = -.5819762 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-28.42	79.48	192.52	305.56	413.46	12.00
COEF.FREC.	-0.148	0.413	1.000	1.587	2.148	0.121
GUMBEL	1.87	73.72	171.49	303.04	473.68	5.54
COEF.FREC.	0.011	0.430	1.000	1.767	2.762	0.087
PEARSONIII	45.33	83,53	158.85	281.78	454.22	4.71
COEF.FREC.	0.285	0.526	1.000	1.774	2.859	0.087
LOGNORMAL	46.49	83.20	153.06	281.60	503.90	4.50
COEF.FREC.	0.304	0.544	1.000	1.840	3.292	0.067
LG-PRS.III	41.80	85.76	164.10	284.50	442.07	4.71
COEF.FREC.	0.255	0.523	1.000	1.734	2.694	0.087

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 8.61617E-03 MODA = 128.9554
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 1.52599 BETA= 108.7325 GAMMA = 26.59612
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 11.80999 BETA= .5863929 GAMMA = 4.136027

PRECIPITACIONES TOTALES, OCTUBRE

PROM = 135.0021 VARIAN = 9149.115 SKEW = .8780871 NR. DE DATOS = 47
PROMLOG = 4.576007 VARLOG = .9369502 SKEWLOG = -1.282207 NR. DE CEROS = 1

PROBABILIDAD DE LLUVIA= 97.91666

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-22.33	54.50	135.00	215.50	292.34	4.81
COEF.FREC.	-0.165	0.404	1.000	1.596	2.165	0.111
GUMBEL	-0.93	50.31	120.04	213.86	335.56	2.68
COEF.FREC.	-0.008	0.419	1.000	1.782	2.795	0.081
PEARSONIII	4.66	53.51	121.30	208.50	312.07	2.68
COEF.FREC.	0.038	0.441	1.000	1.719	2.573	0.081
LOGNORMAL	19.76	43.01	97.13	219.34	477.33	6.51
COEF.FREC.	0.203	0.443	1.000	2.258	4.915	0.123
LG-PRS.III	15.24	48.57	118.34	217.99	315.80	2.68
COEF.FREC.	0.129	0.410	1.000	1.842	2.669	0.081

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.208089E-02 MODA = 89.70384
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 5.187818 BETA= 41.99496 GAMMA = -82.86005
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 2.433011 BETA= .4249775 GAMMA = 2.371301

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

PRECIPITACIONES TOTALES, NOVIEMBRE

PROM = 90.02618 VARIAN = 7060.767 SKEW = 1.035714 NR. DE DATOS = 42
PROMLOG = 3.936824 VARLOG = 1.51449 SKEWLOG = -.5979971 NR. DE CEROS = 6

PROBABILIDAD DE LLUVIA= 87.5

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-48.19	19.31	90.03	160.74	228.24	9.67
COEF.FREC.	-0.535	0.214	1.000	1.786	2.535	0.148
GUMBEL	-30.23	15.17	76.95	160.08	267.90	8.71
COEF.FREC.	-0.393	0.197	1.000	2.080	3.481	0.100
PEARSONIII	-19.79	18.85	75.95	152.98	247.84	5.38
COEF.FREC.	-0.261	0.248	1.000	2.014	3.263	0.100
LOGNORMAL	6.77	18.19	51.26	144.39	388.04	0.62
COEF.FREC.	0.132	0.355	1.000	2.817	7.571	0.052
LG-PRS.III	5.63	19.19	57.87	146.92	308.62	1.10
COEF.FREC.	0.097	0.332	1.000	2.539	5.333	0.052

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 1.363545E-02 MODA= 50.07489
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 3.728899 BETA= 43.51466 GAMMA= -72.23554
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 11.18567 BETA= .6372985 GAMMA= 1.560403

PRECIPITACIONES TOTALES, DICIEMBRE

PROM = 57.11842 VARIAN = 3631.98 SKEW = 1.206921 NR. DE DATOS = 38
PROMLOG = 3.198728 VARLOG = 2.652045 SKEWLOG = -.7461378 NR. DE CEROS = 10

PROBABILIDAD DE LLUVIA= 79.16666

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-42.01	6.40	57.12	107.84	156.25	7.00
COEF.FREC.	-0.736	0.112	1.000	1.888	2.736	0.126
GUMBEL	-29.71	3.12	47.79	107.90	185.86	4.89
COEF.FREC.	-0.622	0.065	1.000	2.258	3.889	0.100
PEARSONIII	-17.94	6.54	45.48	100.90	171.84	5.42
COEF.FREC.	-0.394	0.144	1.000	2.219	3.778	0.100
LOGNORMAL	1.68	6.22	24.50	96.47	356.90	1.21
COEF.FREC.	0.069	0.254	1.000	3.938	14.567	0.074
LG-PRS.III	1.25	6.84	29.91	98.53	242.87	3.58
COEF.FREC.	0.042	0.229	1.000	3.295	8.121	0.074

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.885807E-02 MODA = 28.3567
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 2.74601 BETA = 36.3681 GAMMA = -42.74874
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 7.184921 BETA = .9827417 GAMMA = .5001099

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

ESTACION : 701
PRECIPITACIONES TOTALES, TOTAL ANUAL

PROM = 2126.331 VARIAN = 332479.2 SKEW = 5.606801E-02 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 7.623106 VARLOG = 8.408048E-02 SKEWLOG = -.5169865 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	1177.87	1641.06	2126.33	2611.61	3074.80	3.46
COEF.FREC.	0.554	0.772	1.000	1.228	1.446	0.058
GUMBEL	1307.90	1616.35	2036.06	2600.77	3333.30	1.38
COEF.FREC.	0.642	0.794	1.000	1.277	1.637	0.067
PEARSONIII	1187.15	1639.56	2120.94	2609.96	3083.90	2.21
COEF.FREC.	0.560	0.773	1.000	1.231	1.454	0.050
LOGNORMAL	1269.20	1602.10	2044.90	2610.09	3294.70	0.96
COEF.FREC.	0.621	0.783	1.000	1.276	1.611	0.050
LG-PRS.III	1221.34	1618.88	2096.25	2620.69	3146.07	0.96
COEF.FREC.	0.583	0.772	1.000	1.250	1.501	0.050

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.007093E-03 MODA = 1853.454
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 1272.418 BETA = 16.16468 GAMMA = -18441.9
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 14.96586 BETA = 8.128919E-03 GAMMA = -2.720274

PRECIPITACIONES TOTALES, VERANO

PROM = 361.8808 VARIAN = 27100.88 SKEW = .553308 NR. DE DATOS = 47
PROMLOG = 5.780866 VARLOG = .2443616 SKEWLOG = -.444299 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	91.09	223.33	361.88	500.43	632.67	1.40
COEF.FREC.	0.252	0.617	1.000	1.383	1.748	0.060
GUMBEL	127.92	216.12	336.13	497.61	707.06	0.13
COEF.FREC.	0.381	0.643	1.000	1.480	2.104	0.013
PEARSONIII	119.27	221.01	346.83	493.97	655.83	0.34
COEF.FREC.	0.344	0.637	1.000	1.424	1.891	0.017
LOGNORMAL	143.70	213.76	324.04	491.22	730.69	0.13
COEF.FREC.	0.443	0.660	1.000	1.516	2.255	0.026
LG-PRS.III	135.71	216.91	336.05	494.48	683.36	0.13
COEF.FREC.	0.404	0.645	1.000	1.471	2.033	0.013

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 7.019349E-03 MODA = 283.9187
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 13.0655 BETA = 45.54373 GAMMA = -233.1708
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 20.26326 BETA = .1367582 GAMMA = 3.994051

CUADRO III.F.1-10 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION BULLILEO (Continuación)

PRECIPITACIONES TOTALES, INVIERNO

PROM = 1765.792 VARIAN = 242752.6 SKEW = -.0848313 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 7.432722 VARLOG = 9.745886E-02 SKEWLOG = -.8989789 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	955.35	1351.14	1765.79	2180.45	2576.23	0.96
COEF.FREC.	0.541	0.765	1.000	1.235	1.459	0.037
GUMBEL	1066.46	1330.03	1688.66	2171.19	2797.12	3.04
COEF.FREC.	0.632	0.788	1.000	1.286	1.656	0.100
PEARSONIII	943.65	1353.31	1772.76	2182.33	2564.17	0.96
COEF.FREC.	0.532	0.763	1.000	1.231	1.446	0.037
LOGNORMAL	1011.52	1299.83	1690.40	2198.34	2824.91	1.37
COEF.FREC.	0.598	0.769	1.000	1.300	1.671	0.079
LG-PRS.III	947.31	1330.89	1769.50	2205.11	2580.79	0.54
COEF.FREC.	0.535	0.752	1.000	1.246	1.458	0.029

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.348918E-03 MODA = 1532.624
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 555.8374 BETA = 20.89815 GAMMA = -9850.181
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 4.949497 BETA = 1.324149E-02 GAMMA = 7.260847E-02

CUADRO III.F.1-11 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE MEJOR AJUSTE

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	P	LN	P	LP	P	LP	G	LN	LN	G	LN	LN	LN	G	LP
702	LP	LN	LP	LP	G	N	G	LN	LN	LP	LP	LP	N	LN	N
703	P	LN	P	LN	P	P	LP	LP	LN	LP	P	LP	G	G	N
705	LN	LN	LP	LP	LP	LP	LP	LP	LN	LN	LN	P	LN	LP	G
706	LN	LN	LP	LN	P	N	G	LN	LN	LP	LP	P	G	N	LN
707	LN	LN	LN	P	P	P	P	LN	LN	LP	LN	LP	G	G	LN
801	LN	LP	LP	LP	P	LN	P	LN	LN	LP	LN	LP	LN	LN	N
802	LP	P	LP	P	P	N	LP	LP	LP	LN	P	LP	LN	G	N
803	P	P	N	LN	G	G	G	LN	LP	LP	LP	LP	N	LN	N
805	LP	G	LP	LP	P	G	G	LN	LP	LP	LN	LP	P	N	P
806	LN	LP	N	P	P	LP	LN	LP	LN	P	LP	LN	LP	G	N
807	P	LN	G	P	P	LP	LN	G	LN	P	LP	LN	N	LP	N
808	P	LN	P	P	P	LN	N	LN	LN	P	LP	LN	LN	LP	LP
809	P	LP	G	P	P	G	LP	G	LP	LP	LP	P	P	N	P
811	LP	LN	LP	P	LP	LP	P	P	LN	LP	LN	LN	N	P	N
812	P	LN	P	LP	LN	LP	P	LN	G	LP	LP	LP	N	N	N
813	LP	LP	LP	P	G	N	P	LP	LP	LP	LP	LP	P	LP	N
814	LN	LP	P	LP	G	LP	P	LP	LN	LP	LP	LP	P	N	G
815	LP	LN	P	P	LP	P	G	P	LN	LN	LP	LP	G	P	P
816	LN	LN	LN	P	G	N	N	LN	LN	LN	LP	P	LN	LP	N
817	LN	LN	LP	LP	LP	G	G	LP	LN	LN	LN	LP	N	G	N
818	P	P	LP	LP	G	P	P	LN	LN	LN	LP	P	LN	N	LN
819	LN	LP	LN	P	LN	LP	LN	P	LN	LN	P	P	N	LN	N
822	LP	LP	LN	LP	G	N	LN	G	LN	LN	LP	LP	G	P	N
823	LP	LP	P	LP	G	LN	G	G	G	LP	LN	LP	N	P	P
828	LP	P	LN	LP	G	P	LP	G	P	P	LN	LN	N	LN	N
829	LP	P	LP	LP	G	LP	P	LP	P	LP	LN	LN	LN	LP	LP
830	LN	LP	G	P	LP	LN	LP	LN	G	LP	LN	LN	LN	G	P
832	G	G	P	P	G	P	G	G	LN	LN	LP	LP	G	P	N
833	LP	LP	P	LN	LN	LP	G	LP	LN	LN	LN	LN	G	P	LP
834	LN	LN	LN	LP	LP	LP	LP	LN	LN	LN	LN	LN	N	P	P
836	LP	LP	LN	P	LN	P	N	LN	P	LN	LN	LP	LN	LP	N
839	LP	LN	P	LP	G	P	N	LN	LN	LP	LN	LP	N	N	N
842	LP	LP	LP	LN	G	G	P	LN	LN	LP	LP	P	LN	LP	LN

En los Cuadros III.F.1-12 a III.F.1-16, se presenta en definitiva la precipitación correspondiente a cada probabilidad para cada estación en cada uno de los doce meses del año, más las precipitaciones estacionales de invierno y verano, y la total anual.

A partir de esta información, se confeccionaron los planos de curvas isoyetas estacionales y anual para las distintas probabilidades de excedencia, que se acompañan como Planos Nº6 al Nº20.

CUADRO III.F.1-12 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 5%

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	106.0	128.0	152.0	350.0	816.6	788.4	853.9	664.7	503.9	476.0	362.0	295.0	3294.7	707.1	2580.8
702	75.0	86.0	113.0	255.0	644.6	546.0	626.3	523.2	323.2	224.0	188.0	155.0	2198.1	517.0	1883.9
703	87.0	93.0	106.0	275.0	570.4	507.3	502.5	477.9	327.4	217.0	167.0	136.0	2180.4	479.6	1726.3
705	77.0	67.0	79.0	178.0	442.5	425.1	450.4	328.4	226.0	201.0	116.0	74.5	1639.9	281.1	1489.2
706	67.0	49.5	51.5	158.0	291.7	272.8	324.5	251.0	159.0	97.0	70.5	52.0	1160.6	200.9	1007.2
707	48.5	29.0	68.0	108.0	281.4	274.6	327.4	243.4	173.7	80.0	72.0	50.6	1122.5	181.5	990.3
801	85.0	67.0	80.0	194.7	401.3	418.1	403.4	326.5	246.6	129.0	134.0	90.0	1561.8	332.2	1288.4
802	150.0	110.0	150.0	340.0	655.0	612.4	834.9	687.0	412.0	370.0	216.0	186.0	2986.4	695.0	2377.6
803	119.0	104.5	247.0	418.0	716.8	690.1	838.2	611.5	376.8	250.0	219.0	187.0	2582.4	683.3	2214.1
805	87.0	59.0	100.0	162.0	401.9	435.8	407.5	300.1	200.9	154.0	135.0	118.0	1521.9	299.8	1275.4
806	240.0	180.0	154.7	370.0	900.6	793.3	1165.2	737.0	507.2	360.7	332.5	290.0	3537.7	931.4	2833.6
807	150.0	195.0	187.2	340.0	855.8	862.0	952.6	745.5	462.7	347.2	319.0	330.0	3310.5	827.8	2723.5
808	142.0	182.0	172.0	345.0	856.6	881.8	767.4	654.4	455.1	357.3	301.0	338.0	3552.4	808.9	2763.9
809	138.0	130.0	148.0	308.0	726.1	681.5	723.6	639.0	358.7	283.0	248.0	210.0	2800.2	687.1	2265.3
811	144.0	94.0	119.0	234.0	498.9	454.1	472.8	379.1	319.6	218.0	290.0	184.0	1910.6	445.9	1587.7
812	82.0	76.0	98.0	186.0	567.7	374.0	410.2	415.3	207.3	152.0	106.0	114.0	1603.1	314.3	1381.1
813	82.0	58.0	83.0	190.0	431.6	363.7	432.9	311.3	214.4	161.0	140.0	87.0	1534.1	328.6	1281.9
814	70.5	51.5	88.0	165.0	456.8	357.3	430.6	396.6	241.4	136.6	106.0	99.0	1628.4	281.7	1527.4
815	57.0	44.5	81.0	173.8	380.0	409.0	434.9	335.3	204.1	170.3	98.0	96.5	1650.2	279.1	1378.8
816	84.5	53.0	93.0	167.0	471.7	435.4	427.8	445.8	218.2	186.2	91.0	88.2	1688.8	296.7	1449.7
817	51.5	41.5	69.0	138.0	281.0	377.1	385.2	324.6	186.8	115.0	123.0	72.0	1246.4	239.8	1115.4
818	131.0	112.4	149.0	275.0	617.5	568.0	588.1	541.7	380.6	316.9	330.0	154.8	2458.2	571.6	2038.1
819	75.8	31.0	54.0	74.0	253.0	199.8	278.4	216.6	123.5	144.2	66.5	47.5	854.8	174.5	734.4
822	110.0	71.0	92.0	146.0	452.8	370.5	561.8	343.9	213.8	274.4	128.0	121.0	1719.7	318.6	1325.3
823	79.0	45.0	47.0	89.5	282.9	299.6	284.6	211.2	136.4	109.9	120.0	79.0	1004.3	212.0	832.9
828	160.0	153.0	260.0	392.0	708.8	653.7	690.9	608.6	392.9	321.0	372.6	430.0	3068.1	902.8	2399.4
829	132.0	116.5	118.0	304.0	580.6	573.0	511.6	437.5	347.4	194.0	281.0	305.0	2518.7	607.1	2067.7
830	205.0	120.0	194.0	260.0	629.4	559.8	604.6	507.3	336.0	256.0	272.0	218.0	2703.6	627.7	2173.5
832	67.0	46.3	70.0	142.5	400.0	342.2	419.2	279.9	201.8	155.0	129.8	95.0	1456.0	280.2	1164.7
833	101.0	78.0	78.5	225.0	691.6	488.9	591.1	465.9	285.7	207.0	208.0	127.0	2078.2	365.7	1687.3
834	115.0	88.0	109.0	150.0	417.6	361.5	396.7	368.6	188.8	186.0	184.0	152.0	1537.2	310.9	1330.0
836	104.0	73.0	138.0	176.0	677.9	474.9	469.2	474.8	250.6	237.0	178.0	128.0	1928.2	403.0	1594.6
839	118.0	87.0	91.2	159.0	477.1	437.2	455.5	391.6	254.0	191.0	249.0	127.0	1741.6	382.4	1466.9
842	129.8	70.2	124.0	275.0	575.9	592.6	514.4	504.7	331.7	179.0	176.5	125.0	2122.5	454.4	1845.3

CUADRO III.F.1-13 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 20%

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	54.0	41.5	32.5	85.0	525.8	544.0	582.0	421.5	281.6	215.0	130.0	75.0	2610.1	497.6	2205.1
702	36.0	27.5	59.0	135.0	418.6	421.4	422.1	310.6	187.9	140.0	83.0	60.0	1870.1	333.9	1591.9
703	41.8	28.2	62.0	128.0	376.7	379.3	394.6	283.9	184.3	135.0	91.0	60.0	1749.4	335.2	1469.8
705	27.0	18.5	40.5	110.0	289.7	306.6	317.4	205.3	125.0	84.0	49.0	35.2	1292.9	218.9	1131.1
706	29.8	16.8	26.2	66.0	197.8	211.5	216.4	141.2	87.0	52.5	38.5	20.0	900.2	145.5	783.6
707	12.2	6.8	18.7	59.0	186.6	201.8	215.4	136.8	86.5	44.0	29.0	19.6	845.3	123.1	751.9
801	29.4	17.5	35.6	96.0	279.1	271.9	289.9	196.6	132.7	86.0	46.5	36.5	1256.8	220.3	1086.9
802	67.0	54.0	89.5	175.0	475.0	477.5	548.6	432.5	250.0	180.0	140.0	91.2	2416.1	495.5	2015.0
803	57.0	48.0	95.0	178.0	469.8	472.9	492.6	372.5	232.1	157.0	117.0	83.0	2220.0	449.2	1874.2
805	36.8	30.5	47.0	100.0	271.6	291.4	277.5	189.2	130.7	84.0	60.0	43.5	1251.3	239.6	1056.6
806	75.0	75.0	112.6	218.0	618.6	591.6	629.2	446.4	300.0	231.8	183.1	110.0	2935.7	659.7	2394.9
807	77.0	66.0	110.5	212.0	594.1	575.5	596.4	507.4	288.6	230.4	172.3	105.0	2872.0	629.9	2343.4
808	68.0	68.0	91.0	210.0	596.3	584.7	600.7	502.2	285.9	231.7	171.7	105.0	2897.1	635.4	2385.1
809	63.0	61.0	84.0	185.0	507.9	479.1	520.5	431.1	240.3	202.0	149.0	95.0	2417.6	548.9	1969.7
811	60.0	36.5	66.0	136.0	350.7	328.0	349.9	272.0	174.0	125.0	99.0	54.0	1625.1	344.1	1335.1
812	46.0	24.5	56.0	110.0	307.0	319.9	302.9	224.2	140.1	90.0	67.0	52.0	1375.7	255.5	1167.9
813	38.0	33.5	42.0	102.0	285.7	285.4	291.5	209.4	127.3	89.0	72.0	43.0	1283.2	251.2	1091.9
814	27.0	18.8	44.0	95.0	301.3	308.4	304.6	234.9	134.8	71.0	54.0	34.2	1322.6	212.4	1163.0
815	20.5	16.8	42.0	91.0	274.0	291.9	286.0	206.2	120.8	79.0	57.5	36.5	1268.2	213.0	1089.1
816	29.0	16.2	39.5	101.0	311.6	335.5	326.2	247.7	129.7	82.0	57.0	38.4	1373.5	220.8	1220.9
817	19.0	12.3	31.4	71.0	241.5	251.7	251.0	183.5	100.6	56.0	43.6	26.5	1049.4	164.5	926.3
818	70.2	62.6	87.0	168.0	414.3	423.9	413.0	332.1	219.2	158.0	120.0	82.6	2025.0	458.3	1647.2
819	20.0	11.5	23.5	43.0	146.1	148.5	159.5	123.1	73.3	56.0	40.0	24.8	727.1	139.7	615.4
822	36.5	27.0	38.5	96.0	294.7	292.1	325.2	232.2	130.4	107.8	75.0	47.5	1359.6	265.0	1132.5
823	24.4	17.2	28.6	55.0	183.0	186.6	193.8	140.8	89.1	67.1	46.0	34.2	857.2	174.2	709.4
828	87.0	72.0	111.0	218.0	489.0	494.9	504.4	408.5	276.7	208.5	158.4	130.0	2618.9	628.5	2045.8
829	70.0	59.0	74.0	155.0	379.3	418.3	373.8	268.3	220.6	160.0	117.0	88.0	1967.0	484.6	1544.4
830	61.5	47.5	75.0	149.0	371.6	365.1	385.3	311.6	222.4	158.0	103.0	71.8	1987.3	440.5	1626.6
832	35.4	24.0	42.0	84.0	265.7	257.6	280.3	187.6	113.9	70.5	63.0	38.9	1165.9	218.7	995.0
833	40.0	34.0	46.5	112.0	375.5	394.0	401.6	299.8	163.6	108.4	74.0	47.4	1671.1	296.5	1443.1
834	35.0	25.0	44.8	104.0	282.4	277.5	302.2	226.7	121.2	92.0	69.0	42.8	1332.6	251.9	1117.7
836	37.5	28.2	53.0	110.0	362.5	364.7	371.3	278.4	161.0	117.0	77.0	51.0	1620.8	313.6	1376.7
839	46.0	28.0	51.1	115.0	321.4	338.0	358.3	255.8	156.6	117.0	97.0	56.0	1544.3	313.1	1286.8
842	45.0	38.9	64.0	134.0	380.1	398.3	364.8	286.3	183.5	115.0	86.0	64.0	1719.4	334.2	1452.7

CUADRO III.F.1-14 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 50%

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	6.5	11.1	32.5	85.0	303.4	352.0	372.3	261.5	153.1	95.0	37.0	14.5	2044.9	336.1	1769.5
702	5.5	6.6	18.5	56.0	244.4	290.9	264.4	179.8	106.5	69.0	28.0	14.0	1526.4	211.2	1286.0
703	6.4	5.5	23.0	55.0	220.9	259.5	265.6	164.6	101.0	67.0	36.0	14.2	1379.9	224.0	1198.0
705	2.9	3.3	15.0	48.0	165.0	192.9	191.1	118.3	67.0	33.5	21.5	1.9	1007.8	146.9	855.1
706	8.7	0.2	9.2	27.5	121.0	147.4	133.1	77.3	46.0	24.7	13.4	0.0	699.4	95.7	602.4
707	0.0	0.0	42.0	23.2	110.5	135.2	125.5	74.8	41.6	22.3	9.9	0.0	647.6	78.0	563.5
801	6.0	3.9	13.5	41.5	174.8	173.3	186.7	115.6	69.4	44.5	15.2	8.4	1001.1	143.3	875.7
802	17.9	14.5	34.5	74.2	305.0	336.1	332.2	247.6	146.0	84.0	68.0	28.0	1935.1	341.7	1635.2
803	14.9	12.8	26.5	72.0	279.4	305.5	282.3	221.6	133.8	79.0	50.0	22.3	1840.4	289.4	1518.1
805	4.8	5.8	15.5	46.5	163.8	180.0	177.3	116.7	75.8	42.0	24.6	9.2	1007.8	176.5	844.8
806	25.3	20.8	50.1	112.0	376.7	390.3	365.1	323.9	176.2	133.4	69.8	30.5	2412.6	449.0	1945.3
807	27.0	25.0	57.9	105.0	385.8	398.6	329.9	267.2	173.1	128.6	75.6	24.0	2367.9	450.2	1935.4
808	24.3	24.0	40.0	110.0	378.9	380.3	426.0	342.7	175.6	130.7	71.2	29.0	2339.9	452.3	1953.2
809	20.0	18.4	38.0	95.0	322.2	323.1	336.5	270.8	151.1	115.0	65.0	36.0	2034.7	404.0	1652.0
811	12.4	9.9	28.5	63.0	195.7	211.3	229.8	173.9	92.1	56.0	30.5	13.4	1325.9	248.9	1070.4
812	13.5	6.4	24.0	52.0	161.2	224.0	201.5	117.6	88.4	43.5	29.5	10.4	1137.4	193.9	944.5
813	5.4	6.2	15.0	44.0	173.3	203.5	177.6	129.1	72.9	43.0	29.0	10.9	1053.3	175.8	892.8
814	7.2	4.5	15.4	45.0	181.5	217.1	194.0	125.6	73.3	33.6	23.5	4.9	1049.6	146.9	882.1
815	6.8	4.5	17.4	39.5	162.0	190.8	171.2	119.1	69.7	34.9	24.5	6.6	973.7	151.6	833.1
816	5.1	3.7	3.5	111.2	188.2	230.8	219.8	130.8	75.2	34.6	22.8	8.2	1106.1	152.7	981.3
817	2.3	2.5	9.6	11.7	157.1	155.1	147.6	98.5	52.6	20.5	12.7	4.7	843.1	106.4	728.0
818	13.2	18.2	41.5	81.0	257.6	293.5	263.7	199.0	122.9	75.2	44.0	25.8	1652.8	339.6	1647.2
819	4.1	2.6	9.5	24.0	82.2	102.0	89.0	67.8	42.4	21.2	15.0	6.0	593.2	103.3	490.6
822	6.9	5.8	17.6	44.5	172.9	209.9	183.3	146.2	77.7	40.5	31.8	9.8	1082.0	202.3	930.5
823	4.5	4.7	14.2	28.5	106.0	113.7	123.8	86.7	52.7	30.3	17.0	12.8	703.1	131.8	576.4
828	34.5	31.5	44.0	96.6	313.6	353.2	332.9	254.3	177.1	117.8	64.7	34.5	2148.2	430.0	1675.4
829	25.0	22.4	36.0	67.0	224.0	268.1	248.5	164.6	129.6	90.0	46.0	23.5	1518.2	339.9	1165.0
830	15.0	9.7	36.2	73.0	191.4	233.3	217.7	187.0	134.8	78.0	38.0	19.3	1439.5	296.1	1160.4
832	8.7	4.4	18.4	43.5	162.3	180.4	173.1	116.9	65.6	31.0	24.0	9.2	942.3	158.8	817.1
833	9.2	8.9	21.0	52.0	198.1	273.5	255.4	174.3	91.3	54.5	24.5	15.2	1357.3	222.2	1183.2
834	7.1	6.5	17.5	56.5	173.9	199.0	199.8	136.3	76.2	44.5	25.0	9.8	1118.2	192.8	912.3
836	7.5	6.6	7.1	21.5	188.2	260.7	269.6	159.2	95.1	56.0	31.5	12.9	1351.1	222.0	1148.4
839	12.5	8.3	23.6	65.0	201.4	245.4	256.5	163.8	94.3	60.5	35.0	14.4	1337.5	240.6	1098.1
842	8.7	10.8	25.5	61.0	229.1	248.6	233.9	158.0	98.7	60.5	35.0	14.4	1378.9	231.8	1130.6

CUADRO III.F.1-15 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 80%

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	0.0	0.0	0.5	24.2	152.1	216.6	216.5	162.2	83.2	41.5	9.8	0.0	1602.1	216.1	1330.9
702	0.0	0.0	0.0	17.2	114.9	160.4	147.6	104.1	60.3	25.5	2.5	0.0	1182.8	133.6	980.2
703	0.0	0.0	0.0	20.5	106.9	153.6	149.5	95.4	55.3	25.0	1.0	0.0	1102.8	141.3	926.2
705	0.0	0.0	0.0	11.4	81.9	105.3	97.3	64.0	35.2	13.1	9.6	0.0	785.6	83.3	649.9
706	0.0	0.0	0.0	10.6	63.8	83.2	71.2	42.4	24.6	9.6	0.0	0.0	550.2	54.5	463.1
707	0.0	0.0	0.0	4.3	54.9	77.8	59.8	40.9	20.1	8.7	0.0	0.0	494.0	44.5	422.3
801	0.0	0.0	3.4	14.2	92.5	110.4	98.5	67.9	36.3	16.2	4.6	0.0	797.3	93.2	664.5
802	0.0	0.0	5.6	29.0	175.0	194.8	188.0	130.9	80.0	39.0	16.0	0.5	1549.8	227.4	1255.4
803	0.0	0.0	4.2	27.5	137.9	181.1	161.7	131.9	73.7	26.5	14.5	0.0	1460.7	186.5	1162.0
805	0.0	0.0	1.7	17.0	81.9	97.2	102.8	72.0	39.5	18.0	9.3	0.0	802.1	113.4	650.2
806	0.0	2.8	5.0	36.5	209.3	242.7	173.0	161.8	99.8	53.6	22.8	8.3	1870.5	294.5	1475.8
807	0.5	3.9	0.3	43.0	210.6	246.6	223.6	187.6	107.4	59.5	20.8	6.0	1953.2	302.0	1547.2
808	0.0	5.5	14.0	44.0	211.9	247.3	251.3	183.3	107.9	56.8	20.6	5.8	1889.8	290.7	1517.9
809	0.2	1.6	15.5	36.5	175.7	207.1	195.9	151.7	90.7	48.5	20.0	1.4	1669.7	259.2	1326.1
811	0.0	0.0	9.0	18.5	83.4	121.3	118.3	89.5	48.7	17.5	8.9	0.0	1026.7	164.8	805.8
812	0.0	0.0	5.5	17.5	84.7	119.3	110.7	61.6	49.9	16.0	8.2	0.0	899.1	132.3	721.2
813	0.0	0.0	3.4	15.5	89.7	121.5	94.2	73.8	41.3	18.0	8.3	0.0	854.7	112.8	693.7
814	0.0	0.0	2.8	15.5	92.5	115.0	103.1	61.8	39.8	12.5	6.4	0.0	821.3	93.4	673.3
815	0.0	0.0	5.2	14.2	83.0	109.6	85.9	70.3	40.2	14.5	6.1	0.0	754.8	97.5	621.4
816	0.0	0.0	3.5	11.2	96.5	126.1	113.4	72.3	43.6	14.5	6.5	0.0	890.8	98.8	741.7
817	0.0	0.0	0.0	11.7	67.3	83.2	70.8	51.5	27.5	6.3	0.0	0.0	636.7	63.2	529.8
818	0.0	0.0	10.4	28.2	141.2	182.7	145.9	119.2	68.9	35.0	13.5	0.0	1349.0	220.9	1054.3
819	0.0	0.0	3.4	9.9	46.3	65.1	49.7	43.6	24.5	7.1	2.3	0.0	459.4	60.8	365.9
822	0.1	0.1	6.6	14.0	82.4	127.8	103.4	82.2	46.3	15.2	5.6	0.0	875.6	132.5	728.4
823	0.0	0.2	3.1	11.1	48.7	69.2	71.7	46.4	25.6	9.7	3.3	0.0	548.9	86.7	439.6
828	5.5	13.9	17.5	32.1	193.7	234.9	199.3	139.7	97.8	51.4	26.4	5.7	1677.5	294.3	1305.0
829	0.0	6.3	8.6	24.6	108.6	149.9	141.4	103.3	73.2	29.2	17.5	3.8	1171.7	206.0	899.7
830	0.0	0.0	0.8	29.0	87.1	149.1	110.1	112.2	69.7	28.0	14.0	0.0	1042.7	188.8	792.2
832	0.0	0.0	2.1	16.0	85.4	114.1	93.5	64.2	34.4	13.6	5.4	0.0	776.0	103.2	639.2
833	0.0	0.0	3.0	22.0	104.5	157.6	146.8	92.7	50.9	26.5	5.7	0.0	1124.1	146.0	932.8
834	0.6	1.5	6.7	18.5	98.6	134.2	113.0	81.9	47.9	21.5	8.1	0.0	903.8	136.5	723.6
836	0.0	0.0	7.1	21.5	97.7	167.3	167.5	100.0	52.6	24.5	10.2	0.0	1126.3	142.7	920.1
839	0.4	1.7	7.8	26.0	112.1	163.6	154.7	104.8	56.8	25.5	8.7	0.0	1130.8	168.0	909.4
842	0.0	0.0	5.9	25.5	116.9	137.3	127.0	87.3	53.1	25.0	11.9	0.0	1105.8	153.2	878.0

CUADRO III.F.1-16 PRECIPITACIONES MENSUALES PARA PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOT	VER.	INV.
701	0.00	0.00	0.00	0.00	61.20	129.70	102.00	102.90	46.50	16.00	0.00	0.00	1269.20	127.90	947.30
702	0.00	0.00	0.00	1.60	19.70	35.80	61.60	61.80	35.10	3.00	0.00	0.00	854.80	86.30	688.20
703	0.00	0.00	0.00	0.00	31.08	64.62	70.94	52.82	31.12	5.75	0.00	0.00	902.71	80.47	666.71
705	0.00	0.00	0.00	0.00	36.48	50.77	42.77	33.45	17.50	4.70	0.00	0.00	619.33	40.22	499.08
706	0.00	0.00	0.00	2.64	24.62	21.93	25.66	23.80	13.65	1.16	0.00	0.00	440.55	9.86	360.30
707	0.00	0.00	0.00	0.00	18.14	30.91	16.10	19.80	9.98	0.00	0.00	0.00	381.12	19.86	320.64
801	0.00	0.00	0.00	0.00	31.95	71.81	27.10	40.89	19.51	3.00	0.00	0.00	641.67	61.79	462.90
802	0.00	0.00	0.00	17.00	66.00	59.92	102.18	65.75	36.00	16.50	0.00	0.00	1253.84	143.44	892.90
803	0.00	0.00	0.00	6.40	33.87	89.63	95.06	80.33	39.91	0.00	0.90	0.00	1098.37	122.60	822.14
805	0.00	0.00	0.00	0.00	24.57	36.40	48.04	45.37	19.10	5.60	0.00	0.00	638.19	53.18	479.81
806	0.00	0.00	0.00	2.00	86.31	136.16	93.42	101.44	59.04	4.06	5.22	0.00	1463.45	180.10	1037.14
807	0.00	0.00	0.00	0.00	93.62	148.17	139.96	87.32	66.96	7.37	4.73	0.00	1514.70	195.06	1167.16
808	0.00	0.00	0.00	1.00	93.17	163.98	84.58	31.04	67.78	7.69	4.26	0.00	1541.22	171.15	1130.00
809	0.00	0.00	0.00	3.50	68.09	121.88	105.00	64.10	53.20	12.20	3.10	0.00	1337.80	120.90	1007.10
811	0.00	0.00	0.00	0.20	27.44	63.40	19.50	20.70	26.50	0.00	1.50	0.00	741.20	94.10	553.20
812	0.00	0.00	0.00	1.70	45.80	47.20	33.40	33.30	21.70	3.90	0.80	0.00	671.60	73.60	508.00
813	0.00	0.00	0.00	0.00	28.30	43.30	38.50	40.14	23.70	3.80	0.00	0.00	692.40	67.60	503.60
814	0.00	0.00	0.00	0.00	27.10	44.50	33.10	28.90	22.20	3.40	0.00	0.00	641.30	41.20	519.90
815	0.00	0.00	0.00	6.00	37.40	48.60	23.20	49.20	23.80	5.70	0.00	0.00	593.90	52.40	456.80
816	0.00	0.00	0.00	0.00	29.10	26.20	11.80	40.20	25.90	5.40	0.00	0.00	724.50	61.00	513.00
817	0.00	0.00	0.00	0.00	17.80	30.40	14.30	27.00	14.80	0.00	0.00	0.00	439.70	31.50	340.60
818	0.00	0.00	0.00	0.00	55.60	93.70	59.30	73.10	39.70	14.90	1.20	0.00	1111.30	107.60	852.10
819	0.00	0.00	0.00	2.40	26.70	39.30	28.40	37.70	14.50	2.40	0.00	0.00	331.70	40.60	246.80
822	0.00	0.00	0.00	0.90	15.80	49.30	59.80	35.20	28.30	6.00	0.00	0.00	724.00	58.90	535.60
823	0.00	0.00	0.00	0.00	6.70	43.10	33.50	16.80	5.70	2.20	0.00	0.00	401.80	40.80	305.40
828	0.00	0.00	0.00	6.70	101.20	141.80	110.40	55.50	39.00	7.10	11.20	0.00	1228.30	204.90	951.40
829	0.00	0.00	0.00	5.50	23.80	74.60	54.90	67.70	44.10	3.40	3.60	0.00	915.10	108.90	717.90
830	0.00	0.00	0.00	3.40	36.20	97.20	51.30	68.90	21.80	8.40	2.50	0.00	766.50	110.00	521.40
832	0.00	0.00	0.00	0.20	28.80	60.20	34.90	25.50	19.40	5.20	0.00	0.00	653.60	54.10	469.40
833	0.00	0.00	0.00	0.00	56.70	75.80	67.00	46.40	29.20	9.00	0.00	0.00	952.70	71.70	714.40
834	0.00	0.00	0.00	1.00	52.80	86.50	55.40	50.40	30.70	9.20	0.00	0.00	699.10	85.30	558.50
836	0.00	0.00	0.00	0.00	52.20	88.80	70.00	53.40	29.10	0.00	0.00	0.00	946.70	84.60	702.20
839	0.00	0.00	0.00	13.00	46.60	95.00	57.60	68.50	35.00	9.20	0.00	0.00	933.50	98.80	729.30
842	0.00	0.00	0.00	0.00	34.40	55.40	45.20	49.50	29.40	6.00	0.60	0.00	895.80	98.30	692.70

8 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN DURACIONES DE 1 A 5 DIAS

8.1 Procedimiento General

Para cada una de las series de precipitaciones máximas anuales en 24, 48, 72, 96 y 120 horas y en la longitud de estadística correspondiente al período de análisis de cada estación, se efectuaron análisis de frecuencia analíticos, ajustando las distribuciones normal, valores extremos tipo I(Gumbel), Pearson III, logarítmico normal y log-Pearson III.

Para estos efectos se desarrolló un programa computacional, en lenguaje GWBASIC, procesable en microcomputadores PC, IBM compatibles evaluando las precipitaciones de 24, 48, 72, 96 y 120 horas con períodos de retorno 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años para cada una de las distribuciones consideradas.

El programa es una modificación del desarrollado para el análisis de precipitaciones mensuales y fue denominado ANFPPMX.BAS.

Análogamente al anterior lleva incorporado un test de bondad de ajuste correspondiente a las pruebas estadísticas x2 y Kolmogoroff-Smirnov, adoptando 5 intervalos de clase para cada distribución, por lo que los valores de referencia con un nivel de significancia del 5% para la distribución x^2 corresponden a $x^2 = 5.991$ y $x^2 = 3.841$ para distribuciones de dos parámetros y tres parámetros respectivamente.

El programa calcula a su vez los coeficientes de frecuencia de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años de período de retorno, para cada duración, y los estadígrafos y parámetros de cada distribución ensayada.

La información de entrada para el programa ANFPPMX.BAS corresponde a los archivos PPMX(XXX).ANF que incluyen las series de precipitaciones máximas anuales en 1 a 5 días de duración.

Para cada serie analizada, ANFPMX.BAS crea un archivo de salida denominado PPMX(XXX).RES que contiene las series de precipitación utilizadas y todos los resultados del análisis de frecuencia efectuado.

El listado computacional incluido en el Cuadro III.F.1-17 presenta a modo de ejemplo el resultado del análisis efectuado a la estación P701, Embalse Bullileo.

Los resultados correspondientes a los análisis de frecuencia efectuados a las 37 estaciones consideradas en esta etapa del estudio se incluyen en el Documento Interno de Trabajo Nº8 y se anexan en archivos magnéticos denominados PPMX(XXX).RES en este mismo documento.

8.2 Selección de la Distribución de Mejor Ajuste

Para definir la distribución de mejor ajuste se analizaron los resultados de los test de bondad de ajuste a fin de establecer la existencia de algún patrón definido tanto en la distribución en el espacio como en la duración de la lluvia.

En general la distribución fue aleatoria, con un claro predominio de las distribuciones log normal y log Pearson III.

Considerando que en este caso se trata de extrapolar valores a altos períodos de retorno y con el objeto de evitar inconsistencias como ser precipitaciones mayores en duraciones menores, producto de usar distribuciones de frecuencia distintas, se decidió imponer una misma distribución para todas las duraciones de lluvia de una misma estación, adoptando aquella que resultaba, la de mejor ajuste un mayor número de veces.

CUADRO III.F.1-17 ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES

ESTACION : 701
PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

PROM = 130.1438 VARIAN = 1328.856 SKEW = .7703516
PROMLOG = 4.830836 VARLOG = 7.808669E-02 SKEWLOG = -.1111955

DISTRIBUCION	PERIODO DE RETORNO, ANOS 2	5	10	20	50	100	CHI2/KS
NORMAL	130.14	160.82	176.86	190.11	205.01	214.95	4.50
COEF.FREC.	0.736	0.909	1.000	1.075	1.159	1.215	0.075
GUMBEL	124.44	160.14	183.78	206.45	235.80	257.79	7.63
COEF.FREC.	0.677	0.871	1.000	1.123	1.283	1.403	0.079
PEARSONIII	125.54	158.60	178.71	196.89	219.11	235.00	5.75
COEF.FREC.	0.702	0.887	1.000	1.102	1.226	1.315	0.079
LOGNORMAL	125.32	158.54	179.28	198.44	222.46	240.07	5.75
COEF.FREC.	0.699	0.884	1.000	1.107	1.241	1.339	0.079
LG-PRS.III	125.97	158.76	178.65	196.66	218.76	234.63	4.08
COEF.FREC.	0.705	0.889	1.000	1.101	1.224	1.313	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA= 3.174758E-02 MODA= 112.8923
PARAMETROS PEARSON, ALFA= 6.740342 BETA= 14.041 GAMMA= 35.50263
PARAM. LOG PEARSON, ALFA= 323.5088 BETA= .1076335 GAMMA= 4.105349

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 48 HORAS

PROM = 188.4 VARIAN = 2873.027 SKEW = .4617773
PROMLOG = 5.197699 VARLOG = 8.630306E-02 SKEWLOG = -.329358

DISTRIBUCION	PERIODO DE RETORNO, ANOS 2	5	10	20	50	100	CHI2/KS
NORMAL	188.40	233.51	257.09	276.57	298.48	313.10	5.96
COEF.FREC.	0.733	0.908	1.000	1.076	1.161	1.218	0.058
GUMBEL	180.01	232.50	267.26	300.60	343.75	376.09	6.58
COEF.FREC.	0.674	0.870	1.000	1.125	1.286	1.407	0.058
PEARSONIII	184.30	231.85	259.14	282.99	311.29	331.05	4.08
COEF.FREC.	0.711	0.895	1.000	1.092	1.201	1.277	0.058
LOGNORMAL	180.86	231.58	263.54	293.22	330.65	358.22	4.08
COEF.FREC.	0.686	0.879	1.000	1.113	1.255	1.359	0.058
LG-PRS.III	183.79	232.37	260.40	284.83	313.63	333.55	6.58
COEF.FREC.	0.706	0.892	1.000	1.094	1.204	1.281	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.159135E-02 MODA = 163.0338
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 18.75836 BETA = 12.37578 GAMMA = -43.74924
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 36.87429 BETA = 6.782905E-02 GAMMA = 3.925338

CUADRO III.F.1-17 ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES (Continuación)

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 72 HORAS

PROM = 232.1688 VARIAN = 4237.46 SKEW = .408438
PROMLOG = 5.407039 VARLOG = 8.656019E-02 SKEWLOG = -.5073041

DISTRIBUCION	PERIODO DE RETORNO, ANOS 2	5	10	20	50	100	CHI2/KS
NORMAL	232.17	286.95	315.60	339.24	365.86	383.61	8.04
COEF.FREC.	0.736	0.909	1.000	1.075	1.159	1.216	0.087
GUMBEL	221.98	285.73	327.94	368.43	420.84	460.11	7.83
COEF.FREC.	0.677	0.871	1.000	1.123	1.283	1.403	0.108
PEARSONIII	227.76	285.22	317.87	346.22	379.69	402.93	6.17
COEF.FREC.	0.717	0.897	1.000	1.089	1.194	1.268	0.067
LOGNORMAL	222.97	285.62	325.09	361.76	408.01	442.08	9.29
COEF.FREC.	0.686	0.879	1.000	1.113	1.255	1.360	0.108
LG-PRS.III	228.55	286.79	318.72	345.53	375.88	396.07	6.17
COEF.FREC.	0.717	0.900	1.000	1.084	1.179	1.243	0.067

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.777857E-02 MODA = 201.3625
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 23.97771 BETA = 13.29379 GAMMA = -86.58589
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 15.54259 BETA = 6.008351E-02 GAMMA = 3.966375

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 96 HORAS

PROM = 264.4958 VARIAN = 6019.676 SKEW = .5429325
PROMLOG = 5.534702 VARLOG = 9.143976E-02 SKEWLOG = -.4171002

DISTRIBUCION	PERIODO DE RETORNO, ANOS 2	5	10	20	50	100	CHI2/KS
NORMAL	264.50	329.79	363.93	392.12	423.84	444.99	2.00
COEF.FREC.	0.727	0.906	1.000	1.077	1.165	1.223	0.067
GUMBEL	252.35	328.34	378.64	426.90	489.37	536.17	0.96
COEF.FREC.	0.666	0.867	1.000	1.127	1.292	1.416	0.025
PEARSONIII	257.53	326.82	367.22	402.85	445.48	475.43	0.33
COEF.FREC.	0.701	0.890	1.000	1.097	1.213	1.295	0.025
LOGNORMAL	253.33	326.75	373.25	416.59	471.42	511.93	0.96
COEF.FREC.	0.679	0.875	1.000	1.116	1.263	1.372	0.025
LG-PRS.III	258.69	328.04	367.26	400.93	439.95	466.48	0.54
COEF.FREC.	0.704	0.893	1.000	1.092	1.198	1.270	0.037

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.491637E-02 MODA= 227.7784
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 13.56964 BETA = 21.06214 GAMMA = -21.30966
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 22.99214 BETA = 8.208871E-02 GAMMA = 4.420788

CUADRO III.F.1-17 ANALISIS DE FRECUENCIA PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES (Continuación)

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 120 HORAS

PROM = 291.3479 VARIAN = 7358.378 SKEW = .5549529
PROMLOG = 5.630919 VARLOG = 9.296693E-02 SKEWLOG = -.495797

DISTRIBUCION	PERIODO DE RETORNO, ANOS 2	5	10	20	50	100	CHI2/KS
NORMAL	291.35	363.54	401.28	432.45	467.52	490.91	5.54
COEF.FREC.	0.726	0.906	1.000	1.078	1.165	1.223	0.100
GUMBEL	277.92	361.93	417.55	470.91	539.97	591.72	3.88
COEF.FREC.	0.666	0.867	1.000	1.128	1.293	1.417	0.075
PEARSONIII	283.48	360.16	404.98	444.55	491.95	525.29	3.04
COEF.FREC.	0.700	0.889	1.000	1.098	1.215	1.297	0.058
LOGNORMAL	278.92	360.51	412.27	460.57	521.72	566.94	3.88
COEF.FREC.	0.677	0.874	1.000	1.117	1.265	1.375	0.075
LG-PRS.III	285.99	362.04	404.13	439.67	480.14	507.21	5.13
COEF.FREC.	0.708	0.896	1.000	1.088	1.188	1.255	0.079

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.349145E-02 MODA = 250.7525
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 12.98817 BETA = 23.8022 GAMMA = -17.79901
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 16.27242 BETA = .0846039 GAMMA = 4.53207

COEF. DURACION	N	G	P3	LN	LP3
2 DIAS	1.453641	1.45427	1.450034	1.469957	1.457562
3 DIAS	1.784412	1.784461	1.778655	1.813273	1.784033
4 DIAS	2.057704	2.060363	2.054843	2.081895	2.055734
5 DIAS	2.268908	2.272078	2.266087	2.299562	2.262094

En el Cuadro III.F.1-18 se indica la distribución de mejor ajuste para cada estación adoptando el criterio antes descrito.

Del análisis de esta tabla se desprende que nuevamente las distribuciones log - normal y log-Pearson resultan claramente las de mejor ajuste con un leve predominio de la distribución log - normal.

Del análisis de las magnitudes de precipitación que resultaban de aplicar una u otra distribución se observó que estas no mostraban diferencias significativas.

En virtud de lo anterior y considerando la mayor facilidad de uso de la distribución log - normal, se optó en definitiva por la utilización de esta distribución como representativa de toda la región en análisis.

CUADRO III.F.1-18 DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA DE MEJOR AJUSTE

ESTACION	DISTRIBUCION ADOPTADA
701	Pearson - Log Pearson
702	Log Pearson
703	Log Normal
705	Log Normal
706	Log Normal - Log Pearson
707	Log Normal
801	Log Normal - Pearson
802	Log Normal
803	Normal - Log Normal
805	Log Pearson
806	Log Normal - Log Pearson
807	Log Normal - Log Pearson
808	Pearson
809	Normal - Log Normal
811	Log Normal
812	Pearson - Log Normal
813	Pearson
814	Log Pearson
815	Pearson
816	Log Normal
817	Log Pearson
818	Pearson
819	Log Pearson
822	Log Pearson
823	Normal
827	Gumbel
828	Log Normal
829	Log Normal
830	Log Normal
831	Log Normal
832	Log Pearson
833	Pearson
834	Log Pearson
836	Log Pearson
837	Log Normal
838	Normal
839	Log Pearson

8.3 Resultados Obtenidos

De acuerdo a los métodos y procedimientos antes descritos, en los Cuadros III.F.1-19 a III.F.1-24, se presentan las precipitaciones máximas anuales en duraciones de 1 a 5 días, resultantes para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años en cada una de las estaciones analizadas.

Los Planos Nº21 al Nº25 presentan las curvas isoyetas con período de retorno de 10 años para las precipitaciones máximas anuales de 1 a 5 días de duración.

CUADRO III.F.1-19 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 2 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
701	125.3	180.9	223.0	253.3	278.9
702	101.7	149.3	180.7	207.7	227.9
703	96.7	141.1	173.1	194.9	212.1
705	76.6	110.4	129.4	144.0	158.4
706	55.6	81.7	100.5	114.1	122.7
707	63.1	90.9	107.0	116.5	128.5
801	79.3	112.9	136.4	152.4	168.1
802	84.3	129.9	166.5	200.0	222.4
803	126.6	187.3	228.8	260.6	284.9
805	73.1	100.7	119.7	132.6	146.2
806	130.9	197.2	242.5	285.1	316.3
807	121.8	185.8	230.8	265.5	294.0
808	124.0	179.4	233.2	268.2	291.9
809	112.8	166.7	210.2	235.6	262.7
811	74.6	109.4	138.8	158.3	176.8
812	72.6	100.4	122.3	138.1	152.1
813	68.2	94.0	114.1	126.9	140.0
814	75.3	106.5	123.3	138.9	152.9
815	67.1	96.6	113.1	128.2	137.5
816	82.0	113.4	131.9	151.0	164.3
817	63.2	88.5	108.9	122.4	137.3
818	81.6	117.3	145.2	166.9	186.6
819	44.1	58.4	68.7	75.3	81.0
822	76.6	101.8	119.1	133.1	146.8
823	46.7	59.8	69.6	79.6	86.5
827	104.9	154.3	189.3	222.2	256.8
828	101.2	144.8	178.1	210.2	236.3
829	77.0	117.0	144.2	170.1	185.8
830	73.3	113.3	137.6	158.1	177.3
831	66.5	90.6	101.6	119.6	133.5
832	65.0	89.3	108.6	125.5	136.1
833	80.5	120.9	152.2	171.4	195.8
834	70.6	91.2	109.0	123.0	137.3
836	81.1	115.2	149.8	170.7	191.4
837	70.6	97.5	119.7	130.6	143.9
838	95.9	131.0	156.7	173.0	191.5
839	81.3	116.5	141.5	160.5	177.6

CUADRO III.F.1-20 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 5 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs
701	158.5	231.6	285.6	326.8	360.5
702	132.8	203.6	249.6	284.6	317.2
703	129.0	195.6	242.4	272.4	298.4
705	98.9	148.3	173.7	193.9	213.6
706	71.5	106.5	130.4	147.5	161.6
707	89.0	131.7	153.1	164.8	183.7
801	102.9	153.3	186.3	209.1	223.5
802	109.0	170.7	224.6	272.4	304.8
803	180.7	263.2	327.0	380.5	420.0
805	98.5	136.2	163.9	180.1	196.1
806	185.8	265.1	317.8	379.2	423.1
807	152.1	228.6	288.7	334.2	367.4
808	158.0	225.0	294.7	338.8	367.2
809	139.1	208.2	267.0	300.5	333.5
811	93.3	140.4	182.2	206.3	234.8
812	93.8	130.7	159.4	178.2	193.8
813	87.7	123.8	148.1	165.0	181.0
814	100.0	138.3	160.7	182.0	200.8
815	88.2	126.3	151.0	168.0	179.0
816	105.6	144.3	171.3	193.7	208.9
817	88.0	120.0	142.2	161.2	180.9
818	100.4	143.5	183.4	215.3	245.2

CUADRO III.F.1-20 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 5 AÑOS (Continuación)

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs
819	63.6	83.9	98.3	109.1	119.2
822	101.3	134.5	158.1	173.2	190.2
823	64.2	81.5	96.2	110.0	119.0
827	128.8	191.2	233.1	279.9	327.1
828	115.6	170.8	215.3	260.0	291.3
829	98.2	155.0	194.7	235.7	262.5
830	105.0	158.9	192.9	225.3	249.9
831	88.7	120.5	134.2	158.4	176.9
832	83.7	116.5	141.8	162.6	177.1
833	100.2	152.8	198.2	226.0	256.0
834	91.0	118.8	140.6	159.6	178.9
836	96.3	141.6	185.8	211.3	239.7
837	91.2	127.0	159.4	173.6	194.6
838	123.4	170.5	211.6	234.1	254.3
839	100.6	144.4	175.7	197.5	218.8

CUADRO III.F.1-21 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 10 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
701	179.3	263.5	325.1	373.3	412.3
702	152.7	239.5	295.5	335.6	377.1
703	150.0	232.1	289.0	324.4	356.7
705	113.0	173.1	202.7	226.5	249.8
706	81.6	122.3	149.3	168.7	186.6
707	106.5	159.9	184.7	197.6	221.4
801	117.9	179.9	219.3	246.7	259.5
802	124.7	196.9	262.6	320.1	359.4
803	217.7	314.4	394.1	463.8	514.5
805	115.1	159.5	193.2	211.4	228.7
806	223.2	309.5	366.0	440.1	492.5
807	170.8	254.7	324.5	377.0	412.8
808	179.3	253.3	333.1	382.8	414.0
809	155.3	233.8	302.6	341.2	377.9
811	104.9	159.9	210.0	237.0	272.3
812	107.3	150.0	183.0	203.6	219.9
813	99.9	142.9	169.8	189.3	207.0
814	116.0	158.5	184.6	209.6	231.5
815	101.8	145.3	175.6	193.4	205.5
816	120.5	163.7	196.4	220.6	237.0
817	104.6	140.7	163.5	186.2	209.0
818	111.9	159.5	207.3	246.0	282.8
819	77.1	101.4	118.6	132.4	145.8
822	117.2	155.6	183.3	198.7	217.7
823	75.8	95.9	113.8	130.2	140.7
827	143.4	213.9	259.9	315.8	371.2
828	123.9	186.2	237.7	290.5	325.0
829	111.6	179.5	227.8	279.6	314.4
830	126.7	189.7	230.2	271.1	299.1
831	103.1	139.8	155.2	183.5	204.9
832	95.5	133.8	163.0	186.2	203.2
833	112.4	172.7	227.6	261.1	294.5
834	103.9	136.4	160.6	182.8	205.6
836	105.4	157.3	207.9	236.2	269.6
837	104.3	145.8	185.1	201.4	227.9
838	140.7	195.7	247.5	274.2	294.9
839	112.4	161.6	196.8	220.1	244.0

CUADRO III.F.1-22 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 20 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
701	198.4	239.2	361.8	416.6	460.6
702	171.4	273.8	339.7	384.4	435.0
703	169.9	267.2	334.2	374.8	413.4
705	126.2	196.6	230.2	257.5	284.3
706	91.0	137.2	167.1	188.5	210.2
707	123.5	187.7	215.6	229.5	258.3
801	131.9	205.3	251.0	282.7	293.4
802	139.3	221.5	298.9	365.8	411.8
803	253.9	364.2	459.7	546.2	608.3
805	130.9	181.7	221.2	241.3	259.7
806	259.6	351.6	411.4	497.8	558.4
807	187.9	278.5	357.4	416.3	454.4
808	199.0	279.2	368.5	423.4	457.1
809	170.0	257.3	335.5	379.0	418.9
811	115.6	178.0	236.1	265.8	307.8
812	119.9	168.1	205.1	227.3	244.2
813	111.3	160.9	190.0	212.1	231.1
814	131.1	177.4	207.0	235.4	260.4
815	114.7	163.1	199.0	217.4	230.2
816	134.4	181.7	219.9	245.6	262.9
817	120.6	160.4	183.5	210.0	235.4
818	122.4	174.0	229.3	274.6	318.2
819	90.3	118.5	138.5	155.5	172.2
822	132.1	175.6	207.1	222.7	243.4
823	87.0	109.6	130.9	149.7	161.5
827	156.8	234.6	284.3	348.9	412.1
828	131.2	200.0	258.0	318.5	355.7
829	124.0	202.7	259.2	322.0	365.0
830	148.0	219.5	266.4	315.9	346.9
831	116.7	158.1	175.0	207.2	231.3
832	106.5	150.0	182.9	208.2	227.7
833	123.5	191.1	255.1	294.1	330.6
834	115.9	152.8	179.2	204.5	230.5
836	113.5	171.6	228.1	259.0	297.1
837	116.5	163.4	209.4	227.7	259.6
838	156.9	219.3	281.7	312.4	333.4
839	123.3	177.3	216.0	240.7	267.0

CUADRO III.F.1-23 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 50 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
701	222.5	330.7	408.0	471.4	521.7
702	195.2	318.4	397.4	448.0	510.9
703	195.4	313.2	393.5	441.0	438.0
705	142.9	227.0	265.6	297.5	328.8
706	102.8	156.1	189.6	213.5	240.2
707	145.9	224.8	256.6	271.7	307.2
801	149.7	238.3	292.1	329.7	337.0
802	157.9	252.9	345.7	425.1	480.0
803	301.8	429.6	546.8	656.5	734.5
805	151.3	210.4	257.7	280.0	299.5
806	307.8	406.0	469.1	571.8	643.1
807	209.3	308.0	398.5	465.6	506.4
808	223.9	311.7	412.9	474.3	510.9
809	188.3	286.6	376.9	426.5	470.4
811	128.8	200.9	269.5	302.3	353.3
812	135.9	191.2	233.2	257.3	274.7
813	125.7	183.9	215.8	241.0	261.9
814	150.5	201.4	235.5	268.4	297.3
815	131.0	185.8	229.0	247.9	261.7
816	152.0	204.3	249.7	277.1	295.5
817	141.6	185.9	208.9	239.8	269.2
818	135.4	191.9	256.9	310.8	363.3

CUADRO III.F.1-23 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 50 AÑOS (Continuación)

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
819	107.9	141.3	164.9	186.2	207.7
822	151.3	201.0	237.6	253.0	276.1
823	101.5	127.5	153.1	175.1	188.7
827	173.2	260.5	314.5	390.4	463.6
828	140.0	216.7	282.9	353.1	393.8
829	139.6	232.4	299.9	377.3	431.7
830	176.3	258.7	313.9	375.3	409.9
831	134.3	181.6	200.2	237.5	265.1
832	120.4	170.7	208.1	236.2	258.8
833	137.4	214.1	290.1	336.3	376.6
834	131.1	173.7	202.8	232.1	262.2
836	123.4	189.3	253.3	287.3	331.5
837	132.0	185.8	240.6	261.4	300.6
838	177.3	249.2	325.9	361.8	382.6
839	136.7	196.8	240.0	266.2	295.5

CUADRO III.F.1-24 PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES T = 100 AÑOS

ESTACION	24 hrs.	48 hrs.	72 hrs.	96 hrs.	120 hrs.
701	240.1	358.2	442.1	511.9	566.9
702	212.8	352.0	441.3	496.1	568.6
703	214.5	348.2	438.9	491.5	545.1
705	155.2	249.8	292.2	327.6	362.3
706	111.5	170.1	206.2	232.1	262.6
707	163.1	253.5	288.2	304.0	344.9
801	162.9	263.1	323.1	365.2	369.6
802	171.6	276.2	380.9	469.8	531.6
803	338.7	479.7	613.8	742.1	832.8
805	166.6	232.0	285.3	309.2	329.4
806	344.9	446.9	512.0	627.1	706.6
807	224.9	329.3	428.4	501.6	544.3
808	242.1	335.4	445.4	511.6	550.3
809	201.5	308.0	407.2	461.5	508.2
811	138.5	217.8	294.3	329.5	387.3
812	147.7	208.2	254.1	279.4	297.1
813	136.3	201.1	234.8	262.4	284.5
814	165.0	219.2	256.6	293.0	324.7
815	143.2	202.7	251.3	270.5	285.1
816	165.0	220.9	271.8	300.4	319.5
817	157.6	205.2	227.7	262.2	294.3
818	144.8	204.9	277.1	337.5	396.8
819	121.5	158.8	185.2	210.0	235.3
822	165.2	220.1	260.4	275.6	300.2
823	112.6	140.9	170.0	194.4	209.2
827	185.2	279.2	336.5	420.7	501.4
828	146.2	228.7	300.8	378.4	421.4
829	151.1	254.6	330.5	419.4	482.9
830	198.0	288.7	350.2	420.9	458.1
831	147.4	199.2	219.1	260.2	290.4
832	130.7	186.0	226.9	256.9	281.9
833	147.5	230.9	316.0	367.8	410.8
834	142.4	189.2	220.2	252.5	285.7
836	130.4	202.0	271.6	307.8	356.6
837	143.4	202.4	264.0	286.6	331.5
838	192.4	271.4	359.1	399.0	419.4
839	146.4	211.0	257.4	284.7	316.2

CAPITULO III.F.2
ESCORRENTIA SUPERFICIAL

1 FLUVIOMETRIA Y ESCORRENTIA

1.1 Introducción

El presente capítulo tiene por objeto el análisis y caracterización del régimen hidrológico de los distintos cursos de agua de la cuenca del río Itata e interfluvios costeros del sector Itata - Bío-Bío a fin de establecer la disponibilidad de recursos hídricos en distintas secciones de las hoyas hidrográficas en análisis.

De acuerdo a la metodología propuesta, este estudio comprende la recopilación de la información fluviométrica existente en la cuenca, su análisis, relleno y extensión a un período común, con el objeto de establecer el régimen hidrológico de cada sección analizada, definiendo las curvas de variación estacional del recurso en términos probabilísticos.

1.2 Catastro de Información Disponible

A partir de la información existente en el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas se efectuó una recopilación de la información relativa a la VIII Región, dentro de la cuenca del río Itata e interfluvios costeros Itata - Bío-Bío, catastrándose toda la estadística fluviométrica correspondiente en ríos y canales de la zona.

La información existente, si bien aparece adecuada en cuanto al número de secciones de aforo, no lo es en cuanto a calidad, ya que las estadísticas son bastante incompletas y, salvo excepciones, de muy corta duración.

Por esta razón y aún cuando los objetivos del estudio son los de configurar un período de análisis que incluya a lo menos los últimos 40 años, se preseleccionó a nivel de caudales medios mensuales todas las estadísticas con un período de medición igual o superior a 10 años, considerándose sólo estaciones de duración de registro menor que presentaran algún interés específico especial, para los propósitos del estudio.

Para el análisis de la calidad y continuidad de la información a nivel de caudal medio mensual, se descartaron, por poco representativos todos los valores correspondientes a meses que tuvieran menos de 20 días de medición.

En el Cuadro III.F.2-1 se presenta un diagrama de barras que muestra la información disponible por estación, al nivel del proceso anteriormente mencionado.

1.3 Selección del Período de Análisis

De acuerdo a los objetivos del estudio, el período de análisis debe contener la información de al menos los últimos 40 años.

De la observación del diagrama de barras para cada estación, se concluye que tan sólo dos estaciones cumplen este requerimiento, muy pocas cuentan con información procesada hasta el año 1989, y que prácticamente todas las estaciones muestran interrupciones y años con estadísticas incompletas.

Con el propósito de ser consistente con el período de análisis utilizado para el estudio de precipitaciones, se decidió en definitiva adoptar como período el comprendido entre 1941 y 1988.

Sin embargo, para mantener la representatividad de la información, se adoptó como criterio inicial considerar para posterior análisis sólo las estaciones que dispusiesen de información en la mayoría de los meses del año por un período de por lo menos 15 años.

Más aún, se decidió intentar la extensión de estadísticas al período completo de análisis, de las estaciones que dispusieran de por lo menos 20 años de estadística en la mayoría de los meses, utilizando el resto como estaciones de apoyo, rellenando sólo la información incompleta dentro del período medido.

1.4 Relleno, Corrección y Extensión de Estadísticas

Una vez establecido el período de análisis y seleccionadas las estaciones a utilizar se procedió al relleno, corrección y extensión de estadísticas tanto a nivel mensual como anual.

Considerando que prácticamente todas las estaciones presentan registros incompletos en algunos meses o años completos, el procedimiento de verificación y corrección de la información fue efectuado en forma iterativa por etapas sucesivas utilizando el procedimiento de correlaciones lineales cruzadas entre 3 estaciones vecinas a nivel mensual.

Para seleccionar las estaciones a correlacionar, se intentó hacer primar el criterio de ubicación física de las estaciones, es decir, correlacionar estaciones en serie de un mismo cauce. En caso de no ser ello posible se utilizaron estaciones de cuencas vecinas en paralelo.

En la Figura III.F.2-1 y en el Plano Nº4 se observa la zona en análisis con la ubicación de las estaciones fluviométricas. A partir de esta figura se determinó el criterio de agrupación de estaciones que, relacionadas entre sí, se utilizaron para el proceso de corrección, relleno y extensión.

El procedimiento general utilizado para el proceso, se detalla a continuación:

i) Para cada estación a analizar; se efectuó una correlación lineal inicial con la estación en serie mas cercana existente para cada uno de los 12 meses del año.

ii) De ser el coeficiente de correlación inferior a 0.6 la correlación no se acepta y se intenta una correlación con otra estación en serie o en paralelo que muestra mejor correlación con coeficiente superior a 0.6.

iii) En algunos casos en particular en meses de estiaje con un régimen muy influido por el regadío y muy poca variabilidad de caudales no fue posible encontrar coeficientes de correlación superiores a 0.6 adoptándose la mejor correlación obtenida.

iv) Definido el par de estaciones a correlacionar, se efectuó una inspección visual de los resultados a nivel mensual a fin de detectar puntos anómalos que revelaran errores groseros en la estadística disponible, al alejarse demasiado de la tendencia de la nube de puntos. En caso de no detectarse valores anómalos, se aceptó en primera instancia la información existente.

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA

CHILLAN EN LONGITUDINAL

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																			*					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*			*									
FEBRERO																			*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*			*									
MARZO																		*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*		*									
ABRIL																		*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*									
MAYO																		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
JUNIO																		*	*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*									
JULIO																		*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*										
AGOSTO																		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									
SEPTIEMBRE																		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*								
OCTUBRE																		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*									
NOVIEMBRE																		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*				*								
DICIEMBRE																		*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*				*								

ITATA EN CHOLGUAN

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO															*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*		
FEBRERO															*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*		
MARZO															*	*	*	*	*	*			*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		
ABRIL															*	*	*		*				*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		
MAYO															*	*	*		*				*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*			*	*	*		*		*	*		
JUNIO															*	*	*		*		*		*		*	*	*	*	*	*				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		
JULIO															*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*		*		*	*	*	*		
AGOSTO															*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE															*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE															*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE															*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*			*		*	*	*	*	*		
DICIEMBRE															*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*			*		*	*	*	*	*		

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

ITATA EN TRILALEO

	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																		*	*	*				*		*	*	*		*	*												*	*	*	*	*	*		
FEBRERO																		*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*												*	*	*		*	*		
MARZO																		*	*	*				*	*	*		*	*	*		*					*						*	*	*	*		*	*		
ABRIL																		*	*	*				*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*						*	*	*	*	*	*			
MAYO																		*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*									*	*	*	*	*	*			
JUNIO																		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*			*	*								*	*	*	*	*	*			
JULIO																		*	*		*		*	*	*	*		*		*														*	*		*	*	*			
AGOSTO																		*	*		*		*	*		*		*	*	*								*						*	*	*	*	*	*			
SEPTIEMBRE																		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*					*	*	*	*	*		*		
OCTUBRE																		*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*						*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE																		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*					*	*					*	*	*	*	*	*	*		
DICIEMBRE																	*	*	*					*	*	*	*	*		*	*					*	*					*	*	*	*	*	*	*		

ITATA EN GENERAL CRUZ

	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																*	*	*	*		*			*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*		*		*			*	*	*	*	*	*	*		
FEBRERO																*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*									*	*	*	*	*	*	*		
MARZO																*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				*		*	*	*	*		*	*		
ABRIL																*	*		*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*		
MAYO																*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*				*	*	*	*	*	*	*		
JUNIO																*	*		*		*	*	*	*	*		*	*		*	*		*	*			*			*		*	*	*	*	*	*			
JULIO																*	*	*					*		*	*		*	*	*	*	*	*	*			*			*	*	*	*	*	*	*	*			
AGOSTO																	*	*	*		*		*	*		*		*	*	*					*							*	*	*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*		*			*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE																*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*			*		*				*	*	*	*	*	*		
DICIEMBRE																*	*	*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*				*	*	*	*	*	*	*		

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

NIBLINTO ANTES CANAL ALIMENTADOR EMBALSE COIHUECO

	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
FEBRERO																														*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
MARZO																														*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
ABRIL																														*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
MAYO																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
JUNIO																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
JULIO																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
AGOSTO																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
SEPTIEMBRE																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
OCTUBRE																																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
NOVIEMBRE																																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
DICIEMBRE																																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

ÑUBLE EN LONGITUDINAL

	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																*	*	*			*	*	*	*	*	*	*		*	*			*	*	*	*				*									
FEBRERO																*	*						*	*		*	*			*	*	*	*	*	*					*									
MARZO																*	*	*					*	*	*	*	*	*	*		*		*		*	*					*	*								
ABRIL																*	*	*		*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*					*	*								
MAYO																*	*			*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*		*	*						*	*								
JUNIO																*	*			*	*	*	*	*	*		*		*	*		*		*						*	*	*								
JULIO																*	*				*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*								*	*								
AGOSTO																*	*			*	*	*	*				*	*	*		*		*	*		*					*	*								
SEPTIEMBRE																*	*		*		*	*	*				*	*	*		*	*	*	*	*	*					*	*								
OCTUBRE															*	*	*		*		*	*	*				*	*	*	*	*	*		*	*	*					*	*								
NOVIEMBRE															*	*	*		*		*	*	*				*	*	*	*	*	*			*	*						*								
DICIEMBRE															*	*	*		*	*	*		*		*	*	*	*		*	*	*		*	*					*	*								

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

RIO ÑUBLE EN CONFLUENCIA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*																			*	*	*	*	*	*	*								
FEBRERO																*	*	*																			*	*	*	*	*	*								
MARZO																	*	*																			*	*	*	*	*	*								
ABRIL																	*	*																			*	*	*	*	*	*								
MAYO																	*	*																			*	*	*	*	*	*								
JUNIO																	*																		*	*	*	*	*	*	*								
JULIO																	*																		*	*	*	*	*	*	*								
AGOSTO																	*																		*	*	*	*	*	*	*								
SEPTIEMBRE																	*																		*	*	*	*	*	*	*								
OCTUBRE																	*																		*	*	*	*	*	*	*								
NOVIEMBRE																*	*																		*	*	*	*	*	*									
DICIEMBRE																*	*																		*	*	*	*	*	*									

RIO ANDALIEN CAMINO A PENCO

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*						
FEBRERO																					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*						
MARZO																					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			*	*	*		*		*	*	*	*	*	*						
ABRIL																					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*						
MAYO																					*	*	*	*	*	*	*	*	*			*			*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*						
JUNIO																					*	*	*	*	*	*	*	*				*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
JULIO																					*	*	*	*	*	*	*					*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
AGOSTO																					*	*	*	*	*	*	*					*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
SEPTIEMBRE																					*	*	*	*	*	*	*					*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
OCTUBRE																					*	*	*	*	*	*		*				*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
NOVIEMBRE																					*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
DICIEMBRE																					*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

RIO ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*	*	*			*	*	*		*	*	*	*	*				*	*			*	*	*	*	*	*	*			*	*	
FEBRERO																	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
MARZO																	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
ABRIL																	*	*		*	*	*	*			*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
MAYO																	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
JUNIO																	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JULIO																	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
AGOSTO																	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE																*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE																*	*		*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DICIEMBRE																*	*		*		*	*	*			*	*	*		*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*	*				*	*	*		*				*	*			*			*	*	*	*	*	*	*	*					
FEBRERO																	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*					
MARZO																	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*		*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
ABRIL																	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*						*	*	*	*	*	*	*	*	*					
MAYO																	*						*	*	*		*	*		*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*					
JUNIO																	*				*				*			*			*			*			*	*	*	*	*	*	*	*					
JULIO																	*					*		*			*	*				*				*	*	*	*	*	*	*	*					
AGOSTO																	*	*			*	*		*	*	*	*	*			*	*				*	*	*	*	*	*	*	*					
SEPTIEMBRE																	*	*				*		*	*	*	*				*	*				*	*	*	*	*	*		*	*					
OCTUBRE																*	*	*			*	*		*			*	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*		*	*					
NOVIEMBRE																*	*	*			*	*		*		*	*				*		*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
DICIEMBRE																*	*	*					*	*	*						*		*			*		*	*	*	*	*	*	*	*					

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

RIO ÑUBLE EN SAN FABIAN

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
FEBRERO							*	*	*	*	*	*	*	*	i	*	*	*	*				*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
MARZO							*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
ABRIL							*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*		*		*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
MAYO						*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JUNIO						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JULIO						*	*	*		*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
AGOSTO						*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		
SEPTIEMBRE						*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		
OCTUBRE						*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE						*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		
DICIEMBRE						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		

RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		
FEBRERO																		*						*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		
MARZO																		*			*			*			*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		
ABRIL																	*							*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		
MAYO																	*	*	*	*		*			*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*		
JUNIO																	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*		*	*	*	*	*	*		
JULIO																	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*				
AGOSTO																	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE																	*	*				*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE																	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE																	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		
DICIEMBRE																	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*		

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

DIGUILLIN EN SAN LORENZO

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO							*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*					
FEBRERO							*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*			*	*		*		*	*	*	*	*	*				
MARZO							*	*	*	*		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*			*	*		*		*	*	*	*	*	*				
ABRIL							*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*				
MAYO							*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*				
JUNIO						*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*				
JULIO						*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*				
AGOSTO						*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
SEPTIEMBRE						*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*				
OCTUBRE						*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*				
NOVIEMBRE						*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
DICIEMBRE						*	*	*		*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				

RIO CATO EN PUENTE CATO

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*	*	*	*			*		*				*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
FEBRERO																	*	*	*	*	*		*	*	*					*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
MARZO																	*	*	*	*	*			*	*	*				*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
ABRIL																	*	*	*		*			*	*	*	*	*		*	*	*					*	*	*	*		*	*	*				
MAYO																	*	*	*	*	*			*		*	*	*		*	*		*	*			*	*	*		*	*	*	*				
JUNIO																	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
JULIO																	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*		*	*	*	*	*				
AGOSTO																	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*					*		*	*	*	*	*	*				
SEPTIEMBRE																		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
OCTUBRE																*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
NOVIEMBRE																*	*	*		*		*	*	*				*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*				
DICIEMBRE																*	*	*		*		*		*		*		*	*	*		*			*		*	*	*	*		*	*	*				

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

RIO CHILLAN EN ESPERANZA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
FEBRERO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	
MARZO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	
ABRIL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		
MAYO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JUNIO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JULIO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
AGOSTO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			
DICIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			

RENEGADO EN INVERNADA

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*			*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*		*	*	*		*	*		
FEBRERO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*			*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*		*	*	*	*		
MARZO	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
ABRIL	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*			*	*	*		*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*		
MAYO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JUNIO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
JULIO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
AGOSTO	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		
SEPTIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		
OCTUBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*		
NOVIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	*		*	*	*		*	*	*		*	*		
DICIEMBRE	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*		*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

ITATA EN CERRO NEGRO

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*						
FEBRERO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
MARZO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
ABRIL																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
MAYO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
JUNIO																	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
JULIO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
AGOSTO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
SEPTIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
OCTUBRE																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*							
NOVIEMBRE																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*	*	*	*							
DICIEMBRE																*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*							

RIO DIGUILLIN EN LONGITUDINAL

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*	*	*				*	*			*		*	*	*				*			*		*	*	*	*	*	*				
FEBRERO																	*	*	*	*				*	*					*	*				*					*	*	*	*	*	*				
MARZO																	*	*	*	*		*		*	*	*		*		*	*				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*			
ABRIL																	*	*	*					*	*	*	*	*		*	*				*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*			
MAYO																	*	*	*				*	*	*	*	*	*		*	*	*			*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*				
JUNIO																	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			
JULIO																	*	*					*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*			*		*	*	*	*	*	*	*			
AGOSTO																	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*				*	*	*	*	*	*	*	*			
SEPTIEMBRE																	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			
OCTUBRE																*	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*			
NOVIEMBRE																*	*	*	*				*	*		*	*	*	*	*	*	*		*		*	*			*	*	*	*	*	*				
DICIEMBRE																*	*	*	*					*		*				*					*	*	*			*	*	*	*		*	*			

CUADRO III.F.2-1 INFORMACION DISPONIBLE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEL AREA (Continuación)

CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																	*	*						*	*	*			*	*	*	*					*		*	*	*	*	*	*	*				
FEBRERO																	*							*	*				*		*	*					*		*	*	*	*	*	*	*				
MARZO																	*		*					*	*	*			*		*	*					*		*	*	*	*	*	*	*				
ABRIL																	*	*	*					*	*	*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*				
MAYO																	*	*						*		*			*	*	*	*					*		*	*	*	*	*	*	*				
JUNIO																	*	*						*		*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*				
JULIO																	*	*						*		*		*	*	*	*	*					*	*	*	*	*	*		*	*				
AGOSTO																	*	*						*				*	*	*	*	*					*	*	*	*	*		*	*	*				
SEPTIEMBRE																	*	*						*	*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*				
OCTUBRE																*	*	*						*	*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*				
NOVIEMBRE																*	*	*						*	*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*				
DICIEMBRE																*	*	*						*	*			*	*	*	*					*	*	*	*	*	*		*	*	*				

ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY

	41	42	43	44	44	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
ENERO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
FEBRERO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
MARZO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
ABRIL																		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
MAYO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
JUNIO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
JULIO																		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
AGOSTO																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
SEPTIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
OCTUBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
NOVIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
DICIEMBRE																	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						

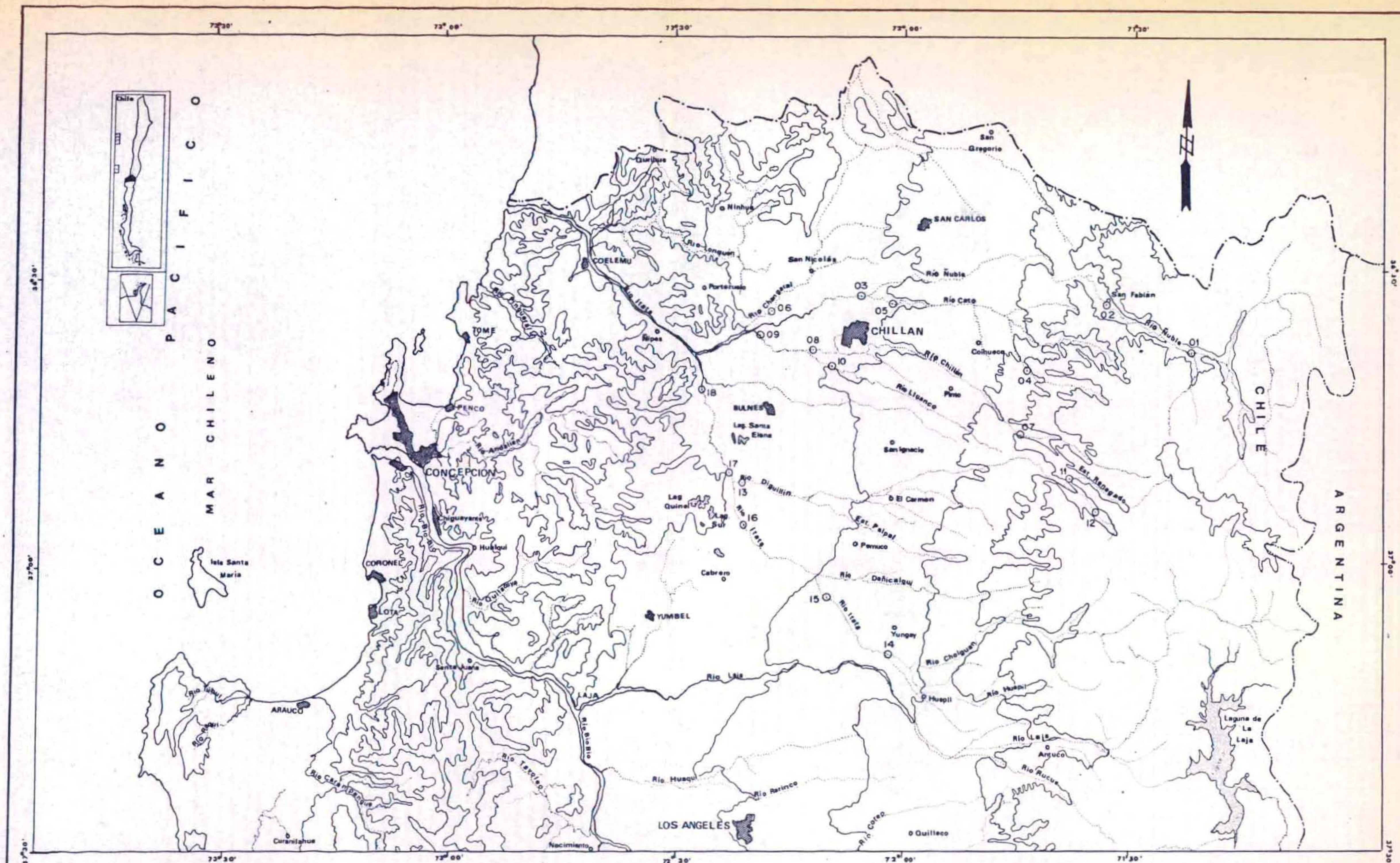


FIGURA III. F. 2-1 ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

01	ÑUBLE EN LA PUNILLA	07	CHILLAN EN ESPERANZA	13	DIGUILLIN EN LONGITUDINAL
02	ÑUBLE EN SAN FABIAN	08	CHILLAN EN LONGITUDINAL	14	ITATA EN CHOLGUAN
03	ÑUBLE EN LONGITIDINAL	09	CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA	15	ITATA EN TRILALEO
04	NIBLINTO ANTES CANAL ALIMENTADOR COIHUECO	10	ESTERO QUILMO A YUNGAY	16	ITATA EN GENERAL CRUZ
05	CATO EN PUENTE CATO	11	RIO RENEGADO EN INVERNADA	17	ITATA EN CERRO NEGRO
06	CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO	12	DIGUILLIN EN SAN LORENZO	18	ITATA EN NUEVA ALDEA

SIMBOLOGIA

O ESTACION FLUVIOMETRICA

v) En caso de detectarse valores anómalos, se procedió a efectuar correlaciones cruzadas con una tercera estación a nivel mensual, detectando y corrigiendo el valor anómalo.

vi) Eliminados los valores altamente anómalos se repitieron las correlaciones, utilizándose los coeficientes de regresión de la mejor correlación obtenida para el relleno y extensión al período total de las estadísticas a nivel mensual.

vii) Una vez realizados los procesos anteriormente detallados, se calculó el caudal medio anual de cada estación, considerando años hidrológicos, es decir, de Abril a Marzo.

viii) Agrupando las estaciones de acuerdo a su régimen y ubicación geográfica se efectuaron correlaciones cruzadas a nivel de caudal medio anual a fin de detectar errores de tipo acumulativo en el relleno y extensión de valores mensuales.

En caso de observarse valores anómalos a nivel de caudal medio anual, se detectó mediante la correlación cruzada el valor erróneo, procediéndose a revisar y corregir iterativamente las estadísticas a nivel mensual, hasta lograr una consistencia y dispersión aceptable de los valores adoptados.

Es necesario hacer notar que, puesto que tan solo 2 estaciones cumplen con la longitud total requerida, el resto de las estaciones a utilizar son al menos extendidas hacia atrás y en algunos casos además rellenada y actualizadas hacia adelante con éstas.

En el Cuadro III.F.2-2 se presenta un cuadro resumen del proceso de relleno y extensión con los valores de los coeficientes de correlación obtenidos.

Se observa que en algunos meses de estiaje de algunas estaciones, estos son bastante bajos por lo que debe considerarse esta situación en el manejo e interpretación posterior de esta información.

La numeración correlativa de las estaciones en el Cuadro III.F.2-2 se detalla a continuación.

CUADRO III.F.2-2 RESUMEN DE CORRELACIONES UTILIZADAS PARA RELLENO Y EXTENSION

	ESTACION			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
02	Ñuble en San Fabián	RE	EST. F.	01/12	01/07	01/12	01/12	01/11	01/11	01/07	01/12	01/12	01/12	01/12	01/12
			r2	0.92/0.77	0.95/0.62	0.5/0.54	0.84/0.92	0.97/0.84	0.96/0.62	0.92/0.83	0.93/0.8	0.96/0.89	0.87/0.85	0.92/0.66	0.96/0.72
01	Nuble en la Punilla	RE	EST. F.	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02
			r2	0.92	0.95	0.5	0.84	0.97	0.96	0.92	0.93	0.96	0.87	0.92	0.96
12	Diguillín en San Lorenzo	RE	EST. F.	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			r2	0.81	0.83	0.79	0.81	0.78	0.79	0.66	0.64	0.74	0.42	0.77	0.87
07	Chillán en Esperanza	R	EST. F.	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			r2	0.64	0.8	0.74	0.71	0.81	0.87	0.78	0.67	0.81	0.74	0.81	0.78
11	Renegado en Invernada	RE	EST. F.	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
			r2	0.64	0.8	0.74	0.71	0.81	0.87	0.78	0.67	0.81	0.74	0.81	0.78
08	Chillán en Longitudinal	RE	EST. F.	07	07	12	07	07	07	07	07	07	07	07	07
			r2	0.65	0.55	0.58	0.95	0.98	0.95	0.76	0.85	0.9	0.89	0.83	0.88
13	Diguillín en Longitudinal	RE	EST. F.	12	12/11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			r2	0.67	0.54	0.25	0.8	0.92	0.77	0.74	0.88	0.71	0.74	0.78	0.93
09	Chillán Cam. a Confluencia	RE	EST. F.	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07	07
			r2	0.6	0.61	0.61	0.81	0.47	0.65	0.43	0.56	0.81	0.9	0.56	0.74
10	Est. Quilmo cam. a Yungay	RE	EST. F.	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08	08
			r2	0.47	0.50	0.29	0.69	0.81	0.59	0.59	0.71	0.82	0.88	0.77	0.88
03	Ñuble en Longitudinal	RE	EST. F.	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02
			r2	0.88	0.82	0.53	0.99	0.96	0.92	0.76	0.78	0.84	0.83	0.92	0.95
17	Itata en Cerro Negro	RE	EST. F.	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
			r2	0.52	0.52	0.6	0.9	0.89	0.73	0.44	0.63	0.63	0.72	0.77	0.87
16	R. Itata en General Cruz	RE	EST. F.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			r2	0.84	0.81	0.56	0.98	0.86	0.87	0.71	0.54	0.78	0.97	0.94	0.98
15	R. Itata en Trilaleo	R	EST. F.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			r2	0.90	0.56	0.18	0.98	0.86	0.73	0.53	0.77	0.83	0.93	0.88	0.93
18	Itata en Balsa Nueva Aldea	RE	EST. F.	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
			r2	0.94	0.66	0.84	0.93	0.88	0.82	0.48	0.49	0.63	0.81	0.88	0.93
14	Itata en Cholguán	RE	EST. F.	16	12	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
			r2	0.64	0.47	0.51	0.79	0.86	0.91	0.71	0.80	0.89	0.90	0.84	0.90
05	Cato en Pte. Cato	RE	EST. F.	020	08	07	08	08	08	08	08	08	08	08	08
			r2	0.20	0.64	0.57	0.91	0.77	0.87	0.80	0.85	0.95	0.93	0.87	0.95
06	Changaral cam. a Portez	RE	EST. F.	08	07	02	07	07	07	09	02	02	09	09	07
			r2	0.30	0.40	0.02	0.76	0.61	0.57	0.52	0.85	0.65	0.79	0.59	0.62

R : Rellenada
E : Extendida
Est. Fuente : Estación Fuente
r2 : Coeficiente de Correlación

01 Ñuble en La Punilla
02 Ñuble en San Fabián
03 Ñuble en Longitudinal
04 Niblinto antes Canal Alimentador Coihueco
05 Cato en Puente Cato
06 Changaral Camino a Portezuelo
07 Chillán en Esperanza
08 Chillán en Longitudinal
09 Chillán Camino a Confluencia
10 Estero Quilmo Camino a Yungay
11 Río Renegado en Invernada
12 Diguillín en San Lorenzo
13 Diguillín en Longitudinal
14 Itata en Cholguán
15 Itata en Trilaleo
16 Itata en General Cruz
17 Itata en Cerro Negro
18 Itata en Balsa Nueva Aldea.

En total se extendieron al período completo de análisis 14 estaciones, rellenándose y corrigiéndose sin extender el período total 3 estaciones más.

Se desecharon por disponer de información muy incompleta o poco confiable 3 estaciones.

Las estadísticas originales, proporcionadas la DGA se presentan en el Documento Interno de Trabajo Nº8 y en archivos magnéticos anexos a este documento.

Las estadísticas definitivas ampliadas y corregidas se presentan anexas en el DIT Nº8 en archivos magnéticos denominados QXX.ITT y en los Cuadros III.F.2-3 al III.F.2-19. En ambos casos (XX) representa el código correlativo correspondiente a cada estación.

1.5 Verificación de la Homogeneidad de la Estadística

Para verificar la homogeneidad de la estadística fluviométrica disponible se efectuaron curvas doble acumuladas de la información a nivel de caudal específico medio anual en m3/seg/Km2.

Se seleccionaron 2 Patrones, el denominado Patrón 1 representa a las estaciones regidas por régimen nival y el denominado Patrón 2 se considera representativo de las estaciones de régimen pluvial.

El Patrón 1 corresponde al promedio de las estaciones: Chillán en Esperanza, Renegado en Invernada, Diguillín en San Lorenzo y Ñuble en La Punilla y el Patrón 2 compuesto por: Río Itata en Cerro Negro, Río Itata en Cholguán, Estero Quilmo Camino a Yungay y Río Itata en Balsa Nueva Aldea.

En las Figuras III.F.2-2 a III.F.2-18 se muestran las curvas doble acumuladas de todas las estaciones, respecto al patrón adoptado donde se observa una adecuada homogeneidad de todas las estaciones, a excepción de la estación Changaral camino a Portezuelo.

Considerando la no conveniencia de corregir estadísticas fluviométricas en base al método de las curvas acumuladas y la fuerte incidencia de derrames de regadío e importación de recursos desde la cuenca del Maule que presenta esta estación, se prefiere diferir a la segunda etapa del presente estudio la interpretación de esta anomalía.

CUADRO III.F.2-3 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA
CODIGO BNA : 08105001-5
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 39
LONGITUD W : 71 22
CODIGO : 01
SUP. CUENCA : 1280 Km2
ALTITUD : 635 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										66.58	39.12	30.39	-
1941 - 1942	37.77	65.45	95.39	142.82	130.88	112.23	130.04	196.02	196.66	118.43	54.44	35.99	109.68
1942 - 1943	63.38	58.86	58.33	78.76	86.54	97.57	135.13	179.05	127.51	81.39	40.03	31.48	86.50
1943 - 1944	33.02	49.32	54.54	55.59	45.03	100.48	110.24	116.25	75.60	61.61	34.52	23.11	63.28
1944 - 1945	21.12	29.31	60.11	80.12	86.54	97.32	411.46	245.68	193.30	109.03	64.05	39.61	119.80
1945 - 1946	62.47	114.88	115.42	105.68	145.64	127.27	160.22	213.25	143.07	102.71	34.73	31.48	113.07
1946 - 1947	36.18	21.56	31.60	51.66	40.46	90.80	80.52	103.70	83.30	47.21	21.70	18.35	52.25
1947 - 1948	12.40	23.72	129.30	65.20	71.26	64.60	98.10	104.50	79.70	31.71	21.00	17.35	59.90
1948 - 1949	37.20	59.69	64.70	93.50	63.02	112.00	139.10	156.40	141.10	73.93	31.73	51.13	85.29
1949 - 1950	19.45	36.71	119.15	62.41	81.30	40.31	60.20	52.26	35.90	30.66	18.60	23.34	48.36
1950 - 1951	35.90	93.96	197.00	73.80	41.34	78.90	93.70	214.50	206.30	174.32	107.50	36.50	112.81
1951 - 1952	13.52	14.30	43.10	113.16	66.44	130.72	121.50	128.40	107.30	97.23	74.50	38.41	79.05
1952 - 1953	21.16	199.86	30.80	76.87	55.40	70.60	81.43	76.70	47.90	33.11	22.70	17.01	61.13
1953 - 1954	17.70	49.55	88.01	62.73	111.30	192.90	112.00	277.40	203.80	91.90	50.20	29.66	107.26
1954 - 1955	33.20	83.82	97.50	67.04	86.00	64.60	122.20	260.07	58.90	47.60	34.50	25.80	81.77
1955 - 1956	17.69	21.02	75.15	43.67	57.05	64.62	94.60	109.71	58.74	90.20	29.50	29.50	57.62
1956 - 1957	21.20	45.22	38.12	152.01	80.10	61.90	108.30	127.60	70.04	32.80	21.40	18.55	64.77
1957 - 1958	14.00	42.30	44.70	72.10	104.00	68.40	95.60	129.00	86.80	38.00	21.70	17.90	61.21
1958 - 1959	16.80	49.80	147.00	164.00	104.00	86.00	159.00	169.00	75.20	38.30	30.65	25.65	88.78
1959 - 1960	148.40	127.00	107.00	153.00	80.70	161.80	133.20	177.00	125.00	72.50	33.16	24.20	111.91
1960 - 1961	20.69	22.20	99.52	73.80	47.40	63.05	155.92	157.20	87.00	48.20	22.39	34.00	69.28
1961 - 1962	17.25	16.90	60.50	127.30	72.40	153.20	208.60	199.90	137.80	70.90	29.32	26.24	93.36
1962 - 1963	48.04	15.60	31.90	29.30	57.40	52.70	82.90	69.00	31.00	18.90	18.90	16.84	39.37
1963 - 1964	15.70	19.10	29.90	65.10	76.10	89.50	142.00	194.00	169.00	92.70	45.40	25.90	80.37
1964 - 1965	12.67	15.21	25.32	29.60	34.20	70.94	96.90	90.80	92.40	40.00	26.50	21.63	46.35
1965 - 1966	82.80	101.00	145.00	121.00	124.00	68.20	142.00	194.00	152.00	78.50	41.40	25.56	106.29
1966 - 1967	26.80	53.50	94.60	142.00	63.30	84.20	133.00	179.00	192.00	109.00	60.70	35.60	97.81
1967 - 1968	20.90	44.40	36.70	32.10	55.70	63.50	148.00	157.00	94.00	41.70	28.50	22.23	62.06
1968 - 1969	15.70	13.04	15.70	16.00	28.30	33.50	39.30	51.60	35.70	24.30	19.80	14.30	25.60
1969 - 1970	21.80	95.50	190.00	108.00	111.00	98.80	83.60	117.00	108.00	52.10	27.80	18.80	86.03
1970 - 1971	15.70	19.30	45.90	57.10	69.50	75.70	120.00	145.00	125.00	64.80	35.60	22.10	66.31
1971 - 1972	18.10	109.00	64.20	139.00	124.00	83.60	141.00	145.00	94.40	46.70	26.50	23.40	84.58
1972 - 1973	18.00	235.00	358.00	74.50	295.00	155.00	162.00	204.00	162.00	79.80	38.20	23.50	150.42
1973 - 1974	17.20	69.40	71.60	96.80	63.90	62.50	115.00	136.00	70.40	32.23	20.90	18.55	64.54
1974 - 1975	16.70	46.00	100.00	67.80	58.90	67.20	144.00	171.00	100.00	46.20	37.10	20.20	72.93
1975 - 1976	26.70	101.00	157.00	165.00	90.20	107.00	150.00	185.00	140.00	54.00	29.00	16.90	101.82
1976 - 1977	13.50	13.90	81.90	43.10	46.80	72.30	127.00	150.00	90.70	45.50	28.30	17.20	60.85
1977 - 1978	14.70	54.90	61.90	135.90	74.80	129.30	195.00	207.40	142.20	63.30	30.60	20.80	94.23
1978 - 1979	16.30	32.80	57.14	199.80	67.50	110.00	210.80	227.15	128.00	52.30	29.60	20.60	96.00
1979 - 1980	17.00	36.80	26.20	134.00	239.70	154.50	110.00	133.00	121.00	51.00	44.10	36.50	91.98
1980 - 1981	76.90	311.00	186.00	160.50	96.50	73.60	92.50	82.20	68.20	38.80	25.50	19.80	102.63
1981 - 1982	19.70	335.97	138.10	90.50	96.20	75.10	87.70	75.60	43.40	30.80	24.60	16.80	86.21
1982 - 1983	15.35	56.50	155.00	220.00	105.00	218.00	184.00	186.00	201.00	113.00	59.90	32.30	128.84
1983 - 1984	25.50	29.90	110.00	69.50	67.60	64.00	111.00	114.00	55.70	29.90	20.60	15.50	59.43
1984 - 1985	14.70	30.60	38.50	94.10	49.80	106.00	192.00	176.00	171.00	96.90	48.20	31.70	87.46
1985 - 1986	29.70	78.80	76.90	127.00	52.90	69.10	110.00	115.00	62.40	31.30	20.40	15.20	65.73
1986 - 1987	36.70	195.00	347.00	84.20	93.80	67.00	110.00	125.00	121.00	107.00	40.00	76.30	116.92
1987 - 1988	66.60	50.20	60.90	58.10	58.50	88.80	75.70	77.20	46.00	40.00	40.00	40.00	58.50
1988	40.80	69.40	65.20	101.00	60.20	99.40	132.00	74.90					-

CUADRO III.F.2-4 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ÑUBLE EN SAN FABIAN
CODIGO BNA : 08106001-0
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 34
LONGITUD W : 71 33
CODIGO : 02
SUP. CUENCA : 1709 Km2
ALTITUD : 410 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										76.00	46.97	35.54	-
1941 - 1942	51.67	96.82	140.90	232.22	222.21	169.27	177.64	238.18	238.38	135.19	65.36	42.10	150.83
1942 - 1943	86.70	87.07	86.15	128.07	146.92	147.16	184.61	217.56	154.56	92.91	48.06	36.82	118.05
1943 - 1944	45.17	72.96	80.56	90.40	76.46	151.56	150.60	141.25	91.64	70.33	41.44	27.03	86.62
1944 - 1945	28.90	43.36	88.78	130.28	146.92	146.79	562.10	298.52	234.30	124.47	76.89	46.33	160.64
1945 - 1946	85.46	169.94	170.49	171.83	247.27	191.97	218.87	259.11	173.42	117.25	41.69	36.82	157.01
1946 - 1947	49.49	31.90	46.70	84.00	68.75	137.00	110.00	126.00	101.00	53.90	26.10	21.50	71.36
1947 - 1948	16.90	35.10	191.00	106.00	121.00	97.40	134.00	127.00	96.90	36.20	25.20	20.30	83.92
1948 - 1949	50.90	88.30	95.60	152.00	107.00	169.00	190.00	190.00	171.00	84.40	38.10	59.80	116.34
1949 - 1950	26.61	54.30	176.00	101.48	138.00	60.80	82.20	63.50	43.50	35.00	22.40	27.30	69.26
1950 - 1951	49.10	139.00	291.00	120.00	70.20	119.00	128.00	260.64	250.00	199.00	129.00	42.70	149.80
1951 - 1952	18.50	21.20	63.60	184.00	112.81	197.16	166.00	156.00	130.00	111.00	85.00	44.92	107.52
1952 - 1953	28.95	295.65	45.50	125.00	94.10	106.00	111.25	93.40	58.10	37.80	27.30	19.90	86.91
1953 - 1954	24.20	73.30	130.00	102.00	189.00	291.00	153.00	337.00	247.00	105.00	60.30	34.70	145.54
1954 - 1955	45.40	124.00	144.00	109.00	146.00	97.40	167.00	316.00	71.40	54.30	41.40	30.20	112.18
1955 - 1956	24.20	31.10	111.00	71.01	96.87	97.47	129.24	133.31	71.20	103.00	35.40	34.50	78.19
1956 - 1957	29.00	66.90	56.30	247.18	136.00	93.40	148.00	155.00	84.90	37.50	25.70	21.70	91.80
1957 - 1958	18.80	58.10	82.10	124.00	181.00	113.00	141.00	170.00	122.00	56.70	28.40	13.70	92.40
1958 - 1959	23.30	76.70	209.00	219.00	150.00	122.00	183.00	188.00	94.80	43.72	36.80	30.00	114.69
1959 - 1960	203.00	215.00	144.00	243.00	130.00	244.00	182.00	207.00	150.00	85.30	39.81	28.31	155.95
1960 - 1961	28.30	25.80	147.00	120.00	80.50	95.10	213.00	191.00	105.00	54.10	26.88	43.60	94.19
1961 - 1962	23.60	25.00	98.30	207.00	123.00	231.00	285.00	243.00	167.00	80.80	35.19	30.70	129.13
1962 - 1963	65.71	23.07	66.10	51.30	103.00	85.20	134.00	100.00	43.80	26.60	22.70	19.70	61.77
1963 - 1964	21.50	28.20	58.30	146.00	171.00	191.00	221.00	279.00	235.00	126.00	54.50	30.24	130.15
1964 - 1965	17.33	22.50	37.40	55.00	59.10	107.00	148.00	119.00	112.00	53.50	39.90	25.30	66.34
1965 - 1966	111.00	211.00	237.00	230.00	231.00	102.00	215.00	265.00	198.00	89.60	49.70	29.90	164.10
1966 - 1967	35.70	70.30	150.00	241.00	97.70	128.00	190.00	237.00	275.00	124.40	66.90	39.40	137.95
1967 - 1968	28.50	76.30	52.70	47.90	86.30	87.80	202.00	193.00	108.00	47.10	33.60	26.00	82.43
1968 - 1969	21.50	19.30	20.90	23.70	44.60	47.40	53.30	70.70	49.00	35.20	23.80	16.73	35.51
1969 - 1970	26.30	117.00	379.00	177.00	170.00	147.00	114.20	138.00	128.00	58.30	35.50	26.30	126.38
1970 - 1971	22.40	32.90	88.60	102.00	134.00	107.00	162.00	173.00	156.00	79.80	43.20	26.50	93.95
1971 - 1972	21.00	176.00	86.80	220.00	188.00	111.00	170.00	169.00	121.00	55.70	31.90	29.00	114.95
1972 - 1973	24.62	347.60	543.50	137.00	432.00	233.80	244.00	238.00	175.00	97.70	45.80	27.48	212.21
1973 - 1974	23.52	102.67	105.80	257.40	108.50	94.30	157.10	159.00	88.10	36.80	25.20	21.70	98.34
1974 - 1975	20.00	69.20	159.00	98.80	93.20	103.00	166.00	171.00	117.00	54.80	51.70	25.50	94.10
1975 - 1976	29.80	144.00	189.00	268.30	105.00	122.00	145.00	187.00	154.00	72.40	40.40	23.90	123.40
1976 - 1977	17.40	19.60	121.00	60.80	90.50	106.00	194.00	201.00	110.00	50.90	29.10	20.10	85.03
1977 - 1978	16.70	77.30	103.00	221.00	127.00	195.00	240.00	252.00	176.00	72.20	35.60	21.40	128.10
1978 - 1979	17.20	44.00	84.40	325.00	102.00	167.00	288.00	276.00	155.20	56.40	29.80	19.90	130.41
1979 - 1980	17.40	44.80	35.10	240.00	407.00	233.00	133.00	171.00	165.00	65.60	68.50	59.00	136.62
1980 - 1981	175.00	394.00	353.00	261.00	169.00	97.30	112.00	98.10	81.00	49.10	29.30	20.90	153.31
1981 - 1982	27.30	497.00	204.00	132.00	146.00	112.00	113.00	94.40	52.60	35.20	29.50	23.10	122.18
1982 - 1983	21.00	95.80	249.00	303.00	149.00	290.00	262.00	222.00	223.00	122.00	65.50	36.20	169.88
1983 - 1984	32.40	43.20	196.00	114.00	96.30	86.40	133.00	132.00	60.50	31.70	23.70	18.50	80.64
1984 - 1985	17.20	46.90	63.80	182.00	76.40	163.00	279.00	237.00	209.00	106.00	55.60	35.10	122.58
1985 - 1986	36.50	134.00	116.00	197.00	89.80	96.60	155.00	153.00	70.70	36.60	26.50	22.50	94.52
1986 - 1987	53.70	305.00	465.00	131.00	149.00	101.10	143.00	151.90	118.00	58.10	37.70	31.40	145.41
1987 - 1988	24.40	31.20	96.20	94.31	167.00	134.00	265.00	185.00	94.70	51.80	32.60	25.50	100.14
1988 -	20.40	26.20	88.70	106.00	108.00	95.60	127.00	158.00	90.79				-

CUADRO III.F.2-5 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ÑUBLE EN LONGITUDINAL
CODIGO BNA : 08115001-K
CUENCA : RIO ITATA

LATITUD S : 36 33
LONGITUD W : 72 6

CODIGO : 03
SUP. CUENCA : 2979 Km2
ALTITUD : 107 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										36.6	16.9	10.7	-
1941 - 1942	48.7	120.8	234.1	355.7	400.0	258.4	202.1	236.3	211.2	85.1	30.7	14.3	183.11
1942 - 1943	92.9	109.8	150.4	224.5	261.4	222.6	212.1	210.3	120.0	50.4	17.7	11.4	140.29
1943 - 1944	40.5	93.8	141.8	177.0	131.7	229.7	163.1	114.1	51.4	31.9	12.8	6.1	99.52
1944 - 1945	20.0	60.4	154.4	227.3	261.4	222.0	755.7	312.4	206.8	76.3	39.4	16.5	196.05
1945 - 1946	91.3	203.3	279.4	279.6	446.1	295.2	261.4	262.7	140.5	70.4	12.9	11.4	196.19
1946 - 1947	46.0	47.5	90.0	169.0	117.6	206.1	104.7	94.9	61.6	18.5	1.2	3.1	80.01
1947 - 1948	4.9	51.1	310.8	196.7	213.7	142.0	139.2	96.1	57.2	4.0	0.6	2.5	101.56
1948 - 1949	47.7	111.2	164.8	254.6	187.9	258.0	219.9	175.6	137.9	43.5	10.2	23.8	136.26
1949 - 1950	17.1	72.8	287.8	191.0	245.0	82.7	64.6	16.1	-1.0	3.0	-1.6	6.3	81.99
1950 - 1951	45.5	168.4	463.8	214.3	120.2	177.0	130.6	264.6	223.9	137.4	78.5	14.6	169.90
1951 - 1952	6.9	35.4	115.9	294.9	198.6	303.6	185.3	132.7	93.2	65.3	45.5	15.8	124.42
1952 - 1953	20.1	345.3	88.2	220.6	164.2	155.9	106.5	53.8	14.9	5.3	2.1	2.3	98.26
1953 - 1954	14.1	94.2	217.5	191.7	338.9	455.6	166.6	360.9	220.6	60.3	26.9	10.3	179.79
1954 - 1955	40.8	151.5	238.9	200.5	259.7	142.0	186.8	334.4	29.4	18.8	12.7	7.8	135.27
1955 - 1956	14.1	46.6	188.4	152.6	169.3	142.1	132.4	104.1	29.2	58.7	8.2	10.2	87.99
1956 - 1957	20.1	87.0	104.7	374.5	241.3	135.5	169.0	154.0	36.7	5.6	1.6	1.6	110.98
1957 - 1958	1.9	102.0	135.0	169.0	370.0	189.0	139.0	124.0	115.0	14.4	2.2	1.9	113.61
1958 - 1959	7.9	101.0	393.0	381.0	327.0	226.0	226.0	203.0	39.6	7.3	9.3	7.9	160.75
1959 - 1960	241.0	254.4	238.9	369.5	230.6	379.3	208.2	197.4	115.3	44.3	11.5	6.8	191.43
1960 - 1961	19.3	40.6	243.5	214.5	139.5	195.0	342.0	199.0	76.3	27.7	1.7	15.0	126.17
1961 - 1962	18.4	23.1	211.0	324.2	311.0	358.3	356.5	242.8	108.0	32.1	8.0	8.0	166.78
1962 - 1963	66.4	19.2	103.0	249.0	156.0	99.1	123.0	55.7	8.2	2.0	1.3	2.1	73.75
1963 - 1964	10.7	21.9	79.6	291.0	322.0	270.0	275.0	285.0	207.9	65.6	14.7	3.6	153.92
1964 - 1965	3.9	16.3	53.2	82.0	107.0	145.0	113.0	65.2	84.6	19.0	12.4	1.8	58.61
1965 - 1966	119.0	196.0	300.0	357.0	416.4	149.3	255.7	270.5	167.6	45.2	19.1	6.5	191.86
1966 - 1967	25.6	82.6	268.0	367.0	171.2	191.4	219.7	235.2	270.0	101.0	43.0	18.6	166.11
1967 - 1968	19.5	97.7	99.2	107.0	165.0	168.0	220.0	169.0	69.4	17.5	6.1	6.0	95.37
1968 - 1969	8.1	16.9	25.1	32.2	64.2	48.0	45.2	44.1	21.8	3.2	1.2	3.5	26.12
1969 - 1970	11.7	143.7	598.4	297.0	322.0	250.0	140.0	115.0	84.6	25.6	8.3	2.0	166.52
1970 - 1971	3.3	32.4	142.0	181.0	238.0	157.4	147.0	131.0	121.8	32.6	12.6	3.0	100.16
1971 - 1972	5.8	258.0	181.0	413.0	278.0	179.0	200.0	138.0	90.2	20.0	8.7	7.1	148.23
1972 - 1973	18.9	413.0	850.1	238.0	786.3	364.0	275.0	236.5	130.0	54.4	15.8	12.0	282.83
1973 - 1974	15.0	192.0	162.0	291.0	169.0	101.0	172.4	136.9	38.7	9.4	2.8	3.2	107.78
1974 - 1975	8.8	89.7	261.8	158.0	177.0	136.0	150.0	125.0	79.3	12.0	15.4	5.0	101.50
1975 - 1976	30.3	202.0	369.0	401.4	184.6	146.0	156.0	190.0	108.0	25.4	5.7	4.0	151.86
1976 - 1977	5.5	14.0	203.7	139.9	108.0	116.0	220.0	194.0	62.8	17.8	4.0	3.3	90.76
1977 - 1978	6.5	98.8	176.2	341.8	225.1	300.0	291.7	254.1	143.6	33.5	8.4	3.0	156.89
1978 - 1979	5.3	61.2	147.7	472.8	179.1	254.6	360.9	284.4	121.0	20.6	3.9	2.2	159.46
1979 - 1980	5.5	62.1	72.3	365.7	740.3	361.5	137.7	152.1	131.6	28.1	33.4	23.3	176.12
1980 - 1981	204.1	456.7	516.0	365.0	243.0	130.0	112.0	60.2	32.0	14.6	3.6	3.8	178.40
1981 - 1982	33.4	547.0	390.0	272.0	209.0	170.0	105.0	56.7	8.4	1.3	3.3	2.8	149.91
1982 - 1983	11.1	158.0	389.0	444.8	265.2	454.0	323.5	215.9	194.5	74.3	30.8	11.1	214.35
1983 - 1984	24.4	60.2	318.4	206.8	168.3	124.2	137.8	102.4	17.5	0.3	0.0	1.5	96.82
1984 - 1985	5.3	64.4	116.2	292.4	131.6	248.3	348.0	234.8	179.2	61.2	23.4	10.5	142.94
1985 - 1986	29.6	162.8	196.0	311.3	156.3	140.7	169.5	128.9	28.6	4.3	1.5	3.7	111.10
1986 - 1987	51.3	355.8	730.0	228.2	265.2	148.0	152.2	127.5	80.2	21.9	9.9	8.5	181.56
1987 - 1988	14.4	46.7	165.7	182.0	298.4	201.3	327.9	169.3	54.8	16.7	6.1	5.3	124.04
1988 -	9.3	41.0	154.3	196.7	189.8	139.1	129.2	135.2	50.5				-

CUADRO III.F.2-6 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO CATO EN PUENTE CATO
CODIGO BNA : 08114001-4
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 33
LONGITUD W : 72 3
CODIGO : 05
SUP. CUENCA : 868 Km2
ALTITUD : 123 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										3.50	3.28	13.08	-
1941 - 1942	7.53	47.80	89.71	149.71	190.58	70.37	39.88	60.30	40.12	5.28	5.88	18.29	60.45
1942 - 1943	10.41	34.09	49.88	85.55	136.06	78.61	57.24	34.73	13.20	4.01	6.59	12.63	43.58
1943 - 1944	8.48	42.10	39.62	62.35	57.74	105.80	35.95	18.40	7.99	3.33	2.77	9.77	32.86
1944 - 1945	7.55	30.29	84.28	86.92	159.48	82.32	109.32	57.84	25.49	4.95	6.54	22.21	56.43
1945 - 1946	14.23	65.09	75.53	112.52	141.05	93.85	50.36	64.31	13.20	4.74	5.45	8.65	54.08
1946 - 1947	6.30	22.36	33.22	85.21	44.30	72.02	27.11	20.56	8.58	2.84	2.19	5.39	27.51
1947 - 1948	5.33	13.84	64.67	70.88	54.67	38.64	39.88	13.53	2.43	2.31	2.08	4.68	26.08
1948 - 1949	10.55	28.61	50.79	141.18	55.05	123.93	62.15	28.26	17.30	3.75	3.44	14.85	44.99
1949 - 1950	8.49	91.88	147.64	69.17	43.15	22.08	13.68	9.50	1.29	2.27	1.48	6.45	34.76
1950 - 1951	14.49	77.53	122.00	78.39	179.06	112.81	47.09	49.21	22.85	7.19	5.93	16.24	61.07
1951 - 1952	8.35	37.46	154.89	172.58	89.99	91.79	45.12	27.95	15.25	4.55	3.79	16.45	55.68
1952 - 1953	8.48	34.72	58.33	82.14	53.51	42.76	24.16	9.07	0.68	2.35	2.22	7.34	27.15
1953 - 1954	8.14	79.85	62.55	108.08	153.72	212.93	56.59	40.59	22.56	4.37	4.15	15.33	64.07
1954 - 1955	10.31	30.72	86.09	126.85	95.75	48.12	32.68	21.18	11.30	2.85	3.65	9.46	39.91
1955 - 1956	7.01	18.40	95.44	50.40	57.74	55.54	31.37	14.30	7.52	4.31	2.81	21.96	30.57
1956 - 1957	13.71	43.58	39.02	158.93	94.60	45.65	29.30	18.00	4.37	1.48	1.06	0.91	37.55
1957 - 1958	1.11	23.30	40.10	69.00	157.00	60.07	28.50	19.00	22.70	2.09	0.95	1.12	35.41
1958 - 1959	5.70	29.20	148.00	110.00	133.00	78.20	49.40	39.70	8.86	5.72	2.68	2.58	51.09
1959 - 1960	70.00	84.70	102.00	194.00	77.70	109.00	43.97	19.90	8.66	2.03	0.86	1.89	59.56
1960 - 1961	9.74	7.00	106.00	72.24	45.07	46.10	63.80	26.00	5.21	8.81	4.08	10.80	33.74
1961 - 1962	6.23	5.00	44.90	128.00	75.90	194.00	98.03	25.10	2.11	3.64	1.56	7.34	49.32
1962 - 1963	6.33	12.73	41.20	24.60	43.50	25.20	41.10	14.40	1.47	2.02	1.05	3.06	18.06
1963 - 1964	5.55	11.47	30.39	104.00	130.00	125.00	55.20	46.30	13.37	6.67	1.65	1.67	44.27
1964 - 1965	2.17	7.13	23.30	37.20	53.20	45.40	22.20	10.70	24.30	2.83	5.42	1.37	19.60
1965 - 1966	28.10	36.59	68.80	160.00	207.00	58.98	65.40	33.68	34.03	2.76	1.84	1.15	58.19
1966 - 1967	10.00	22.70	107.00	138.00	87.80	69.80	44.60	23.41	80.40	4.95	6.87	12.75	50.69
1967 - 1968	2.57	40.90	36.20	40.60	79.69	60.20	48.50	26.27	5.05	2.63	1.62	7.79	29.34
1968 - 1969	2.46	6.50	9.43	12.50	19.70	12.80	14.40	13.80	7.87	2.28	1.58	3.67	8.92
1969 - 1970	4.73	29.71	162.74	106.00	137.00	86.50	37.40	15.60	7.13	2.19	0.73	0.99	49.23
1970 - 1971	2.10	14.50	57.70	98.00	152.00	39.60	31.60	19.20	15.70	5.78	3.77	1.87	36.82
1971 - 1972	2.55	30.10	75.60	154.00	128.00	44.70	31.00	10.40	11.20	0.80	1.41	4.00	41.15
1972 - 1973	7.83	130.16	160.00	81.60	210.00	115.00	96.76	58.90	21.47	2.31	2.09	9.82	74.66
1973 - 1974	5.39	55.00	53.89	98.96	50.93	30.76	41.19	21.42	2.70	2.32	2.14	8.50	31.10
1974 - 1975	5.81	28.50	107.51	101.12	66.89	48.78	29.18	12.58	4.69	2.86	3.53	8.83	35.02
1975 - 1976	14.14	45.91	103.38	157.91	68.47	40.46	25.21	22.11	9.45	3.39	4.27	13.16	42.32
1976 - 1977	7.87	17.51	56.99	40.79	34.50	33.60	63.20	33.80	13.77	2.75	2.20	7.41	26.20
1977 - 1978	7.61	30.30	58.80	189.97	118.00	47.90	58.20	36.30	25.43	3.39	2.06	14.70	49.39
1978 - 1979	3.68	18.30	37.00	191.00	46.51	72.10	61.00	49.40	12.40	3.62	3.24	2.95	41.77
1979 - 1980	2.99	22.80	16.60	175.57	130.00	100.00	34.10	31.80	29.90	3.08	8.87	14.40	47.51
1980 - 1981	44.00	109.85	162.00	172.00	97.60	31.90	16.50	8.99	4.53	1.52	1.64	3.01	54.46
1981 - 1982	20.00	120.00	102.00	85.30	58.50	51.00	21.70	8.74	1.78	0.97	2.13	1.12	39.44
1982 - 1983	2.92	48.60	189.00	196.00	93.30	143.00	124.00	35.60	14.68	4.51	4.25	3.89	71.65
1983 - 1984	10.00	18.30	29.50	137.00	65.00	53.20	30.30	10.30	2.54	1.81	1.40	2.30	30.14
1984 - 1985	4.35	50.40	58.70	204.00	52.70	65.30	59.60	34.90	8.98	6.87	2.92	3.13	45.99
1985 - 1986	10.90	57.60	48.90	106.00	34.00	41.60	49.70	33.00	4.88	2.85	1.80	4.41	32.97
1986 - 1987	19.70	143.00	211.00	52.30	72.70	41.40	29.60	63.30	28.90	2.96	1.98	9.44	56.36
1987 - 1988	6.55	16.85	45.95	168.14	126.08	62.95	61.66	22.10	5.18	2.77	1.34	8.12	43.97
1988 -	13.38	57.72	60.63	143.35	47.29	24.16	13.08	3.64					-

CUADRO III.F.2-7 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO
CODIGO BNA : 08118001-6
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 33
LONGITUD W : 72 17
CODIGO : 06
SUP. CUENCA : 497 Km2
ALTITUD : 60 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										5.30	5.88	7.31	-
1941 - 1942	8.38	37.49	37.24	54.55	32.37	18.51	9.96	29.66	16.05	8.44	9.39	8.16	22.52
1942 - 1943	11.72	28.26	20.60	33.26	22.58	15.19	15.63	17.86	5.65	5.66	6.08	7.48	15.83
1943 - 1944	9.48	33.66	16.32	25.56	13.42	15.85	8.67	10.32	3.64	3.88	4.82	6.20	12.65
1944 - 1945	8.41	25.71	34.97	33.71	22.58	15.14	32.67	28.52	10.40	8.02	11.59	8.71	20.04
1945 - 1946	16.16	49.14	31.31	42.21	35.62	21.91	13.39	31.51	5.65	4.46	4.87	7.48	21.98
1946 - 1947	6.96	20.37	13.65	33.15	12.42	13.67	5.78	11.31	3.87	2.68	2.15	5.49	10.96
1947 - 1948	5.83	14.63	26.78	28.39	19.21	7.73	9.96	8.07	1.49	2.53	1.73	5.33	10.97
1948 - 1949	11.88	24.57	20.98	51.72	17.39	18.47	17.24	14.87	7.23	5.58	6.32	10.46	17.23
1949 - 1950	9.50	67.17	61.43	27.82	21.42	2.24	1.39	6.21	1.05	2.72	2.34	6.24	17.46
1950 - 1951	16.46	57.52	50.72	30.88	12.61	10.97	12.31	24.54	9.38	10.76	10.78	8.24	21.26
1951 - 1952	9.33	30.54	64.45	62.14	18.14	22.69	11.67	14.73	6.44	5.84	6.40	8.53	21.74
1952 - 1953	9.48	28.69	24.13	32.13	15.71	9.02	4.82	6.01	0.82	3.08	3.23	5.28	11.87
1953 - 1954	9.09	59.08	25.90	40.73	28.05	36.77	15.42	20.56	9.27	6.70	7.41	7.20	22.18
1954 - 1955	11.61	25.99	35.72	46.96	22.46	7.73	7.60	11.60	4.92	4.80	4.60	6.62	15.88
1955 - 1956	7.77	17.70	39.63	21.60	16.07	7.74	7.17	8.43	3.46	7.03	4.05	7.18	12.32
1956 - 1957	15.55	34.65	16.07	57.61	21.16	7.13	8.39	13.70	1.99	0.82	0.12	0.22	14.78
1957 - 1958	1.76	20.90	14.90	30.50	41.00	7.22	4.99	10.70	11.10	0.67	3.90	4.47	12.68
1958 - 1959	6.93	21.90	52.20	16.90	25.60	19.30	8.79	16.70	4.81	1.64	4.41	4.88	15.34
1959 - 1960	58.40	46.16	33.96	65.08	20.38	29.72	11.29	11.01	3.90	4.85	4.51	6.37	24.64
1960 - 1961	8.48	14.22	33.08	28.84	13.95	7.39	13.49	11.03	2.26	4.03	2.04	8.36	12.26
1961 - 1962	6.66	13.82	16.95	49.46	19.47	27.77	28.97	13.41	3.38	4.10	3.62	6.68	16.19
1962 - 1963	6.99	13.88	17.83	13.31	16.87	5.90	6.42	5.67	1.10	5.20	0.75	5.25	8.26
1963 - 1964	6.08	14.59	12.46	37.22	25.71	21.77	18.00	22.35	8.93	2.97	2.24	4.65	14.75
1964 - 1965	5.82	6.18	6.72	6.82	7.39	6.01	6.36	6.71	7.30	7.08	5.59	4.06	6.34
1965 - 1966	6.78	32.95	32.20	41.43	33.51	7.81	21.90	21.80	14.60	3.36	4.87	2.70	18.66
1966 - 1967	19.30	22.00	29.40	26.00	16.18	12.32	10.83	12.63	28.48	11.88	7.63	7.81	17.04
1967 - 1968	8.71	29.97	14.05	22.68	14.70	6.29	13.22	13.95	4.09	0.99	3.59	6.07	11.53
1968 - 1969	6.97	13.24	6.77	4.24	5.23	5.14	11.60	8.40	4.68	4.18	2.97	2.65	6.34
1969 - 1970	2.78	4.22	50.80	69.60	28.40	24.10	3.07	0.94	0.65	0.66	3.74	6.11	16.26
1970 - 1971	0.85	0.64	8.30	45.60	27.00	1.30	2.02	1.20	1.49	1.83	2.73	2.21	7.93
1971 - 1972	1.47	33.30	75.30	61.60	27.40	6.56	4.87	4.22	13.40	2.94	4.07	37.30	22.70
1972 - 1973	2.88	104.00	63.10	46.10	55.00	28.19	28.56	29.01	7.12	3.57	4.59	6.26	31.53
1973 - 1974	7.88	33.52	20.98	40.85	17.59	7.26	10.39	11.71	1.73	3.65	3.51	5.51	13.72
1974 - 1975	6.94	21.08	44.67	33.60	15.60	8.57	6.46	7.63	2.36	3.48	5.54	6.01	13.50
1975 - 1976	11.28	36.07	45.80	57.27	17.13	11.42	5.16	12.03	4.21	4.30	7.44	5.80	18.16
1976 - 1977	6.97	14.39	18.59	20.12	15.25	9.02	20.40	18.00	3.01	5.00	15.00	16.00	13.48
1977 - 1978	15.00	49.40	6.31	66.30	25.70	5.18	17.20	24.00	3.91	4.11	4.17	5.47	18.90
1978 - 1979	16.00	17.32	8.08	46.70	6.17	16.30	23.70	25.50	6.64	1.71	3.44	3.03	14.55
1979 - 1980	6.31	31.60	17.60	19.60	54.00	31.40	12.10	22.00	18.90	1.77	16.80	6.68	19.90
1980 - 1981	51.00	117.00	81.00	90.30	28.60	10.80	4.81	13.90	3.56	9.16	8.96	1.62	35.06
1981 - 1982	12.10	48.20	19.00	27.60	27.90	18.50	5.52	16.10	1.66	0.01	1.88	2.23	15.06
1982 - 1983	10.80	61.30	91.40	79.30	22.85	43.10	37.90	11.20	6.67	3.43	2.82	6.20	31.41
1983 - 1984	9.19	6.62	28.90	53.88	13.90	7.95	6.66	6.97	1.51	0.64	0.29	0.79	11.44
1984 - 1985	4.47	41.30	36.40	114.00	10.00	18.20	13.10	21.80	4.57	7.29	3.96	8.93	23.67
1985 - 1986	9.46	21.50	11.30	36.20	7.95	4.99	6.82	11.70	3.00	1.67	0.90	3.39	9.91
1986 - 1987	21.20	81.50	84.90	11.50	27.30	5.71	6.89	29.50	7.03	0.58	3.93	6.77	23.90
1987 - 1988	7.25	16.52	18.97	60.67	25.19	13.22	17.08	12.02	2.56	0.58	3.04	6.01	15.26
1988	6.91	14.32	23.88	27.99	17.52	7.46	4.81	7.86	1.96				-

CUADRO III.F.2-8 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO CHILLAN EN ESPERANZA
CODIGO BNA : 08117004-5
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 47
LONGITUD W : 71 45
CODIGO : 07
SUP. CUENCA : 224 Km2
ALTITUD : 435 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										8.92	7.97	7.19	-
1941 - 1942	5.35	20.70	28.60	40.50	49.80	20.50	15.50	24.00	19.60	12.70	11.00	9.25	21.46
1942 - 1943	7.56	14.20	15.40	21.70	35.60	22.50	20.80	15.70	10.40	9.35	8.15	7.01	15.70
1943 - 1944	6.08	18.00	12.00	14.90	15.20	29.10	14.30	10.40	8.62	7.21	7.06	5.88	12.40
1944 - 1945	5.37	12.40	26.80	22.10	41.70	23.40	36.70	23.20	14.60	12.20	12.90	10.80	20.18
1945 - 1946	10.50	28.90	23.90	29.60	36.90	26.20	18.70	25.30	10.40	7.91	7.10	5.44	19.24
1946 - 1947	4.41	8.64	9.88	21.60	11.70	20.90	11.60	11.10	8.82	5.76	4.76	4.15	10.28
1947 - 1948	3.66	4.60	20.30	17.40	14.40	12.80	15.50	8.82	6.72	5.58	4.40	3.87	9.84
1948 - 1949	7.67	11.60	15.70	38.00	14.50	33.50	22.30	13.60	11.80	9.25	8.35	7.89	16.18
1949 - 1950	6.09	41.60	47.80	16.90	11.40	8.78	7.50	6.21	6.33	5.81	4.92	4.57	13.99
1950 - 1951	10.70	34.80	39.30	19.60	46.80	30.80	17.70	20.40	13.70	15.50	12.20	8.44	22.49
1951 - 1952	5.98	15.80	50.20	47.20	23.60	25.70	17.10	13.50	11.10	9.57	8.42	8.52	19.72
1952 - 1953	6.08	14.50	18.20	20.70	14.10	13.80	10.70	7.37	6.12	6.24	5.69	4.92	10.70
1953 - 1954	5.82	35.90	19.60	28.30	40.20	55.10	20.60	17.60	13.60	10.60	9.29	8.08	22.06
1954 - 1955	7.49	12.60	27.40	33.80	25.10	15.10	13.30	11.30	9.75	8.32	6.87	5.76	14.73
1955 - 1956	4.95	6.76	30.50	11.40	15.20	16.90	12.90	9.07	8.46	11.00	6.40	10.70	12.02
1956 - 1957	10.10	18.70	11.80	43.20	24.80	14.50	13.60	11.00	7.32	6.57	5.62	4.84	14.34
1957 - 1958	3.72	14.60	15.00	22.60	44.20	18.00	12.50	14.10	14.30	8.02	6.27	5.08	14.87
1958 - 1959	5.09	15.00	43.00	47.50	40.00	22.50	20.30	18.80	9.22	8.02	6.71	5.73	20.16
1959 - 1960	38.90	26.80	26.00	49.80	21.80	32.20	15.20	11.20	8.85	8.38	6.79	5.61	20.96
1960 - 1961	5.42	4.31	25.30	17.80	11.90	11.90	18.80	10.90	7.40	7.39	4.66	6.01	10.98
1961 - 1962	4.21	4.03	12.50	36.00	15.25	41.60	30.90	12.90	8.39	7.47	6.03	4.92	15.35
1962 - 1963	4.43	4.07	13.20	9.07	13.50	8.69	12.20	6.01	4.54	8.80	3.55	3.23	7.61
1963 - 1964	3.83	4.57	8.94	25.20	32.50	29.60	22.60	17.50	13.30	15.20	7.19	5.69	15.51
1964 - 1965	4.27	4.59	8.10	10.40	15.90	14.90	11.93	9.11	13.50	8.48	7.61	4.10	9.41
1965 - 1966	17.60	17.50	24.60	39.20	42.30	15.70	22.10	16.40	16.70	9.61	7.10	5.73	19.55
1966 - 1967	6.80	9.61	28.80	39.30	20.90	18.90	16.20	13.30	30.60	14.10	9.48	7.06	17.92
1967 - 1968	5.57	15.40	10.20	11.00	18.80	16.50	19.70	14.00	9.02	6.24	6.00	5.10	11.46
1968 - 1969	4.42	3.62	4.42	5.46	8.70	6.79	6.93	7.99	5.95	4.32	3.66	3.47	5.48
1969 - 1970	4.94	16.10	52.10	29.60	29.90	24.70	12.80	10.40	8.58	7.44	6.13	5.26	17.33
1970 - 1971	4.75	5.95	18.00	22.50	24.50	12.70	12.70	10.00	10.60	7.89	6.95	5.14	11.81
1971 - 1972	4.61	24.51	19.50	37.20	29.10	15.50	14.60	7.35	12.00	8.51	6.80	6.26	15.50
1972 - 1973	4.91	65.80	52.90	25.10	52.40	33.30	30.00	22.00	11.70	8.38	6.86	5.90	26.60
1973 - 1974	5.02	17.90	15.70	28.40	15.50	9.63	15.90	11.38	6.93	6.94	5.93	5.38	12.05
1974 - 1975	4.40	9.14	34.50	22.00	16.40	13.30	11.50	8.51	7.49	6.72	7.68	5.51	12.26
1975 - 1976	7.27	19.70	35.40	42.90	20.00	13.40	13.10	13.10	9.12	7.71	9.32	7.22	16.52
1976 - 1977	4.42	4.43	13.80	10.10	12.60	14.20	21.50	14.20	8.17	6.97	5.41	4.95	10.06
1977 - 1978	4.41	9.62	18.60	48.40	29.90	19.00	22.80	16.60	11.80	7.76	6.50	7.83	16.94
1978 - 1979	4.49	6.49	12.10	53.30	15.80	24.90	28.40	19.54	11.50	7.81	6.42	5.69	16.37
1979 - 1980	4.32	9.31	6.50	29.70	40.20	27.30	13.80	16.10	18.00	9.19	15.07	12.40	16.82
1980 - 1981	25.00	48.30	50.70	43.70	30.90	14.90	12.00	9.91	10.50	9.51	8.41	7.65	22.62
1981 - 1982	9.16	58.80	34.10	23.60	19.90	16.90	10.80	7.82	5.86	5.54	5.99	5.16	16.97
1982 - 1983	4.52	18.00	39.40	44.30	29.50	44.30	39.80	16.50	11.30	10.80	9.44	7.11	22.91
1983 - 1984	6.29	8.25	26.40	25.80	18.20	14.60	13.10	9.14	6.62	5.72	5.29	4.28	11.97
1984 - 1985	3.78	11.40	13.30	38.60	13.40	20.00	20.90	15.20	10.50	9.03	6.63	5.30	14.00
1985 - 1986	5.40	18.50	14.20	28.00	10.30	13.00	16.60	13.60	6.97	4.94	4.58	4.11	11.68
1986 - 1987	6.44	38.20	62.20	17.20	25.10	14.70	11.60	24.50	16.00	7.02	6.29	5.75	19.58
1987 - 1988	4.60	5.93	14.10	45.90	33.00	18.70	22.10	11.60	7.66	6.38	5.53	5.23	15.06
1988	4.38	4.38	18.00	14.40	37.50	14.90	10.70	8.67	7.13				-

CUADRO III.F.2-9 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL CODIGO : 08
CODIGO BNA : 08117001-0 LATITUD S : 36 38 SUP. CUENCA : 466 Km2
CUENCA : RIO ITATA LONGITUD W : 72 13 ALTITUD : 75 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										4.72	2.67	3.18	
1941 - 1942	3.73	36.80	63.21	98.05	122.68	49.94	25.63	41.08	22.94	7.86	6.09	4.59	40.22
1942 - 1943	6.63	24.45	34.96	53.49	88.18	56.48	36.55	21.41	7.29	5.08	7.03	3.45	28.75
1943 - 1944	4.69	31.67	27.68	37.37	38.61	78.06	23.16	8.85	4.26	3.30	2.00	1.35	21.75
1944 - 1945	3.75	21.03	59.35	54.44	103.00	59.42	69.30	39.18	14.43	7.44	6.96	5.50	36.98
1945 - 1946	10.50	52.38	53.15	72.21	91.34	68.57	32.22	44.16	7.29	3.88	5.53	3.45	37.06
1946 - 1947	2.49	13.89	23.15	53.25	30.10	51.24	17.60	10.51	4.60	2.10	1.23	1.45	17.63
1947 - 1948	1.50	6.21	45.44	43.30	36.66	24.76	25.63	5.10	1.03	1.95	1.09	1.20	16.16
1948 - 1949	6.78	19.51	35.60	92.12	36.91	92.45	39.64	16.43	9.67	5.00	2.88	5.79	30.23
1949 - 1950	4.70	76.51	104.29	42.11	29.37	11.61	9.15	2.00	0.37	2.14	0.30	0.39	23.58
1950 - 1951	10.76	63.59	86.10	48.51	115.39	83.62	30.16	32.55	12.90	10.18	6.16	5.46	42.12
1951 - 1952	4.55	27.49	109.43	113.92	59.02	66.94	28.93	16.20	8.48	5.26	3.34	5.20	37.40
1952 - 1953	4.69	25.02	40.95	51.12	35.93	28.03	15.74	1.67	0.01	2.50	1.28	1.65	17.38
1953 - 1954	4.34	65.68	43.95	69.13	99.36	163.08	36.14	25.91	12.73	6.12	3.82	2.57	44.40
1954 - 1955	6.54	21.41	60.64	82.17	62.66	32.28	21.10	10.98	6.18	4.22	3.16	2.22	26.13
1955 - 1956	3.20	10.31	67.27	29.08	38.61	38.16	20.27	5.70	3.99	6.45	2.05	2.21	18.94
1956 - 1957	9.97	33.00	27.05	104.44	61.93	30.32	21.72	10.27	2.05	2.77	0.60	0.46	25.38
1957 - 1958	1.58	25.21	34.10	55.62	109.08	41.76	19.45	17.62	13.92	3.97	0.55	0.19	26.92
1958 - 1959	0.88	30.90	130.00	106.00	108.00	70.60	31.50	17.40	2.28	1.06	0.85	0.71	41.68
1959 - 1960	72.90	79.60	97.70	153.00	75.50	80.50	28.20	10.00	4.65	4.27	0.41	0.98	50.64
1960 - 1961	5.96	11.30	56.14	44.25	30.59	21.81	32.43	10.03	2.19	3.45	0.26	1.47	18.32
1961 - 1962	2.23	5.13	38.10	87.38	62.20	140.00	62.20	14.00	0.85	3.52	0.41	0.88	34.74
1962 - 1963	2.52	5.20	30.25	23.56	34.48	11.32	18.83	1.10	2.00	4.62	0.20	0.20	11.19
1963 - 1964	1.73	4.07	21.13	61.78	91.10	91.00	41.10	28.90	7.39	1.34	0.70	0.86	29.26
1964 - 1965	2.01	4.32	15.40	27.10	38.90	28.00	11.30	2.66	13.30	3.13	2.52	1.19	12.49
1965 - 1966	17.00	26.70	56.70	118.00	119.00	40.90	39.90	20.60	19.40	3.42	0.77	1.16	38.63
1966 - 1967	5.09	12.00	66.50	82.80	62.10	43.70	27.30	12.70	45.10	11.30	7.40	4.29	31.69
1967 - 1968	4.15	29.00	28.80	39.50	52.50	49.10	31.90	14.90	2.55	0.41	0.49	0.99	21.19
1968 - 1969	2.67	3.45	7.86	8.98	16.00	10.40	11.90	11.80	4.31	1.82	0.43	0.31	6.66
1969 - 1970	0.90	20.50	115.00	66.30	76.40	54.70	28.60	10.00	1.58	0.29	0.11	0.38	31.23
1970 - 1971	1.46	7.44	35.30	52.90	63.20	26.00	16.70	5.12	5.70	1.60	0.95	0.95	18.11
1971 - 1972	4.14	48.80	47.20	97.40	79.90	33.60	22.70	4.44	3.25	0.62	0.38	1.29	28.64
1972 - 1973	1.85	111.00	108.00	55.00	122.00	78.50	61.40	40.00	12.10	2.99	1.10	1.01	49.58
1973 - 1974	1.57	33.20	37.80	62.80	34.30	18.50	26.45	11.17	1.91	3.07	1.17	1.28	19.44
1974 - 1975	1.99	14.30	75.83	64.30	44.40	32.80	18.90	4.37	2.34	2.90	2.99	1.93	22.25
1975 - 1976	10.40	35.10	72.90	103.73	45.40	26.20	16.40	11.70	5.11	3.72	3.97	2.96	28.13
1976 - 1977	4.07	9.51	40.00	22.40	28.40	26.70	44.90	22.20	7.62	2.48	1.25	1.79	17.61
1977 - 1978	3.81	21.20	49.10	126.00	71.70	31.90	36.80	20.80	14.40	3.53	1.06	0.95	31.77
1978 - 1979	1.95	10.70	19.00	119.00	31.50	52.50	40.10	36.30	11.50	4.00	4.94	2.51	27.83
1979 - 1980	3.72	16.40	14.00	116.00	84.00	58.40	22.50	13.90	14.40	0.48	8.40	2.89	29.59
1980 - 1981	31.00	92.70	111.00	78.10	48.40	31.62	18.42	7.69	7.46	5.21	2.95	2.11	36.39
1981 - 1982	8.74	119.00	58.50	46.30	33.80	28.50	15.95	2.73	1.00	1.92	0.91	1.13	26.54
1982 - 1983	2.63	31.67	104.00	126.00	50.10	120.00	76.60	20.30	8.15	3.53	3.72	2.84	45.80
1983 - 1984	5.21	13.15	58.50	63.21	45.90	30.64	20.69	5.86	0.86	2.07	0.25	0.15	20.54
1984 - 1985	1.66	19.13	30.46	93.54	34.23	48.30	36.75	20.22	7.46	4.81	0.79	0.84	24.85
1985 - 1986	3.79	32.62	32.39	68.42	26.70	25.41	27.90	16.43	1.46	1.42	0.49	0.44	19.79
1986 - 1987	5.16	70.05	135.11	42.82	62.66	30.97	17.60	42.27	16.82	3.14	0.96	1.33	35.74
1987 - 1988	2.75	8.92	32.17	110.84	81.86	44.05	39.23	11.69	2.63	2.62	0.12	1.17	28.17
1988 -	2.45	5.79	40.52	36.18	92.79	31.62	15.74	4.75	1.73				25.73

CUADRO III.F.2-10 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO CHILLAN EN CAMINO A CONFLUENCIA
CODIGO BNA : 08117005-3
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 37
LONGITUD W : 72 19
CODIGO : 09
SUP. CUENCA : 674 Km2
ALTITUD : 40 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										2.32	1.89	3.53	-
1941 - 1942	4.51	32.80	61.58	74.30	64.36	35.18	20.07	29.12	18.71	4.32	3.25	5.84	29.50
1942 - 1943	9.64	25.78	33.72	45.91	51.01	38.82	28.66	16.75	5.83	2.55	1.97	3.33	22.00
1943 - 1944	6.21	29.88	26.55	35.64	31.84	50.83	18.13	8.86	3.34	1.41	1.48	2.07	18.02
1944 - 1945	4.56	23.83	57.78	46.51	56.75	40.46	54.41	27.93	11.71	4.06	4.11	7.58	28.31
1945 - 1946	16.46	41.65	51.66	57.84	52.24	45.55	25.25	31.06	5.83	1.78	1.50	1.57	27.70
1946 - 1947	2.33	19.77	22.08	45.76	28.55	35.91	13.75	9.90	3.62	0.64	0.44	0.13	15.24
1947 - 1948	0.59	15.41	44.06	39.41	31.09	21.17	20.07	6.50	0.68	0.55	0.28	0.80	15.05
1948 - 1949	9.89	22.97	34.36	70.52	31.18	58.84	31.09	13.62	7.79	2.49	2.06	4.32	24.09
1949 - 1950	6.23	55.37	102.09	38.66	28.27	13.85	7.11	2.61	0.13	0.67	0.51	0.60	21.34
1950 - 1951	16.92	48.02	84.15	42.74	61.54	53.93	23.63	23.76	10.45	5.81	3.79	4.93	31.64
1951 - 1952	5.97	27.50	107.15	84.41	39.73	44.64	22.66	13.48	6.81	2.66	2.09	5.02	30.18
1952 - 1953	6.21	26.10	39.63	44.40	30.80	22.99	12.29	4.34	2.00	0.90	0.86	0.99	15.96
1953 - 1954	5.60	49.21	42.59	55.87	55.34	98.15	28.33	19.58	10.31	3.21	2.48	4.53	31.27
1954 - 1955	9.48	24.05	59.04	64.18	41.14	25.35	16.51	10.20	4.92	2.00	1.39	1.93	21.68
1955 - 1956	3.58	17.74	65.59	30.35	31.84	28.63	15.86	6.87	3.11	3.42	1.18	7.46	17.97
1956 - 1957	15.53	30.64	26.13	78.37	40.86	24.26	13.40	6.26	0.87	0.30	0.07	0.15	19.74
1957 - 1958	0.93	16.50	32.30	65.30	78.60	30.90	12.10	5.74	7.14	0.61	0.12	0.24	20.87
1958 - 1959	1.02	26.64	91.96	84.87	63.30	35.90	19.50	15.90	2.25	1.06	1.04	1.18	28.72
1959 - 1960	41.10	39.38	56.09	88.34	38.04	56.47	19.58	10.05	3.66	2.03	1.36	1.76	29.82
1960 - 1961	4.67	15.09	54.61	40.02	28.74	19.53	25.42	9.60	1.63	1.51	0.40	2.21	16.95
1961 - 1962	1.87	14.79	14.40	67.50	31.10	73.58	43.80	6.88	3.02	1.55	1.01	0.99	21.71
1962 - 1963	2.38	14.84	29.08	19.30	29.40	17.50	18.50	15.80	0.80	2.25	0.20	1.00	12.59
1963 - 1964	0.99	15.38	20.09	51.19	48.10	51.74	31.57	19.44	10.00	5.20	0.85	1.20	21.31
1964 - 1965	1.69	4.67	18.32	28.84	44.50	29.10	22.50	3.19	13.20	3.58	2.13	1.69	14.45
1965 - 1966	49.80	42.00	53.14	56.80	74.30	39.90	30.76	17.80	18.00	2.73	1.08	1.29	32.30
1966 - 1967	5.94	12.20	48.20	72.48	48.10	35.30	21.20	14.30	34.11	5.06	5.32	7.15	25.78
1967 - 1968	16.30	27.07	22.75	31.80	43.40	33.60	26.10	10.90	3.90	0.81	1.01	1.18	18.24
1968 - 1969	3.49	11.70	10.56	15.00	24.10	10.23	12.00	5.27	1.50	0.60	0.29	0.22	7.91
1969 - 1970	0.44	18.50	87.50	73.30	45.66	42.82	15.70	8.86	3.28	1.53	0.22	0.41	24.85
1970 - 1971	0.84	16.87	39.21	47.12	40.58	20.98	15.30	8.26	6.11	1.77	1.43	1.24	16.64
1971 - 1972	2.20	15.40	42.38	69.31	37.90	19.10	11.70	3.75	3.22	0.85	0.30	1.12	17.27
1972 - 1973	3.49	60.00	55.00	42.70	45.00	45.00	43.40	26.14	7.65	0.99	1.32	1.64	27.69
1973 - 1974	3.75	29.77	34.36	56.02	32.12	15.40	20.72	6.90	2.63	1.27	0.97	1.51	17.12
1974 - 1975	2.31	20.31	74.03	46.36	32.97	22.08	13.59	6.04	1.76	1.15	1.76	1.65	18.67
1975 - 1976	8.97	31.72	27.60	77.92	36.35	22.26	16.18	12.88	4.04	1.68	2.49	3.57	20.47
1976 - 1977	2.35	15.22	30.35	28.39	29.39	23.71	30.90	22.80	6.34	1.76	0.73	0.55	16.04
1977 - 1978	2.33	20.83	40.48	86.22	37.60	19.40	34.50	24.40	7.79	1.11	0.51	0.79	23.00
1978 - 1979	0.58	11.40	12.00	70.10	22.90	51.50	28.70	20.60	4.15	0.09	0.54	0.39	18.58
1979 - 1980	0.40	5.86	6.95	21.20	55.40	47.80	22.10	11.80	18.00	3.44	4.11	11.90	17.41
1980 - 1981	41.20	76.90	105.00	49.30	30.50	24.90	10.20	3.10	1.32	1.73	3.00	0.76	28.99
1981 - 1982	3.30	36.30	65.00	46.70	45.00	19.70	10.30	3.47	1.56	0.58	0.94	0.86	19.48
1982 - 1983	2.36	36.30	129.00	106.00	40.40	65.00	66.90	19.50	6.58	3.76	3.64	2.71	40.18
1983 - 1984	4.63	10.40	52.70	73.40	28.00	24.44	16.18	4.24	0.85	0.58	0.51	0.96	18.07
1984 - 1985	1.86	31.00	35.00	127.00	31.40	32.30	33.60	19.40	4.43	3.32	1.74	1.66	26.89
1985 - 1986	5.54	28.30	24.10	57.00	20.90	21.80	20.20	16.10	2.04	0.83	0.73	2.04	16.63
1986 - 1987	8.50	82.10	137.00	28.30	41.40	22.80	14.10	36.80	12.20	1.31	1.13	1.92	32.30
1987 - 1988	2.77	16.84	30.98	82.45	48.57	31.90	30.76	10.64	1.99	0.97	0.79	1.34	21.67
1988 -	2.26	15.17	39.12	38.88	52.80	24.99	12.29	6.28	1.25				-

CUADRO III.F.2-11 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY
CODIGO BNA : 08134001-3
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 41
LONGITUD W : 72 9
CODIGO : 10
SUP. CUENCA : 97 Km2
ALTITUD : 90 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										0.24	0.12	0.12	-
1941 - 1942	0.23	1.85	4.81	15.83	9.73	4.15	1.88	3.03	1.24	0.36	0.19	0.17	3.62
1942 - 1943	0.32	1.23	2.84	9.14	7.31	4.54	2.65	1.65	0.45	0.25	0.21	0.12	2.56
1943 - 1944	0.26	1.59	2.33	6.73	3.84	5.83	1.71	0.77	0.30	0.18	0.11	0.10	1.98
1944 - 1945	0.23	1.06	4.54	9.29	8.35	4.72	4.94	2.89	0.81	0.35	0.21	0.20	3.13
1945 - 1946	0.43	2.63	4.11	11.95	7.53	5.26	2.35	3.24	0.45	0.21	0.18	0.09	3.20
1946 - 1947	0.19	0.70	2.01	9.11	3.25	4.22	1.32	0.89	0.32	0.13	0.09	0.06	1.86
1947 - 1948	0.17	0.32	3.57	7.61	3.71	2.64	1.88	0.51	0.14	0.13	0.09	0.06	1.74
1948 - 1949	0.32	0.99	2.88	14.94	3.72	6.70	2.86	1.30	0.57	0.25	0.13	0.14	2.90
1949 - 1950	0.26	3.84	7.69	7.44	3.20	1.85	0.73	0.29	0.11	0.14	0.08	0.07	2.14
1950 - 1951	0.44	3.19	6.42	8.40	9.22	6.17	2.20	2.43	0.74	0.46	0.19	0.15	3.33
1951 - 1952	0.26	1.38	8.05	18.21	5.27	5.17	2.11	1.28	0.51	0.26	0.14	0.15	3.57
1952 - 1953	0.26	1.26	3.26	8.79	3.66	2.83	1.19	0.27	0.09	0.15	0.10	0.08	1.83
1953 - 1954	0.25	3.29	3.47	11.49	8.09	10.93	2.62	1.96	0.73	0.29	0.15	0.14	3.62
1954 - 1955	0.32	1.08	4.63	13.44	5.53	3.09	1.57	0.92	0.40	0.22	0.13	0.10	2.62
1955 - 1956	0.22	0.53	5.10	5.48	3.84	3.44	1.51	0.55	0.29	0.31	0.11	0.19	1.80
1956 - 1957	0.42	1.66	2.30	16.79	5.48	2.97	1.61	0.87	0.19	0.16	0.08	0.08	2.72
1957 - 1958	0.17	1.27	2.78	9.46	6.86	4.22	1.57	0.50	0.43	0.07	0.03	0.06	2.29
1958 - 1959	0.16	1.03	4.60	5.74	6.64	4.44	1.96	1.16	0.32	0.21	0.15	0.15	2.21
1959 - 1960	2.20	4.14	6.77	11.20	7.10	6.32	2.19	0.78	0.20	0.18	0.11	0.17	3.45
1960 - 1961	0.30	0.37	4.63	6.99	4.15	3.40	3.32	1.45	0.32	0.18	0.07	0.10	2.11
1961 - 1962	0.19	0.18	1.20	4.82	4.54	9.54	4.00	1.16	0.21	0.07	0.04	0.04	2.17
1962 - 1963	0.08	0.17	1.30	0.73	1.67	0.78	1.03	0.20	0.06	0.03	0.03	0.07	0.51
1963 - 1964	0.32	0.43	1.11	4.37	6.14	8.76	2.57	1.60	0.49	0.12	0.08	0.00	2.17
1964 - 1965	0.12	0.37	1.05	2.46	3.77	2.43	1.23	0.40	0.74	0.10	0.15	0.04	1.07
1965 - 1966	0.42	0.96	4.53	7.65	10.70	4.45	2.54	1.91	0.86	0.22	0.15	0.14	2.88
1966 - 1967	0.46	0.75	4.82	6.80	5.95	4.69	2.07	0.86	2.60	0.77	0.42	0.26	2.54
1967 - 1968	0.24	1.64	2.23	3.05	4.02	4.81	2.54	1.19	0.28	0.10	0.10	0.14	1.69
1968 - 1969	0.18	0.21	0.47	0.40	0.79	0.60	0.64	0.47	0.24	0.08	0.02	0.04	0.35
1969 - 1970	0.10	0.93	5.97	6.82	7.45	5.30	2.81	1.04	0.32	0.16	0.09	0.11	2.59
1970 - 1971	0.11	0.36	1.52	3.91	5.35	2.14	1.20	0.45	0.26	0.09	0.06	0.03	1.29
1971 - 1972	0.11	1.73	6.75	3.33	7.42	3.35	1.92	0.61	0.48	0.27	0.15	0.07	2.18
1972 - 1973	0.11	4.28	9.07	5.95	9.42	7.32	5.17	3.04	0.85	0.24	0.05	0.08	3.80
1973 - 1974	0.16	1.54	3.46	5.72	3.65	1.91	2.84	0.61	0.28	0.23	0.06	0.30	1.73
1974 - 1975	0.45	0.62	11.80	8.69	7.07	4.78	1.97	0.50	0.39	0.23	0.03	0.07	3.05
1975 - 1976	0.21	1.18	4.19	8.94	7.12	2.86	1.22	0.59	0.19	0.07	0.06	0.07	2.23
1976 - 1977	0.09	0.22	1.50	0.85	1.83	2.13	4.04	2.06	0.59	0.21	0.14	0.15	1.15
1977 - 1978	0.16	0.58	2.82	8.31	5.80	2.33	2.81	1.17	0.51	0.22	0.13	0.16	2.08
1978 - 1979	0.28	0.65	1.18	8.52	3.35	4.57	2.57	2.50	0.75	0.21	0.17	0.12	2.07
1979 - 1980	0.14	0.45	0.56	4.30	5.55	5.05	2.08	1.17	0.88	0.12	0.13	0.29	1.73
1980 - 1981	1.14	7.16	7.86	7.61	5.51	2.84	1.04	0.42	0.16	0.28	0.14	0.14	2.86
1981 - 1982	0.58	5.00	5.87	5.00	3.15	2.45	0.94	0.47	0.15	0.13	0.21	0.16	2.01
1982 - 1983	0.26	3.70	8.35	8.99	6.61	6.59	5.88	2.41	0.68	0.22	0.19	0.12	3.67
1983 - 1984	0.29	0.64	5.02	7.65	3.99	3.82	1.37	0.56	0.13	0.13	0.08	0.07	1.98
1984 - 1985	0.17	0.97	2.52	15.15	3.54	4.05	2.66	1.57	0.46	0.24	0.09	0.09	2.63
1985 - 1986	0.23	1.64	2.66	11.38	3.01	2.67	2.04	1.30	0.16	0.11	0.08	0.06	2.11
1986 - 1987	0.27	3.51	9.85	7.54	5.53	3.01	1.32	3.11	0.93	0.16	0.07	0.07	2.95
1987 - 1988	0.16	0.35	1.41	8.60	5.30	4.40	2.60	1.50	0.31	0.14	0.07	0.07	2.08
1988 -	0.20	0.30	1.30	6.40	7.10	2.50	1.24	0.60	0.10				-

CUADRO III.F.2-12 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO RENEGADO EN INVERNADA
CODIGO BNA : 08130001-1
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 52
LONGITUD W : 71 38
CODIGO : 11
SUP. CUENCA : 111 Km2
ALTITUD : 710 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										1.59	1.66	2.17	-
1941 - 1942	1.42	2.95	5.76	9.29	10.10	7.13	5.58	7.05	6.94	3.97	3.32	3.05	5.55
1942 - 1943	2.55	2.57	2.43	2.48	5.88	5.76	6.04	6.01	3.65	2.28	2.62	2.34	3.72
1943 - 1944	1.21	2.02	2.09	2.38	1.95	6.06	3.84	2.15	1.18	1.38	1.33	1.02	2.22
1944 - 1945	0.69	0.87	2.59	4.62	5.89	5.74	9.70	10.10	6.78	3.54	3.74	3.62	4.82
1945 - 1946	2.51	5.80	7.56	8.16	11.50	8.53	8.26	8.10	4.39	2.00	3.05	2.34	6.02
1946 - 1947	1.35	1.61	1.25	5.35	2.41	4.49	2.87	3.11	1.90	0.82	0.91	0.83	2.24
1947 - 1948	0.61	0.60	3.28	3.04	2.76	1.65	2.56	1.52	0.58	0.42	0.49	0.49	1.50
1948 - 1949	0.76	1.28	3.13	7.49	2.73	8.14	9.20	6.63	4.92	2.20	2.43	2.47	4.28
1949 - 1950	1.40	16.80	17.40	6.27	3.40	1.94	1.03	0.44	0.41	0.67	0.45	0.40	4.22
1950 - 1951	0.90	7.38	9.02	4.42	11.50	9.27	5.56	6.90	4.74	3.55	2.78	3.59	5.80
1951 - 1952	1.64	2.88	16.80	11.60	8.95	8.92	6.91	4.69	3.22	1.46	1.42	3.50	6.00
1952 - 1953	1.67	10.70	3.14	5.03	2.69	2.71	2.25	0.80	0.27	0.24	0.60	0.48	2.55
1953 - 1954	0.86	8.71	7.73	5.56	10.40	16.60	6.61	6.57	4.32	2.12	2.21	2.29	6.17
1954 - 1955	2.41	2.53	7.50	8.27	10.80	4.83	4.18	4.05	2.82	1.64	1.90	1.57	4.38
1955 - 1956	1.03	0.89	6.71	3.09	3.09	2.69	2.45	1.75	2.72	2.23	1.36	1.56	2.46
1956 - 1957	2.77	4.11	1.98	10.05	5.37	3.37	2.73	2.50	0.86	0.47	0.73	0.42	2.95
1957 - 1958	0.28	2.01	1.82	2.78	8.93	4.45	4.41	4.05	3.37	0.58	0.84	0.60	2.84
1958 - 1959	0.43	1.99	13.00	11.40	8.78	6.10	6.36	6.15	2.30	1.08	1.20	0.81	4.97
1959 - 1960	4.82	4.08	7.03	13.20	4.70	11.60	6.20	3.01	1.42	1.12	0.98	1.70	4.99
1960 - 1961	0.67	0.22	4.62	3.88	1.67	2.29	9.58	2.84	0.86	0.64	0.48	1.09	2.40
1961 - 1962	0.25	0.16	1.59	6.75	3.64	8.43	10.60	6.20	2.37	1.01	0.82	1.10	3.58
1962 - 1963	0.62	0.26	0.75	0.75	2.49	1.54	1.25	0.36	0.01	0.10	0.32	0.03	0.71
1963 - 1964	0.35	0.41	1.77	2.58	3.98	6.33	4.97	6.40	4.18	1.47	1.04	1.03	2.88
1964 - 1965	0.31	0.28	0.34	0.80	1.07	2.13	2.05	1.32	1.47	0.93	0.85	0.46	1.00
1965 - 1966	2.20	3.53	5.79	9.73	13.20	5.47	6.92	6.17	5.91	2.45	2.07	1.67	5.43
1966 - 1967	1.39	1.29	3.71	10.00	4.37	4.84	4.77	4.92	10.20	4.66	2.57	2.01	4.56
1967 - 1968	1.61	2.45	1.83	1.02	2.86	2.66	5.61	4.82	2.23	0.42	0.86	1.17	2.30
1968 - 1969	0.71	0.49	0.46	0.39	0.71	0.68	0.55	0.68	0.24	0.14	0.03	0.25	0.44
1969 - 1970	1.10	2.26	13.00	8.45	9.63	8.33	4.87	3.51	1.59	0.56	0.77	0.90	4.58
1970 - 1971	0.77	0.66	2.71	3.20	5.35	2.75	3.24	3.45	2.57	1.11	0.96	0.86	2.30
1971 - 1972	0.60	4.86	3.11	9.53	10.70	5.43	4.67	2.92	2.26	1.32	1.63	1.73	4.06
1972 - 1973	1.12	12.81	18.80	9.52	21.30	14.30	12.00	10.90	3.20	1.44	1.90	1.89	9.10
1973 - 1974	1.50	4.28	3.90	7.16	4.28	2.61	5.03	3.08	0.88	0.57	0.93	0.85	2.92
1974 - 1975	0.54	1.05	6.36	5.43	3.28	2.57	2.98	2.27	1.11	0.42	1.19	1.07	2.36
1975 - 1976	1.31	4.25	8.63	11.40	5.70	3.87	4.70	5.73	3.63	1.90	2.29	2.03	4.62
1976 - 1977	1.28	0.76	6.03	2.06	2.22	2.81	5.22	4.60	1.77	0.81	0.80	0.80	2.43
1977 - 1978	0.58	1.75	3.68	10.90	8.58	7.08	8.63	8.38	5.44	1.46	0.99	2.31	4.98
1978 - 1979	0.51	1.98	2.91	13.90	6.27	6.66	5.59	8.09	3.93	2.10	1.90	1.44	4.61
1979 - 1980	0.89	1.35	1.12	8.11	14.90	12.40	6.95	5.35	5.20	2.51	4.43	4.30	5.63
1980 - 1981	5.46	16.60	19.90	16.10	12.20	1.51	3.32	0.80	0.69	1.02	1.79	1.50	6.74
1981 - 1982	1.41	15.10	11.40	8.93	3.94	5.74	3.81	2.35	0.69	0.33	0.67	0.62	4.58
1982 - 1983	0.74	2.78	10.30	16.10	9.43	14.70	14.40	8.85	5.18	3.07	2.78	2.94	7.61
1983 - 1984	0.95	2.21	8.14	6.24	4.15	3.28	3.62	2.52	0.73	0.75	0.01	0.71	2.78
1984 - 1985	0.50	1.30	1.68	7.81	3.09	5.10	6.58	5.63	4.17	2.25	1.73	1.41	3.44
1985 - 1986	1.26	4.44	3.25	7.23	2.76	2.67	3.77	6.39	1.05	0.10	0.57	0.52	2.83
1986 - 1987	0.82	8.75	17.60	7.25	6.61	4.74	3.50	8.80	3.18	1.01	0.79	0.87	5.33
1987 - 1988	0.88	0.81	1.94	7.70	7.28	5.58	7.79	4.86	1.75	0.76	0.77	0.79	3.41
1988 -	0.75	0.75	2.13	2.45	5.26	4.48	3.74	2.08	0.87				-

CUADRO III.F.2-13 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO (ATACALCO) CODIGO : 12
CODIGO BNA : 08130002-K LATITUD S : 36 56 SUP. CUENCA : 162 Km2
CUENCA : RIO ITATA LONGITUD W : 71 34 ALTITUD : 598 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										6.90	5.07	5.03	-
1941 - 1942	8.87	22.53	29.16	41.90	38.20	28.24	23.10	24.76	27.28	12.64	7.94	6.47	22.59
1942 - 1943	15.93	19.82	17.50	15.60	25.40	24.07	24.40	22.06	15.86	8.54	8.73	5.31	16.94
1943 - 1944	7.56	15.91	16.32	15.20	13.42	24.90	18.05	12.07	7.29	6.35	4.50	3.16	12.06
1944 - 1945	4.28	7.67	18.06	23.80	25.40	24.00	94.90	32.66	26.72	11.60	8.67	7.40	23.76
1945 - 1946	15.68	42.85	35.46	37.50	42.46	32.52	30.80	27.50	18.32	10.90	7.47	5.31	25.56
1946 - 1947	8.43	12.97	16.60	30.00	16.00	31.90	19.10	20.00	14.60	5.33	3.86	3.27	15.17
1947 - 1948	3.03	7.49	33.20	21.60	19.20	15.40	20.80	12.10	7.51	5.05	3.74	3.01	12.68
1948 - 1949	12.70	16.40	28.90	37.60	14.40	44.70	23.60	19.00	15.50	8.12	5.24	7.69	19.49
1949 - 1950	3.82	60.40	58.70	16.70	9.07	6.56	7.18	4.56	4.61	4.85	2.55	2.18	15.10
1950 - 1951	11.60	47.90	36.20	22.00	79.90	28.60	21.70	27.70	17.00	12.30	8.00	7.36	26.69
1951 - 1952	4.65	29.90	54.40	66.70	19.60	33.50	16.50	13.90	11.20	7.19	5.63	7.09	22.52
1952 - 1953	4.29	18.10	26.10	29.50	16.80	17.80	10.70	6.50	4.86	4.99	3.90	3.47	12.25
1953 - 1954	4.19	52.80	17.10	27.90	49.70	54.50	23.10	27.40	19.30	8.91	6.03	4.41	24.61
1954 - 1955	15.06	19.53	35.25	37.90	40.30	21.23	19.04	16.90	12.90	6.98	5.48	4.05	19.55
1955 - 1956	6.43	7.83	32.49	17.92	16.89	14.70	14.06	11.03	12.60	8.41	4.55	4.04	12.58
1956 - 1957	17.31	30.80	15.93	44.80	23.82	12.20	16.50	14.80	6.20	3.49	2.65	2.26	15.90
1957 - 1958	2.16	27.20	19.90	36.20	45.80	17.40	14.70	17.50	15.90	4.40	2.59	1.94	17.14
1958 - 1959	2.09	15.60	55.30	51.30	24.80	19.80	20.50	23.50	6.39	4.66	3.65	3.48	19.26
1959 - 1960	43.80	30.60	22.70	55.90	19.70	40.90	17.50	14.30	8.14	5.96	3.90	3.44	22.24
1960 - 1961	4.16	3.10	36.00	21.90	12.60	13.50	34.60	12.60	6.17	4.56	3.04	3.29	12.96
1961 - 1962	2.83	2.83	18.40	41.10	14.80	46.10	42.60	17.20	8.60	4.89	3.17	2.68	17.10
1962 - 1963	11.70	3.21	17.00	10.10	22.20	12.40	14.60	6.35	3.07	2.11	1.80	1.42	8.83
1963 - 1964	1.58	4.39	15.20	33.10	35.50	27.70	27.50	26.50	14.80	6.58	3.57	2.68	16.59
1964 - 1965	1.95	2.51	9.35	14.10	15.00	21.10	18.50	11.50	15.90	6.02	4.73	2.29	10.25
1965 - 1966	16.00	31.10	29.30	43.50	47.62	16.00	32.30	24.70	24.70	7.03	5.18	3.32	23.40
1966 - 1967	4.05	10.90	25.60	44.30	16.50	22.70	20.73	22.40	38.60	14.32	6.64	4.78	19.29
1967 - 1968	3.15	17.60	8.68	8.86	16.20	17.90	30.20	19.00	8.41	4.03	3.70	3.29	11.75
1968 - 1969	2.91	2.59	3.63	6.93	12.90	9.65	9.38	12.30	8.51	5.54	2.49	1.92	6.56
1969 - 1970	6.70	26.90	63.20	31.00	34.00	28.30	14.40	13.80	8.95	5.40	3.13	2.57	19.86
1970 - 1971	2.62	7.13	28.50	24.30	23.40	17.10	20.70	16.60	17.80	7.93	5.28	2.60	14.50
1971 - 1972	2.21	37.80	16.30	44.80	30.10	17.70	19.10	13.10	13.00	5.56	3.24	3.12	17.17
1972 - 1973	2.61	92.80	49.40	22.40	56.20	32.70	38.60	26.70	14.30	6.50	5.37	4.18	29.31
1973 - 1974	3.48	27.10	21.80	29.60	16.40	11.90	21.50	14.50	6.35	4.72	3.81	2.88	13.67
1974 - 1975	2.54	11.50	39.30	18.50	18.70	16.80	19.60	14.70	8.07	4.52	5.34	3.76	13.61
1975 - 1976	8.82	29.60	40.50	34.80	18.30	18.30	22.80	26.30	16.70	7.62	6.16	4.81	19.56
1976 - 1977	2.06	2.71	30.10	13.95	12.40	18.20	27.30	18.40	8.06	4.37	2.60	2.11	11.86
1977 - 1978	1.89	13.91	27.30	46.80	28.60	28.10	31.20	28.20	17.50	6.54	3.92	3.25	19.77
1978 - 1979	3.13	11.20	22.90	70.80	16.40	32.70	43.10	26.30	10.50	4.91	5.48	3.85	20.94
1979 - 1980	1.93	12.40	7.70	44.00	58.20	30.70	12.10	19.70	19.40	5.53	9.88	9.19	19.23
1980 - 1981	34.10	64.00	70.60	40.70	24.20	11.10	16.56	8.58	7.11	5.91	5.30	3.94	24.34
1981 - 1982	8.81	74.30	26.60	23.30	19.50	16.60	10.80	9.13	5.36	3.80	3.59	2.94	17.06
1982 - 1983	2.67	25.40	49.20	57.70	37.60	51.30	41.50	19.10	16.30	10.00	6.30	3.95	26.75
1983 - 1984	3.62	8.06	47.20	23.10	18.10	14.90	18.80	12.50	5.05	2.71	2.23	1.94	13.18
1984 - 1985	2.05	14.00	18.30	37.60	13.60	28.60	32.20	21.10	13.50	7.20	3.49	2.64	16.19
1985 - 1986	4.93	32.80	17.20	29.40	8.66	15.60	17.70	12.70	4.92	3.21	2.55	2.23	12.66
1986 - 1987	6.21	54.10	71.40	15.10	23.70	12.30	12.00	25.40	14.20	6.57	5.34	4.96	20.94
1987 - 1988	4.21	6.61	17.10	44.20	27.80	17.50	27.40	13.90	6.87	4.85	4.01	3.53	14.83
1988 -	3.43	6.85	31.90	23.40	36.80	13.80	13.50	11.89	6.22				-

CUADRO III.F.2-14 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO DIGUILLIN EN LONGITUDINAL
CODIGO BNA : 08132001-2
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 52
LONGITUD W : 72 20
CODIGO : 13
SUP. CUENCA : 1232 Km2
ALTITUD : 80 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										2.67	2.03	1.44	-
1941 - 1942	11.71	45.42	90.62	163.68	167.47	112.15	59.18	55.80	50.37	5.82	2.88	1.80	63.91
1942 - 1943	21.72	39.92	58.35	74.25	116.11	93.93	62.48	46.84	24.79	3.57	4.68	1.51	45.68
1943 - 1944	9.86	31.99	55.09	72.89	68.05	97.55	46.35	13.67	5.59	2.36	1.86	0.97	33.85
1944 - 1945	5.21	15.27	59.90	102.13	116.11	93.62	241.55	82.03	49.11	5.25	3.10	2.04	64.61
1945 - 1946	21.36	86.65	108.05	148.72	184.56	130.85	78.74	64.90	30.30	4.87	2.74	1.51	71.94
1946 - 1947	11.09	26.02	55.86	123.21	78.40	128.14	49.02	40.00	21.96	1.80	1.73	1.00	44.85
1947 - 1948	3.44	14.90	101.79	94.65	91.24	56.04	53.34	13.77	6.08	1.65	2.17	0.94	36.67
1948 - 1949	17.14	32.98	89.90	149.06	71.98	184.08	60.45	36.68	23.98	3.34	1.17	2.11	56.07
1949 - 1950	4.56	122.26	172.35	77.99	50.60	17.41	18.74	1.00	3.00	1.54	0.95	0.73	39.26
1950 - 1951	15.58	96.90	110.10	96.01	334.77	113.72	55.62	65.56	27.34	5.64	3.67	2.03	77.25
1951 - 1952	5.73	60.37	160.45	248.01	92.85	135.14	42.42	19.75	14.35	2.82	2.95	1.96	65.57
1952 - 1953	5.22	36.43	82.15	121.51	81.61	66.53	27.68	8.00	0.15	1.61	2.20	1.05	36.18
1953 - 1954	5.08	106.84	57.25	116.07	213.61	226.91	59.18	64.57	32.49	3.77	2.32	1.29	74.12
1954 - 1955	20.48	39.33	107.47	150.08	175.89	81.52	48.87	29.71	18.16	2.71	2.14	1.20	56.46
1955 - 1956	8.26	15.59	99.83	82.14	81.97	52.98	36.22	10.22	17.48	3.50	1.87	1.19	34.27
1956 - 1957	23.67	62.20	54.01	173.54	109.78	42.05	39.00	17.70	0.72	0.54	0.49	0.50	43.68
1957 - 1958	0.69	32.00	57.20	117.00	192.00	104.00	51.10	24.20	31.30	1.08	0.55	0.54	50.97
1958 - 1959	2.73	56.50	197.00	150.00	151.00	111.00	75.50	49.70	5.34	0.94	0.75	0.60	66.76
1959 - 1960	45.00	112.00	133.00	211.28	130.00	177.00	55.30	18.00	1.27	1.26	0.57	0.50	73.77
1960 - 1961	5.04	6.00	109.54	95.67	64.76	47.74	88.39	15.43	3.08	1.38	1.43	1.01	36.62
1961 - 1962	3.15	5.45	58.60	160.96	106.00	190.00	108.71	30.70	8.52	1.56	1.11	0.70	56.29
1962 - 1963	15.72	6.22	56.97	55.54	103.28	42.93	37.59	5.00	1.00	0.03	0.31	0.54	27.09
1963 - 1964	1.38	6.82	32.90	114.00	142.00	152.00	70.90	57.00	22.41	2.21	1.25	0.85	50.31
1964 - 1965	1.91	7.28	29.80	49.70	64.80	72.90	28.40	6.77	17.00	3.55	2.21	1.03	23.78
1965 - 1966	22.30	57.10	101.00	177.00	218.00	73.20	81.50	55.60	44.59	2.74	1.47	1.59	69.67
1966 - 1967	7.93	23.00	87.90	143.00	102.00	97.90	56.50	47.97	78.00	6.75	2.49	2.05	54.62
1967 - 1968	3.06	34.90	33.70	46.20	91.20	83.70	72.60	35.30	8.10	1.09	1.63	1.01	34.37
1968 - 1969	2.33	4.98	12.70	17.20	28.50	17.80	11.70	10.30	8.32	1.97	1.44	1.23	9.87
1969 - 1970	2.44	41.30	184.80	128.00	169.00	112.00	52.30	24.90	9.31	1.84	1.13	0.83	60.65
1970 - 1971	2.86	14.17	88.79	103.83	116.00	55.40	40.90	17.00	29.13	2.70	5.18	1.10	39.76
1971 - 1972	5.02	73.90	59.10	158.00	167.00	78.00	50.50	16.80	9.48	2.39	0.88	1.48	51.88
1972 - 1973	3.53	162.00	222.00	96.50	229.00	133.00	129.00	66.90	21.29	2.00	2.03	1.23	89.04
1973 - 1974	4.08	64.50	70.25	120.00	68.10	43.10	60.60	31.40	3.48	1.47	1.65	0.90	39.13
1974 - 1975	2.74	23.04	164.00	135.00	89.23	62.16	50.29	22.40	7.34	1.36	2.95	1.12	46.80
1975 - 1976	11.64	59.76	114.00	188.00	99.10	63.80	42.90	32.80	26.67	3.06	2.35	1.53	53.80
1976 - 1977	2.38	3.91	73.70	36.70	45.30	44.40	71.00	34.69	8.28	1.27	0.52	0.90	26.92
1977 - 1978	1.97	30.10	68.10	180.34	128.95	79.20	76.60	46.40	20.20	2.47	2.11	2.09	53.21
1978 - 1979	1.86	16.50	44.20	261.95	80.01	97.10	95.60	64.20	22.80	1.57	2.14	1.15	57.42
1979 - 1980	1.88	21.40	23.30	49.80	247.71	148.00	55.50	39.00	32.72	1.91	3.48	2.49	52.27
1980 - 1981	85.30	174.00	161.00	159.60	140.00	37.25	42.57	2.09	5.19	2.12	2.10	1.17	67.70
1981 - 1982	11.63	150.46	93.40	115.00	82.30	63.40	31.10	3.91	1.27	0.96	1.76	0.81	46.33
1982 - 1983	1.31	59.20	146.07	182.00	135.00	170.00	150.00	31.20	28.00	4.20	0.82	0.35	75.68
1983 - 1984	2.98	19.70	112.00	102.00	87.10	74.30	44.60	5.72	1.36	0.55	0.74	0.75	37.65
1984 - 1985	1.65	47.30	67.30	209.00	74.10	88.40	81.40	53.00	16.00	3.67	1.47	1.26	53.71
1985 - 1986	6.54	68.20	61.00	123.00	55.00	61.60	53.60	37.20	3.40	0.79	0.48	0.94	39.31
1986 - 1987	12.80	138.00	259.00	71.60	88.60	57.20	34.20	57.10	21.07	2.58	1.12	1.83	62.09
1987 - 1988	5.53	23.80	63.70	171.00	146.00	84.50	78.20	32.90	3.92	0.79	0.66	1.03	51.00
1988 -	1.39	9.17	47.90	81.70	144.00	78.30	43.50	13.07	2.58				-

CUADRO III.F.2-15 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ITATA EN CHOLGUAN
CODIGO BNA : 08123001-3
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 37 9
LONGITUD W : 72 4
CODIGO : 14
SUP. CUENCA : 852 Km2
ALTITUD : 220 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										22.09	20.59	18.24	-
1941 - 1942	21.51	39.99	68.58	101.54	102.48	74.26	50.42	46.38	51.89	27.79	25.87	19.75	52.54
1942 - 1943	32.34	36.75	45.32	61.60	80.70	66.46	52.84	42.18	33.22	23.72	27.32	18.54	43.42
1943 - 1944	19.50	32.08	42.97	60.99	60.32	68.02	41.02	26.65	19.21	21.54	19.54	16.28	35.68
1944 - 1945	14.47	22.24	46.44	74.05	80.70	66.33	184.09	58.67	50.97	26.76	27.21	20.73	56.06
1945 - 1946	31.96	64.26	81.15	94.86	109.73	82.25	64.75	50.64	37.24	26.06	25.00	18.54	57.20
1946 - 1947	20.84	28.57	43.52	83.47	64.71	81.09	42.97	38.98	31.16	20.53	18.36	16.40	40.88
1947 - 1948	12.55	22.02	76.64	70.71	70.16	50.27	46.14	26.70	19.57	20.25	18.14	16.13	37.44
1948 - 1949	27.39	32.67	68.06	95.01	61.99	105.01	51.35	37.43	32.63	23.30	20.90	21.03	48.06
1949 - 1950	13.76	85.22	127.52	63.27	52.92	33.75	20.78	17.57	14.83	20.05	15.95	15.26	40.07
1950 - 1951	25.70	70.29	82.63	71.32	173.43	74.93	47.81	50.95	35.08	27.45	25.98	20.69	58.86
1951 - 1952	15.04	48.79	118.94	139.21	70.84	84.08	38.13	29.49	25.60	22.38	21.62	20.40	52.88
1952 - 1953	14.49	34.70	62.48	82.71	66.07	54.75	27.33	17.99	15.24	20.19	18.44	16.61	35.92
1953 - 1954	14.33	76.14	44.52	80.28	122.05	123.32	50.42	50.49	38.84	24.08	22.36	17.59	55.37
1954 - 1955	31.01	36.40	80.73	95.47	106.06	61.16	42.86	34.16	28.38	21.90	22.80	19.90	48.40
1955 - 1956	13.90	14.50	94.50	35.40	63.20	55.90	36.00	26.40	28.70	39.10	18.40	32.80	38.23
1956 - 1957	38.30	75.90	41.20	95.70	88.30	37.40	32.90	27.30	20.60	19.30	18.30	17.60	42.73
1957 - 1958	18.10	34.50	47.30	57.30	128.00	62.90	35.10	33.00	40.90	17.70	18.20	18.40	42.62
1958 - 1959	15.08	60.40	38.79	109.75	83.78	62.30	49.40	56.10	26.20	23.40	20.30	18.80	47.03
1959 - 1960	72.00	80.00	101.00	85.44	90.00	95.00	46.90	33.30	19.50	19.30	18.60	18.30	56.61
1960 - 1961	16.73	14.33	82.23	49.82	56.38	40.61	59.23	38.20	18.00	23.29	16.85	16.74	36.03
1961 - 1962	11.75	10.79	40.40	121.00	54.80	134.00	90.70	29.80	15.50	15.60	14.90	14.36	46.13
1962 - 1963	10.66	15.34	35.96	24.10	57.90	33.00	34.20	21.50	18.70	20.00	19.40	18.60	25.78
1963 - 1964	16.80	10.80	29.10	97.20	114.00	78.80	61.40	59.20	26.40	20.90	16.70	18.10	45.78
1964 - 1965	13.40	8.72	30.61	36.00	46.40	60.80	37.30	27.60	43.70	25.50	23.90	18.70	31.05
1965 - 1966	34.30	58.60	89.70	138.00	154.00	50.30	66.00	51.80	58.50	16.10	18.00	18.90	62.85
1966 - 1967	12.10	17.60	61.90	123.00	73.20	69.60	48.10	33.50	77.20	35.10	22.60	16.95	49.24
1967 - 1968	11.20	31.20	26.90	33.70	70.20	61.30	74.70	36.70	22.90	18.50	18.10	17.20	35.22
1968 - 1969	12.10	8.13	11.90	16.90	27.00	21.40	19.80	27.80	27.70	23.30	18.60	16.90	19.29
1969 - 1970	18.20	47.50	160.00	87.60	128.00	87.60	40.80	28.10	16.10	16.40	15.90	14.60	55.07
1970 - 1971	13.00	19.65	57.70	64.60	83.70	43.70	40.10	27.00	30.50	21.90	19.10	14.91	36.32
1971 - 1972	10.13	51.59	47.30	117.00	96.20	49.10	37.10	18.40	25.40	16.30	15.00	14.90	41.54
1972 - 1973	12.00	84.40	178.69	74.00	158.00	102.00	101.00	68.50	23.40	13.20	15.30	13.80	70.36
1973 - 1974	10.10	48.80	53.77	75.75	53.20	33.80	54.60	30.43	18.52	16.30	14.10	12.40	35.15
1974 - 1975	14.70	23.60	68.73	60.50	48.00	38.40	32.40	24.90	21.70	17.10	20.20	13.80	32.00
1975 - 1976	19.00	50.40	84.30	116.00	65.30	46.20	41.90	45.60	28.50	20.00	18.30	16.40	45.99
1976 - 1977	11.80	5.26	61.30	25.40	37.09	36.70	62.60	36.70	21.00	20.40	15.80	13.20	28.94
1977 - 1978	12.20	34.70	60.10	176.00	97.00	69.30	70.10	51.24	26.47	17.94	18.47	15.25	54.06
1978 - 1979	10.14	19.40	37.70	181.00	64.70	87.40	89.80	71.00	24.07	20.11	21.34	14.98	53.47
1979 - 1980	13.50	22.90	17.50	82.60	147.00	95.50	43.40	38.74	37.40	21.90	39.30	19.10	48.24
1980 - 1981	59.60	119.00	129.00	119.09	87.40	37.00	23.58	25.56	18.54	28.21	21.01	13.40	56.78
1981 - 1982	15.50	135.00	93.70	90.40	52.80	53.70	31.20	21.70	18.90	17.70	14.80	12.50	46.49
1982 - 1983	15.00	49.75	116.00	146.77	83.30	117.00	123.81	46.30	22.00	16.90	18.30	16.80	64.33
1983 - 1984	12.90	12.90	89.10	79.90	49.50	42.70	33.20	16.90	14.30	18.80	20.10	18.00	34.03
1984 - 1985	16.80	31.40	46.10	164.98	44.00	66.00	68.00	46.10	24.00	19.30	17.20	16.60	46.71
1985 - 1986	14.80	61.21	48.80	85.20	30.10	43.30	48.10	33.00	19.70	19.20	18.20	14.70	36.36
1986 - 1987	19.70	91.00	204.00	41.60	67.20	44.40	30.60	58.90	32.30	15.60	16.70	16.60	53.22
1987 - 1988	9.43	12.10	35.00	98.70	97.80	57.60	67.50	34.90	14.10	16.90	15.60	17.10	39.73
1988 -	12.40	9.35	39.30	54.80	114.00	46.90	33.60	23.50	16.60				-

CUADRO III.F.2-16 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ITATA EN TRILALEO
CODIGO BNA : 08124002-7
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 37 4
LONGITUD W : 72 11
CODIGO : 15
SUP. CUENCA : 1440 Km2
ALTITUD : 155 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941													
1941 - 1942													
1942 - 1943													
1943 - 1944													
1944 - 1945													
1945 - 1946													
1946 - 1947													
1947 - 1948													
1948 - 1949													
1949 - 1950													
1950 - 1951													
1951 - 1952													
1952 - 1953													
1953 - 1954													
1954 - 1955													
1955 - 1956													
1956 - 1957													
1957 - 1958										3.01	3.23	4.48	-
1958 - 1959	5.18	42.90	113.00	100.00	77.80	54.60	28.80	35.40	7.78	6.02	5.18	5.30	40.16
1959 - 1960	72.40	68.90	86.20	166.00	76.20	102.00	39.74	18.00	1.09	3.56	3.04	4.52	53.47
1960 - 1961	8.61	3.47	80.40	74.59	59.18	53.62	36.30	14.40	5.30	7.17	4.16	6.37	29.46
1961 - 1962	5.08	6.66	42.70	134.00	70.40	130.00	102.00	20.90	2.99	2.30	2.23	2.59	43.49
1962 - 1963	3.47	5.39	31.66	59.86	55.41	28.70	23.67	3.58	0.54	2.50	1.89	3.32	18.33
1963 - 1964	4.54	7.68	28.30	114.00	128.00	136.00	55.30	43.73	14.51	6.30	4.15	2.51	45.42
1964 - 1965	5.57	7.96	23.80	45.00	55.60	68.90	26.50	11.80	35.00	10.30	9.25	4.74	25.37
1965 - 1966	30.60	60.30	120.00	126.00	105.34	52.00	66.30	38.40	50.80	5.70	3.73	3.96	55.26
1966 - 1967	6.42	14.60	70.70	149.00	83.40	74.20	37.90	21.60	78.00	23.90	10.20	4.55	47.87
1967 - 1968	3.77	34.80	35.60	73.94	82.10	78.50	63.80	30.30	9.23	3.89	4.21	8.09	35.69
1968 - 1969	6.30	5.01	10.80	17.30	29.80	16.30	13.70	22.30	20.10	12.40	5.80	5.63	13.79
1969 - 1970	12.90	56.20	146.56	105.26	144.00	100.00	46.40	18.96	5.16	3.98	4.61	3.40	53.95
1970 - 1971	4.67	14.60	68.10	84.70	110.00	50.70	36.20	16.60	21.60	9.79	9.40	2.86	35.77
1971 - 1972	1.90	56.30	51.70	124.70	117.58	65.20	38.40	12.80	18.70	4.28	4.27	7.52	41.95
1972 - 1973	7.52	101.00	192.46	96.45	187.29	126.00	112.00	74.20	20.10	6.89	2.53	2.49	77.41
1973 - 1974	6.11	56.69	57.76	133.56	55.10	31.10	54.50	18.85	3.88	4.08	2.55	3.46	35.64
1974 - 1975	2.95	17.40	71.20	157.32	110.36	62.41	33.77	12.97	8.55	3.71	5.37	3.61	40.80
1975 - 1976	14.60	21.70	66.70	142.20	80.53	53.62	37.10	35.80	7.20	4.69	3.87	4.08	39.34
1976 - 1977	1.96	4.76	44.86	61.22	35.70	35.70	63.27	30.60	7.39	5.61	3.77	2.59	24.79
1977 - 1978	4.36	29.72	53.26	173.74	108.79	62.00	55.31	42.34	19.04	4.10	3.18	3.18	46.59
1978 - 1979	2.33	13.30	37.06	174.60	51.96	81.07	79.20	43.38	11.35	5.59	2.76	2.81	42.12
1979 - 1980	2.52	14.29	14.59	91.01	152.75	112.55	37.57	30.31	46.61	7.21	18.05	17.36	45.40
1980 - 1981	81.91	107.69	138.46	143.06	112.56	46.67	22.58	13.49	4.02	16.90	5.11	3.97	58.04
1981 - 1982	10.50	115.16	90.16	103.32	68.91	58.01	23.09	13.73	2.40	3.91	5.41	3.82	41.54
1982 - 1983	5.20	34.20	172.00	136.00	101.00	151.00	136.00	40.60	11.10	8.63	3.29	5.10	67.01
1983 - 1984	7.28	11.10	52.80	113.00	66.30	56.00	28.50	6.45	3.05	3.13	5.56	6.70	29.99
1984 - 1985	8.62	35.10	49.90	169.42	62.90	81.10	73.80	44.40	9.42	5.03	2.90	3.94	45.54
1985 - 1986	10.30	77.50	58.50	104.00	36.00	47.40	49.10	27.90	6.80	4.77	4.94	6.11	36.11
1986 - 1987	14.90	98.90	228.00	53.10	87.70	54.70	26.10	51.50	23.20	2.13	6.56	7.14	54.49
1987 - 1988	4.07	11.30	41.60	120.00	131.00	60.86	75.30	26.50	2.86	3.37	1.73	6.69	40.44
1988	5.08	6.40	44.50	67.20	135.00	53.00	24.00	10.30	3.80				-

CUADRO III.F.2-17 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ITATA EN GENERAL CRUZ
CODIGO BNA : 08125001-4
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 56
LONGITUD W : 72 21
CODIGO : 16
SUP. CUENCA : 1763 Km2
ALTITUD : 90 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										12.11	11.42	15.29	-
1941 - 1942	24.23	56.14	102.77	154.48	176.29	127.07	61.57	50.72	63.60	21.58	17.91	19.48	72.99
1942 - 1943	39.79	50.96	66.71	88.68	135.20	110.25	65.31	44.01	33.79	14.81	19.69	16.10	57.11
1943 - 1944	21.34	43.49	63.06	87.68	96.74	113.60	47.04	19.15	11.41	11.20	10.14	9.84	44.56
1944 - 1945	14.11	27.75	68.44	109.20	135.20	109.97	268.17	70.38	62.14	19.86	19.55	22.19	77.25
1945 - 1946	39.24	94.97	122.26	143.48	189.96	144.35	83.73	57.54	40.21	18.71	16.84	16.10	80.62
1946 - 1947	23.26	37.87	63.92	124.71	105.02	141.84	50.06	38.88	30.50	9.51	8.69	10.16	53.70
1947 - 1948	11.35	27.40	115.27	103.69	115.30	75.26	54.96	19.23	11.98	9.05	8.42	9.41	46.78
1948 - 1949	32.67	44.43	101.97	143.73	99.89	193.49	63.01	36.39	32.85	14.12	11.81	23.03	66.45
1949 - 1950	13.10	128.51	194.15	91.43	82.78	39.59	15.77	4.63	4.41	8.72	5.73	6.99	49.65
1950 - 1951	30.24	104.63	124.55	104.69	310.15	128.53	57.55	58.04	36.76	21.02	18.04	22.07	84.69
1951 - 1952	14.93	70.23	180.85	216.53	116.58	148.30	42.58	23.70	21.62	12.58	12.69	21.29	73.49
1952 - 1953	14.13	47.68	93.31	123.46	107.59	84.95	25.89	5.29	5.06	8.95	8.78	10.74	44.65
1953 - 1954	13.91	113.99	65.47	119.46	213.20	233.04	61.57	57.29	42.77	15.42	13.59	13.48	80.27
1954 - 1955	37.87	50.41	121.61	144.48	183.03	98.79	49.89	31.17	26.06	12.24	12.35	12.43	65.03
1955 - 1956	18.85	28.05	113.07	94.49	107.88	72.44	35.56	16.56	25.27	29.80	5.29	37.50	48.73
1956 - 1957	72.20	169.00	107.00	154.00	130.13	62.35	37.70	19.00	7.88	7.14	6.06	7.61	65.01
1957 - 1958	13.00	50.00	58.40	126.00	219.00	105.00	45.90	25.00	39.70	6.39	6.82	8.99	58.68
1958 - 1959	14.99	88.80	56.58	168.00	141.00	97.60	56.10	60.30	19.00	11.00	7.00	13.60	61.16
1959 - 1960	91.00	105.00	133.00	127.95	122.00	141.00	52.50	25.15	11.49	10.55	8.46	11.58	69.97
1960 - 1961	17.35	15.09	123.93	69.27	89.30	54.40	75.20	27.40	9.48	14.10	7.76	11.10	42.87
1961 - 1962	10.20	9.42	59.80	94.11	188.00	195.00	115.00	22.90	9.10	4.90	4.03	4.51	59.75
1962 - 1963	8.63	16.70	52.20	37.10	75.70	36.80	30.40	8.21	6.14	5.14	6.29	7.27	24.22
1963 - 1964	10.51	13.00	40.10	98.43	116.77	186.00	86.60	68.80	21.90	10.40	7.10	9.15	55.73
1964 - 1965	14.00	13.60	43.90	64.50	79.60	89.50	38.90	19.70	51.10	16.40	16.80	8.71	38.06
1965 - 1966	41.90	74.10	158.00	204.00	258.00	82.40	87.10	53.00	70.90	8.95	9.47	10.50	88.19
1966 - 1967	17.90	28.90	78.52	174.75	124.00	108.00	56.20	28.30	93.20	30.80	17.80	11.70	64.17
1967 - 1968	9.26	46.00	51.50	62.40	113.00	101.00	74.00	37.00	14.60	7.66	7.02	14.30	44.81
1968 - 1969	13.60	11.50	23.80	28.30	43.20	26.80	21.70	27.80	24.00	16.50	9.54	9.36	21.34
1969 - 1970	16.70	68.20	208.92	157.00	220.00	126.00	59.77	25.50	12.10	9.04	7.89	8.52	76.64
1970 - 1971	12.00	23.60	85.00	109.00	141.00	64.50	42.30	18.60	24.80	10.91	11.70	6.04	45.79
1971 - 1972	7.87	74.70	74.90	196.00	169.00	81.30	49.90	15.90	22.60	7.16	8.10	12.80	60.02
1972 - 1973	12.20	160.00	273.48	116.00	285.96	237.52	156.00	94.00	22.20	6.20	6.93	8.79	114.94
1973 - 1974	9.06	70.60	79.80	112.00	83.30	54.90	56.97	25.20	10.30	10.10	4.90	7.56	43.72
1974 - 1975	6.31	26.90	103.00	134.00	92.70	67.50	36.10	13.40	13.40	4.76	9.18	6.33	42.80
1975 - 1976	19.30	29.40	123.25	181.95	113.00	70.20	50.00	39.38	11.50	6.12	5.55	7.75	54.78
1976 - 1977	8.95	10.73	65.86	46.99	52.90	36.10	83.02	40.53	17.73	8.84	7.06	8.03	32.23
1977 - 1978	10.07	47.19	77.68	234.51	165.46	88.21	72.99	58.50	23.00	5.22	6.02	6.98	66.32
1978 - 1979	7.88	23.21	54.89	235.95	78.21	173.00	102.00	60.80	19.16	8.82	5.27	6.23	64.62
1979 - 1980	8.12	25.30	18.00	100.00	232.94	170.89	50.65	38.50	61.67	5.89	32.50	35.97	65.04
1980 - 1981	102.47	161.07	197.52	183.39	171.24	51.40	20.10	17.41	10.33	22.28	9.46	4.38	79.25
1981 - 1982	12.20	171.99	129.58	117.15	104.24	78.96	30.90	17.76	11.10	6.82	9.99	8.29	58.25
1982 - 1983	13.40	71.76	224.00	229.00	115.00	221.48	175.00	51.31	19.80	12.60	11.30	12.20	96.40
1983 - 1984	15.40	20.60	140.13	164.00	97.60	77.00	43.50	13.60	7.98	8.93	12.00	13.10	51.15
1984 - 1985	15.80	57.60	81.50	259.00	86.80	97.20	95.50	70.00	23.40	16.30	12.10	14.60	69.15
1985 - 1986	24.70	90.10	95.60	153.00	65.40	76.30	74.90	48.60	17.30	11.90	12.00	14.80	57.05
1986 - 1987	30.50	139.00	297.00	71.70	112.00	71.20	36.60	66.70	35.60	6.35	4.89	14.52	73.84
1987 - 1988	11.50	20.20	53.20	169.00	181.00	93.10	87.70	34.00	6.75	5.62	4.58	10.70	56.45
1988 -	10.90	13.60	46.80	95.80	189.00	72.20	34.50	17.50	7.88				-

CUADRO III.F.2-18 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ITATA EN CERRO NEGRO
CODIGO BNA : 08133001-8
CUENCA : RIO ITATA
LATITUD S : 36 51
LONGITUD W : 72 23
CODIGO : 17
SUP. CUENCA : 3329 Km2
ALTITUD : 60 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										16.09	12.17	18.39	-
1941 - 1942	38.98	125.96	222.47	373.71	335.47	232.99	125.96	98.82	107.50	33.51	21.50	24.94	145.15
1942 - 1943	70.61	112.68	137.01	190.92	250.22	205.72	134.16	85.36	53.49	21.07	24.06	19.66	108.75
1943 - 1944	33.11	93.52	128.36	188.14	170.44	211.15	94.10	35.58	12.95	14.43	10.32	9.88	83.50
1944 - 1945	18.41	53.14	141.11	247.91	250.22	205.26	579.02	138.18	104.86	30.35	23.87	29.17	151.79
1945 - 1946	69.49	225.53	268.65	343.13	363.84	260.98	174.55	112.47	65.12	28.23	19.97	19.66	162.64
1946 - 1947	37.01	79.11	130.41	291.00	187.62	256.93	100.72	75.10	47.53	11.33	8.24	10.38	102.95
1947 - 1948	12.81	52.26	252.09	232.62	208.93	149.02	111.45	35.73	13.99	10.48	7.85	9.20	91.37
1948 - 1949	56.14	95.92	220.57	343.82	176.96	340.64	129.12	70.12	51.79	19.80	12.72	30.49	129.01
1949 - 1950	16.35	311.52	439.00	198.57	141.47	91.20	25.51	6.50	0.28	9.87	3.98	5.42	104.14
1950 - 1951	51.21	250.27	274.08	235.40	613.19	235.34	117.13	113.47	58.88	32.48	21.69	28.99	169.34
1951 - 1952	20.07	162.07	407.48	546.07	211.60	267.39	84.32	44.70	31.45	16.97	13.99	27.76	152.82
1952 - 1953	18.46	104.25	200.04	287.53	192.95	164.71	47.72	7.83	1.46	10.30	8.37	11.29	87.91
1953 - 1954	18.01	274.28	134.07	276.41	412.06	404.73	125.96	111.97	69.76	22.19	15.29	15.57	156.69
1954 - 1955	66.71	111.26	267.11	345.91	349.46	187.14	100.34	59.65	39.49	16.34	13.50	13.93	130.90
1955 - 1956	28.05	53.93	246.88	207.04	193.55	144.44	68.92	30.40	38.07	20.68	10.48	13.88	88.03
1956 - 1957	76.79	166.48	125.50	393.86	239.70	128.09	82.40	35.60	8.97	7.22	5.94	8.64	106.60
1957 - 1958	16.20	93.60	129.00	205.00	286.00	237.00	92.90	52.00	58.70	6.51	6.61	12.00	99.63
1958 - 1959	20.20	123.00	284.00	275.00	249.00	202.00	122.00	113.00	20.30	18.30	8.87	12.20	120.66
1959 - 1960	170.00	242.00	237.00	300.00	252.00	237.00	108.00	47.60	13.10	13.24	7.91	12.60	136.70
1960 - 1961	25.00	20.70	272.61	137.00	155.00	143.00	151.00	53.40	13.80	13.50	6.89	15.60	83.96
1961 - 1962	12.40	16.60	109.00	206.00	195.00	289.00	238.00	60.90	8.76	2.85	1.96	3.54	95.33
1962 - 1963	8.52	20.00	91.00	68.80	143.00	74.90	63.60	11.40	3.40	3.29	4.78	5.86	41.55
1963 - 1964	11.10	20.50	74.20	218.00	212.00	262.00	141.00	120.00	33.90	11.60	6.88	9.51	93.39
1964 - 1965	13.60	21.50	76.70	120.00	148.00	160.00	64.10	25.10	71.20	18.30	14.10	10.20	61.90
1965 - 1966	83.10	129.00	262.00	496.00	302.00	181.00	168.00	110.00	112.00	10.30	8.56	10.90	156.07
1966 - 1967	26.50	63.10	165.00	430.00	245.00	241.00	115.00	56.30	169.00	51.20	23.80	9.79	132.97
1967 - 1968	9.25	111.00	84.50	134.00	228.00	199.00	157.00	74.80	15.00	7.65	7.67	14.70	86.88
1968 - 1969	18.10	17.90	42.90	52.00	87.80	47.60	33.50	37.40	26.20	17.10	9.10	9.19	33.23
1969 - 1970	16.80	135.00	474.00	279.00	442.00	290.00	122.00	48.00	13.50	6.53	5.84	5.66	153.19
1970 - 1971	9.82	33.00	193.00	234.00	303.00	118.00	91.30	35.70	35.10	13.90	9.43	4.38	90.05
1971 - 1972	5.49	226.00	247.00	369.00	341.00	190.00	97.80	26.90	32.90	6.65	4.89	8.48	129.68
1972 - 1973	9.88	362.00	627.00	238.18	563.00	412.00	223.77	108.49	46.11	12.90	13.14	12.00	219.04
1973 - 1974	14.90	204.00	178.00	410.00	142.00	115.00	115.87	47.69	10.70	6.75	2.78	6.32	104.50
1974 - 1975	10.10	71.91	310.00	430.00	240.00	167.00	91.50	30.60	20.90	5.94	10.00	6.78	116.23
1975 - 1976	31.90	159.00	271.00	450.00	223.00	143.00	82.70	76.10	25.80	8.09	6.15	8.28	123.75
1976 - 1977	7.92	9.50	135.00	75.10	94.40	78.60	173.00	78.40	24.40	10.10	5.89	7.04	58.28
1977 - 1978	10.20	103.00	163.00	596.00	313.00	170.00	151.00	115.96	43.80	6.80	4.39	5.41	140.21
1978 - 1979	5.76	41.50	109.00	600.00	132.00	218.00	217.00	119.00	27.00	10.06	3.31	4.24	123.91
1979 - 1980	6.23	45.20	34.10	213.00	453.00	304.00	102.00	81.00	104.00	13.60	42.50	50.70	120.78
1980 - 1981	198.00	395.00	447.00	454.00	325.00	124.00	60.60	32.10	11.00	34.80	9.34	7.93	174.90
1981 - 1982	25.50	423.00	286.00	270.00	186.00	155.00	62.00	32.80	7.47	6.37	10.10	7.45	122.64
1982 - 1983	12.70	166.00	484.00	529.00	286.00	386.00	386.00	100.00	41.30	16.70	10.40	10.40	202.38
1983 - 1984	16.50	41.00	311.00	328.00	196.00	156.00	82.30	25.30	6.31	8.48	13.70	12.60	99.77
1984 - 1985	14.50	135.00	158.00	576.00	172.00	235.34	183.38	80.58	42.33	17.00	7.03	7.51	135.72
1985 - 1986	21.33	176.28	134.81	286.83	138.74	150.32	91.89	38.72	1.74	4.90	3.98	5.65	87.93
1986 - 1987	27.06	280.65	532.09	187.45	238.90	128.74	55.92	102.01	45.64	15.07	13.05	18.07	137.05
1987 - 1988	18.06	47.95	134.07	389.69	266.21	162.75	153.09	44.66	10.97	9.86	8.72	11.56	104.80
1988 -	14.52	49.13	242.56	245.13	326.15	138.55	65.39	34.65	7.89				-

CUADRO III.F.2-19 CAUDALES MEDIOS MENSUALES CORREGIDOS Y AMPLIADOS

ESTACION : RIO ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA — CODIGO : 18
CODIGO BNA : 08140002-4 — LATITUD S : 36 39 — SUP. CUENCA : 4410 Km2
CUENCA : RIO ITATA — LONGITUD W : 72 27 — ALTITUD : 15 msnm

PERIODO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGT	SPT	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
1941										21.69	15.92	22.81	-
1941 - 1942	42.75	134.43	279.68	437.36	381.14	276.29	153.04	129.75	126.98	44.51	23.76	29.17	171.57
1942 - 1943	69.00	120.49	185.67	265.54	301.01	243.56	161.57	112.26	64.86	28.21	25.91	24.05	133.51
1943 - 1944	37.88	100.37	176.15	262.93	226.01	250.08	119.90	47.55	18.24	19.51	14.36	14.56	107.30
1944 - 1945	25.68	57.98	190.18	319.12	301.01	243.01	624.22	180.93	123.93	40.37	25.75	33.27	180.45
1945 - 1946	68.07	238.98	330.48	408.62	407.81	309.88	203.57	147.50	78.24	37.59	22.47	24.05	189.77
1946 - 1947	41.12	85.25	178.41	359.62	242.16	305.01	126.79	98.92	58.01	15.45	12.62	15.05	128.20
1947 - 1948	21.04	57.05	312.25	304.74	262.20	175.52	137.95	47.74	19.44	14.34	12.29	13.90	114.87
1948 - 1949	56.99	102.90	277.58	409.27	232.15	405.47	156.32	92.44	62.90	26.54	16.38	34.55	156.12
1949 - 1950	23.97	329.28	517.86	272.73	198.78	106.14	48.57	9.74	3.67	13.55	9.04	10.24	128.63
1950 - 1951	52.90	264.96	336.44	307.36	642.20	279.11	143.85	148.80	71.06	43.16	23.92	33.10	195.57
1951 - 1952	27.06	172.35	483.19	599.38	264.70	317.57	109.73	59.40	39.51	22.85	17.45	31.91	178.76
1952 - 1953	25.72	111.64	255.01	356.35	247.17	194.35	71.67	11.47	5.03	14.10	12.73	15.93	110.10
1953 - 1954	25.35	290.17	182.44	345.90	453.14	482.38	153.04	146.86	83.57	29.68	18.54	20.08	185.93
1954 - 1955	65.77	119.00	328.78	411.23	394.29	221.27	126.40	78.84	48.76	22.01	17.04	18.49	154.32
1955 - 1956	33.68	58.80	306.53	280.70	247.73	170.03	93.72	40.81	47.13	27.70	14.50	18.45	111.65
1956 - 1957	74.13	176.98	173.01	456.31	291.12	150.41	82.00	43.90	13.90	10.80	9.20	11.70	124.46
1957 - 1958	18.20	77.20	118.00	288.00	497.00	209.00	90.80	43.20	58.50	9.44	8.38	12.60	119.19
1958 - 1959	21.30	159.00	603.00	528.00	371.00	224.00	144.00	148.19	26.70	20.40	14.70	16.90	189.77
1959 - 1960	151.50	278.00	295.66	550.00	396.00	423.00	186.00	100.00	27.00	14.30	13.30	21.20	204.66
1960 - 1961	56.30	43.00	441.00	380.00	211.50	186.00	223.00	70.71	0.00	18.30	13.90	20.00	138.64
1961 - 1962	18.80	19.61	163.00	279.72	303.00	616.00	313.00	70.40	12.30	4.34	7.35	8.41	151.33
1962 - 1963	9.80	24.10	132.00	86.70	172.00	85.80	85.30	12.30	6.14	5.90	6.38	7.72	52.85
1963 - 1964	13.20	23.71	100.00	425.00	507.00	500.00	181.00	144.00	44.60	12.40	7.32	7.76	163.83
1964 - 1965	21.69	25.10	90.10	132.00	184.00	177.00	76.90	28.00	85.23	23.80	17.54	9.22	72.55
1965 - 1966	79.37	163.00	344.00	592.00	691.00	213.90	196.76	144.29	132.15	14.10	11.90	15.55	216.50
1966 - 1967	48.20	75.10	331.00	505.00	332.00	269.00	143.00	81.40	222.00	74.20	39.10	22.80	178.57
1967 - 1968	22.20	125.00	142.00	167.00	260.00	239.00	187.00	92.60	26.70	11.40	10.50	20.90	108.69
1968 - 1969	21.20	20.40	54.90	59.20	95.00	61.30	46.40	48.20	33.70	24.50	11.20	11.30	40.61
1969 - 1970	24.34	142.00	662.00	366.00	494.00	273.00	129.00	66.40	18.88	9.72	8.02	9.17	183.54
1970 - 1971	12.80	38.20	187.00	250.00	302.00	133.00	93.60	46.60	45.20	24.10	19.40	11.40	96.94
1971 - 1972	16.30	179.00	192.00	439.00	406.00	175.00	104.00	35.10	35.50	12.60	10.30	16.20	135.08
1972 - 1973	21.10	495.00	500.00	310.00	480.00	385.00	321.00	213.00	56.00	17.51	16.74	16.62	236.00
1973 - 1974	19.50	144.00	183.00	343.00	187.00	112.00	176.00	74.10	15.65	9.45	8.04	11.11	106.90
1974 - 1975	18.78	67.40	402.00	183.00	198.00	156.00	117.20	28.40	22.00	9.39	12.50	12.80	102.29
1975 - 1976	31.50	150.00	344.00	508.00	116.00	147.00	91.80	68.50	26.00	11.10	8.39	10.50	126.07
1976 - 1977	10.70	12.60	168.00	85.10	115.00	106.00	220.00	107.00	31.41	13.84	9.18	9.31	74.01
1977 - 1978	12.40	96.70	219.00	755.00	389.00	192.00	202.00	120.00	63.20	9.52	10.50	11.00	173.36
1978 - 1979	11.10	52.40	114.00	700.00	176.00	277.00	222.00	139.00	29.40	10.00	9.48	11.00	145.95
1979 - 1980	14.00	59.70	52.40	128.00	446.00	335.00	124.00	102.00	84.60	21.90	35.30	55.00	121.49
1980 - 1981	170.00	500.00	584.00	487.00	324.00	141.00	74.80	41.70	24.00	36.00	26.30	21.00	202.48
1981 - 1982	41.30	310.00	322.00	300.00	192.00	167.00	70.40	36.20	12.30	9.46	10.50	10.50	123.47
1982 - 1983	16.10	176.48	599.00	583.34	334.64	400.00	352.00	133.00	49.70	23.40	15.20	14.70	224.80
1983 - 1984	22.80	56.00	379.00	352.00	195.00	158.00	81.10	27.00	8.38	7.79	10.50	12.30	109.16
1984 - 1985	16.00	133.00	184.00	597.00	187.00	211.00	206.00	132.00	39.00	21.80	12.70	13.80	146.11
1985 - 1986	34.60	162.00	164.00	295.00	117.00	137.00	129.00	84.90	17.10	9.23	9.41	13.40	97.72
1986 - 1987	48.80	334.00	626.00	174.00	244.00	152.00	88.10	134.00	72.50	20.35	16.62	21.96	161.03
1987 - 1988	25.84	52.53	182.44	452.34	316.04	192.00	181.25	59.35	15.96	13.56	13.02	16.19	126.71
1988 -	22.49	53.77	301.78	316.50	372.40	162.96	90.05	46.34	12.42				-

FIGURA III.F.2-2
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ÑUBLE EN LA PUNILLA

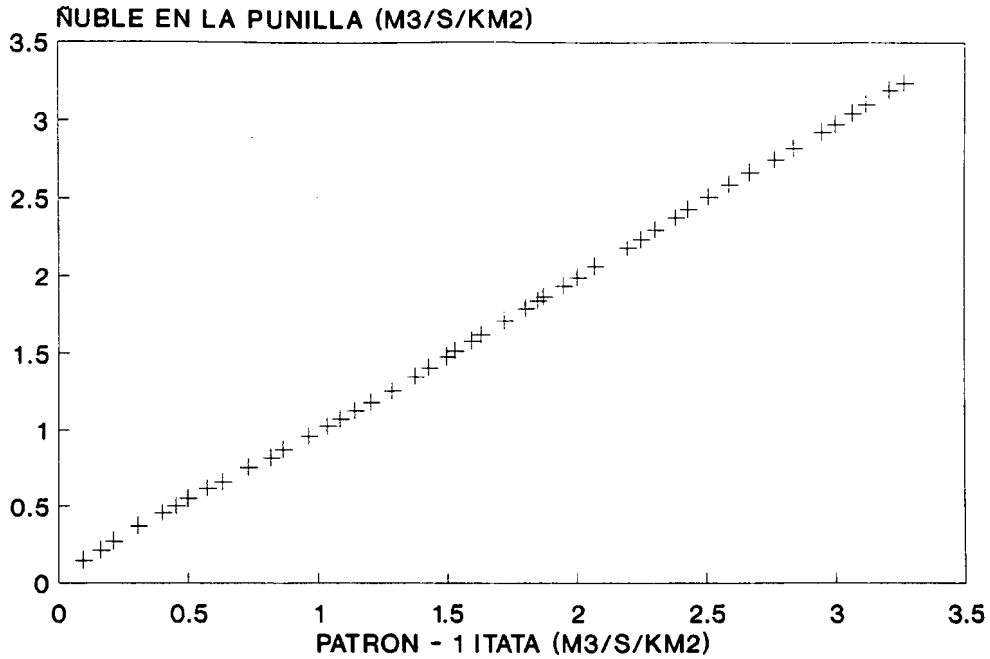


FIGURA III.F.2-3
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ÑUBLE EN SAN FABIAN

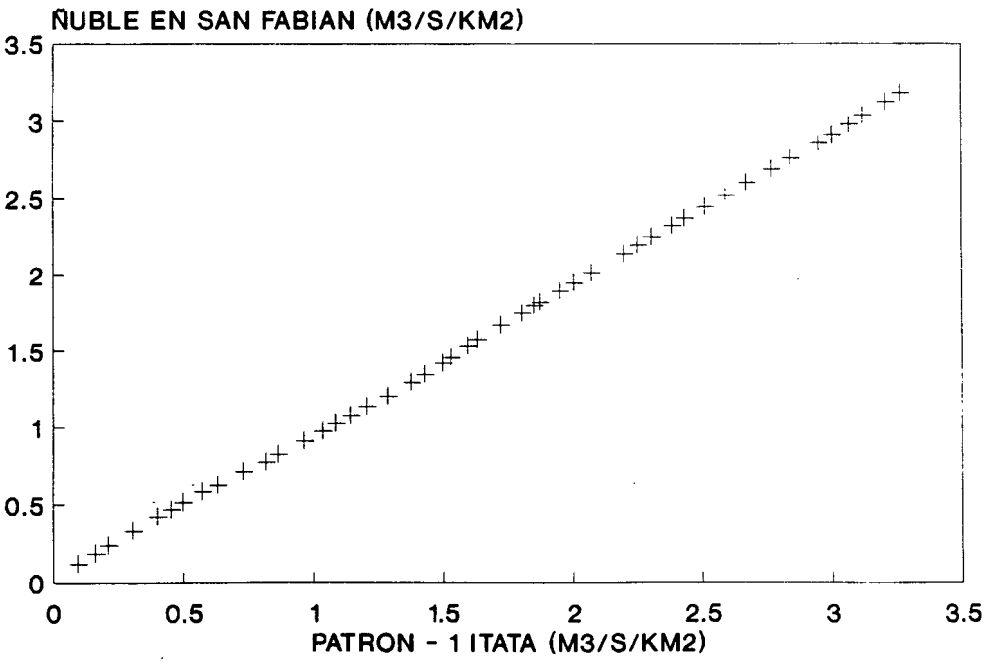


FIGURA III.F.2-4
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ÑUBLE EN LONGITUDINAL

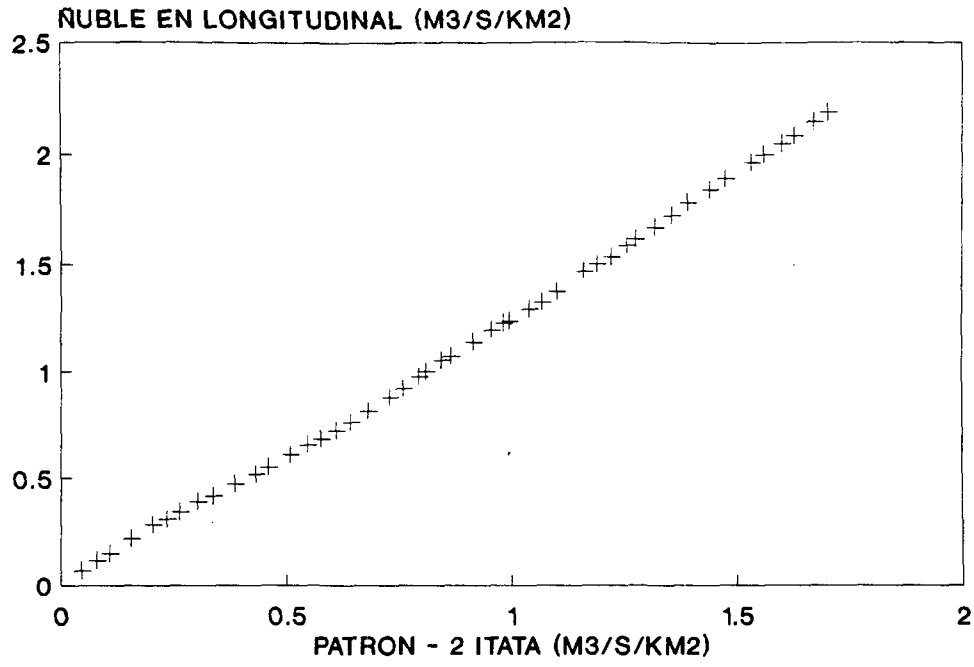


FIGURA III.F.2-5
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CATO EN PUENTE CATO

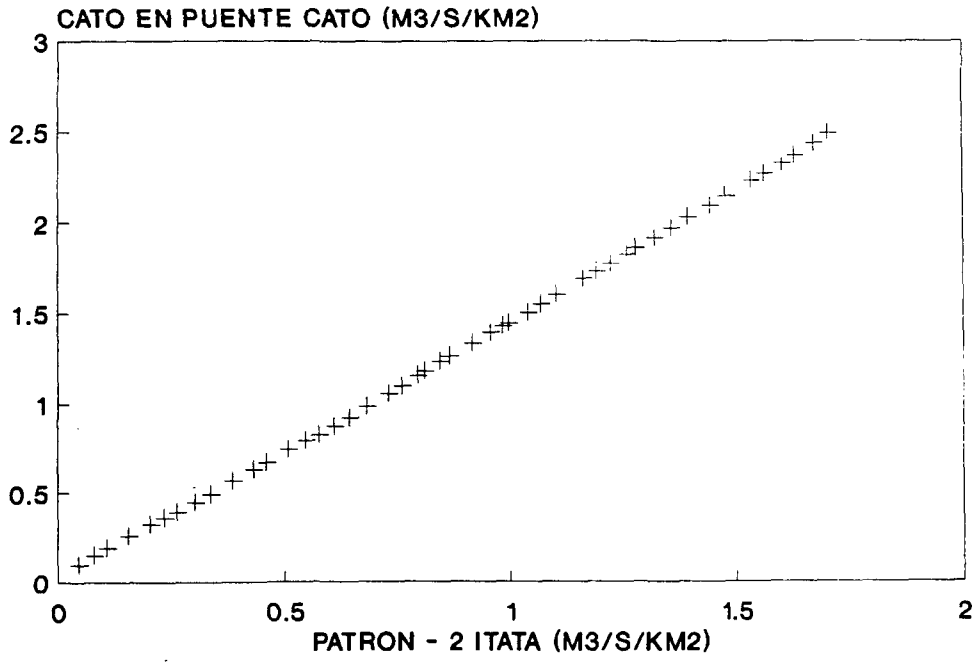


FIGURA III.F.2-6
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO

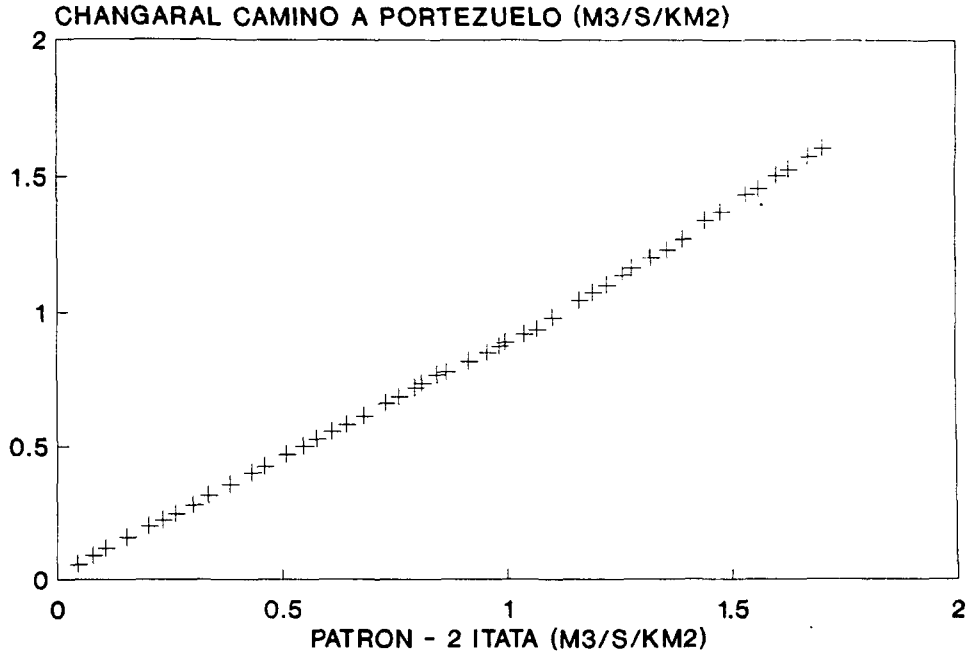


FIGURA III.F.2-7
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHILLAN EN ESPERANZA

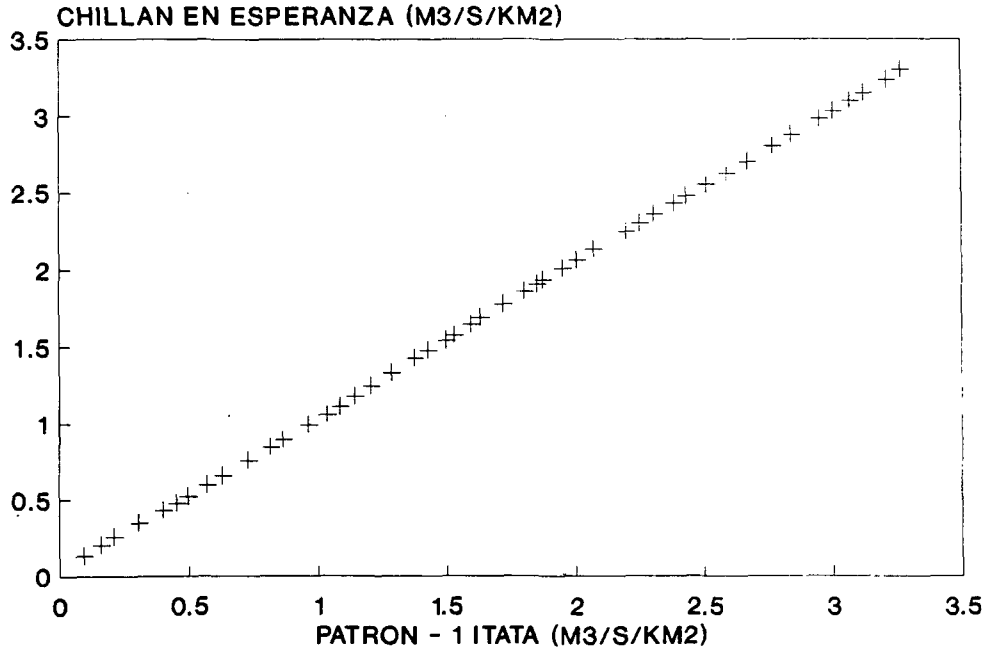


FIGURA III.F.2-8
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHILLAN EN LONGITUDINAL

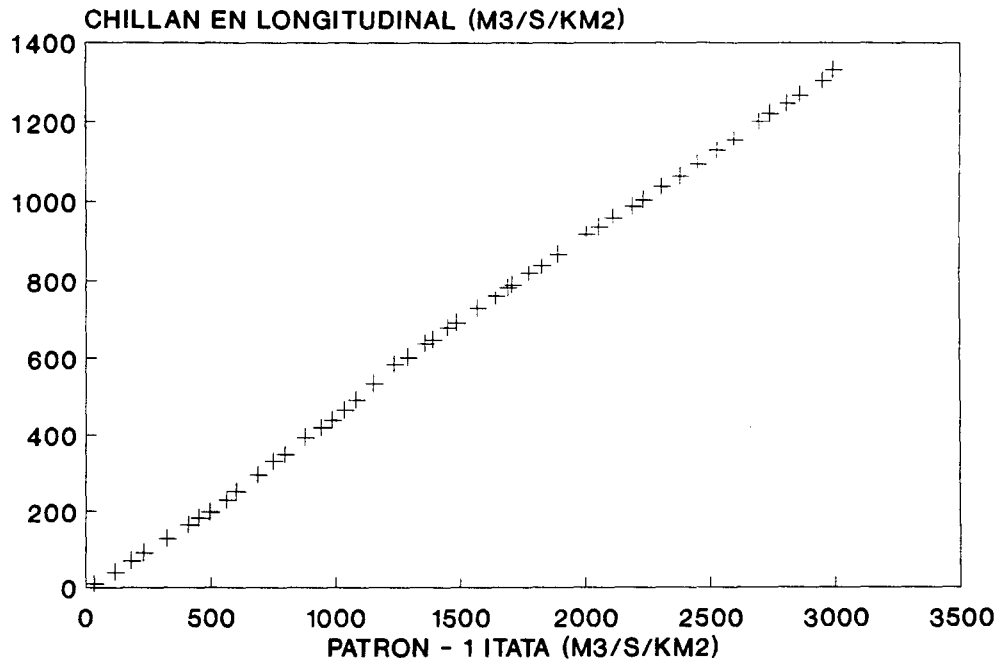


FIGURA III.F.2-9
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA

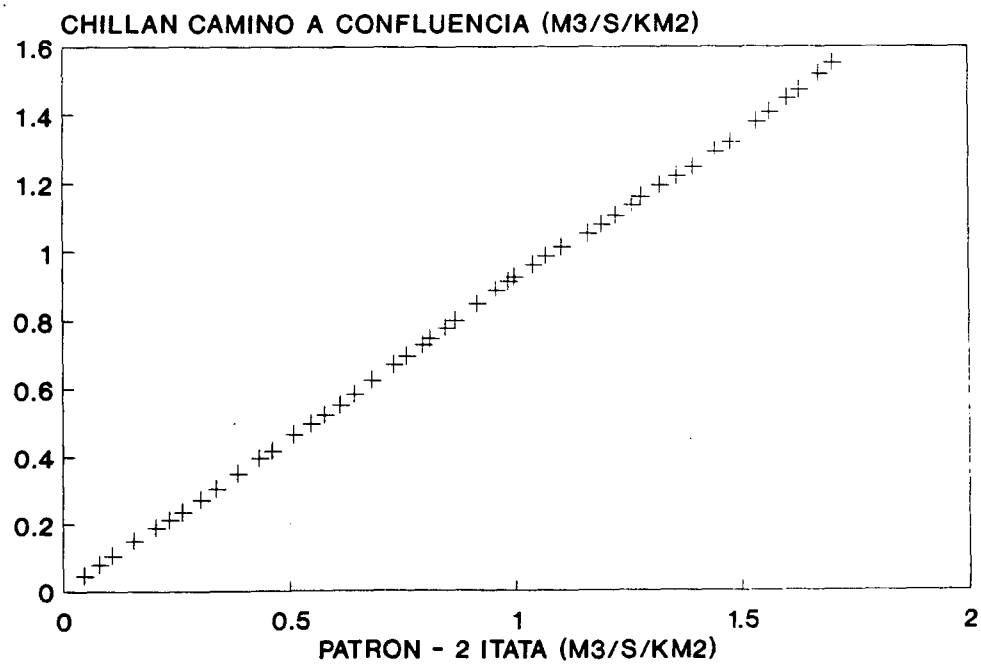
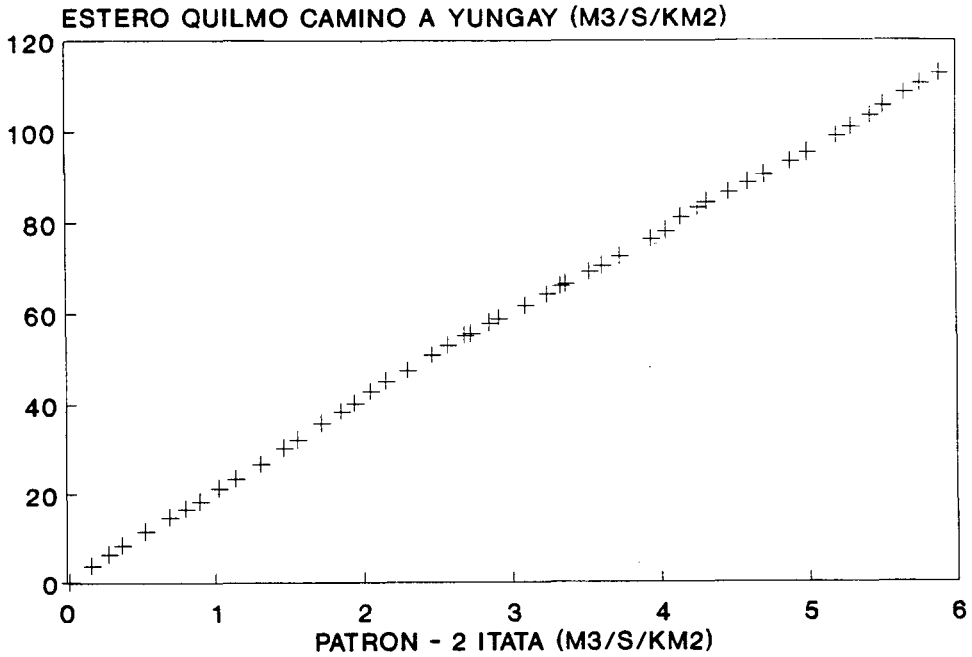


FIGURA III.F.2-10
CURVAS DOBLES ACUMULADAS
ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY



CUADRO III.F.2-11
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
RENEGADO EN INVERNADA

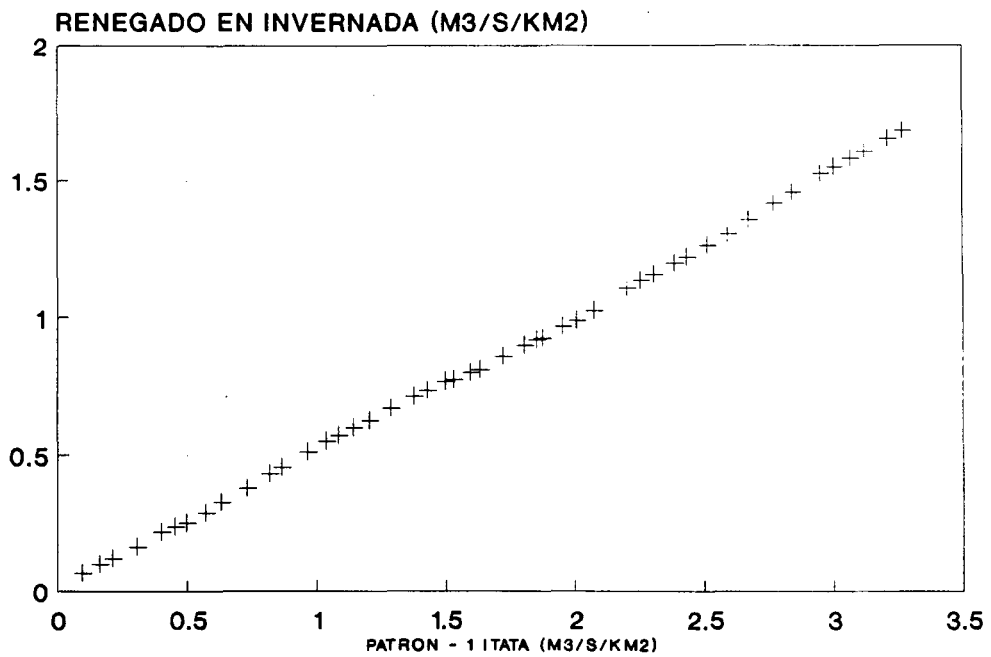


FIGURA III.F.2-12
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
DIGUILLIN EN SAN LORENZO

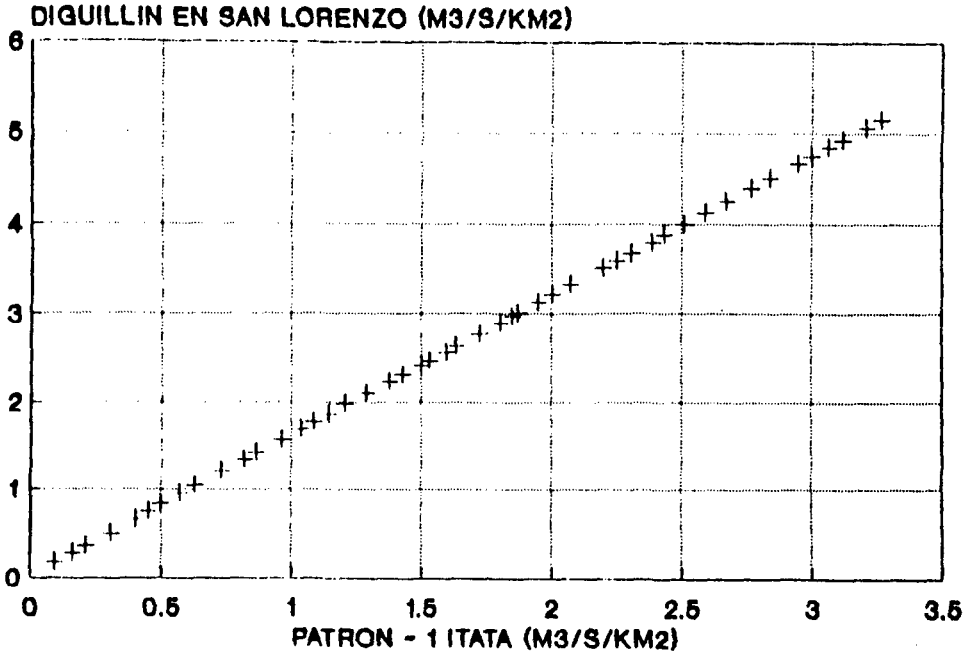


FIGURA III.F.2-13
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
DIGUILLIN EN LONGITUDINAL

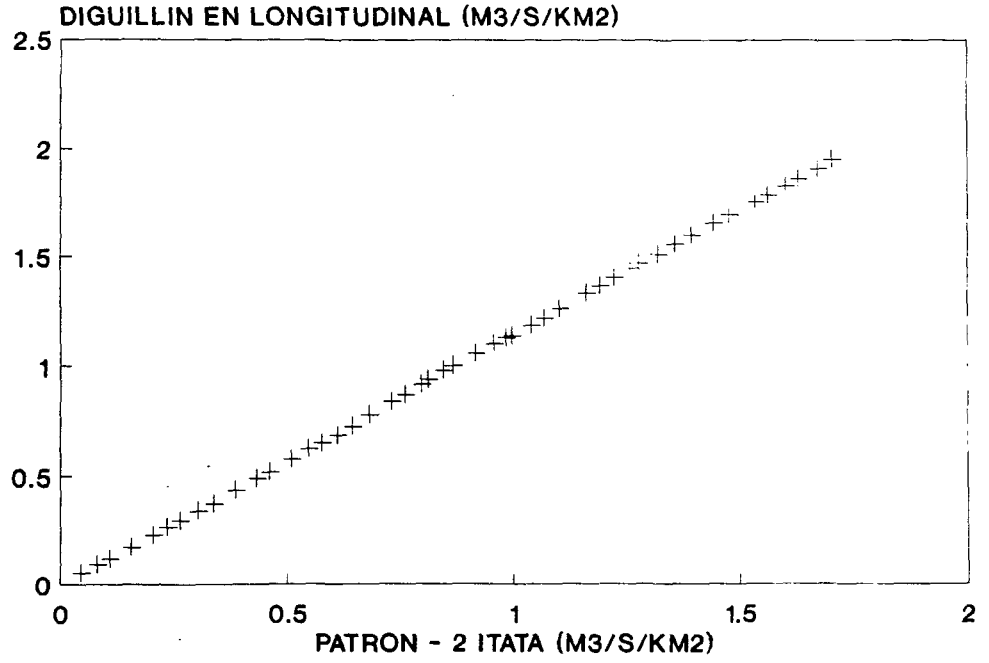


FIGURA III.F.2-14
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ITATA EN CHOLGUAN

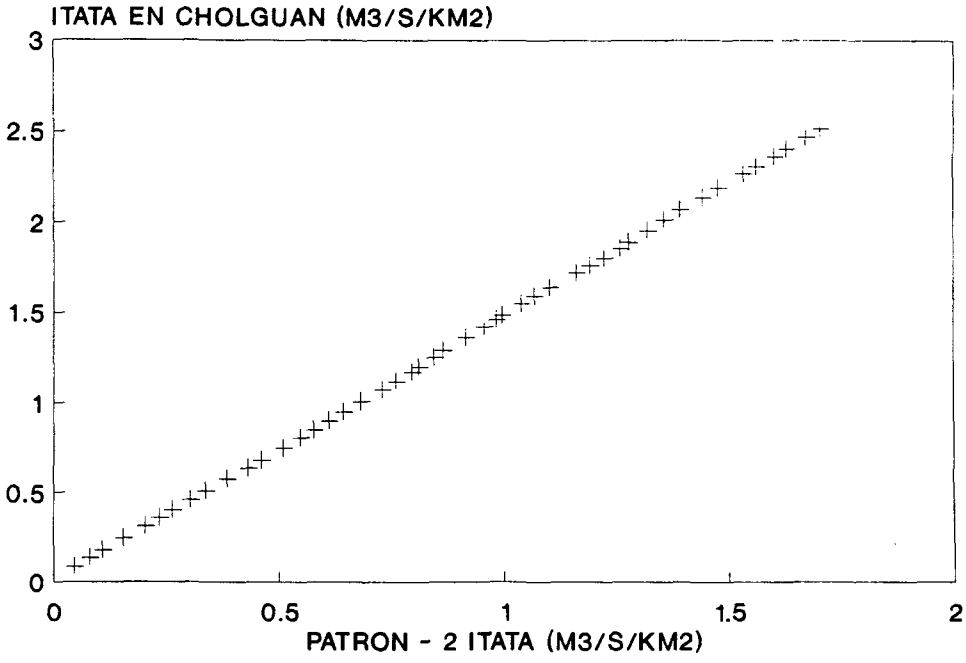


FIGURA III.F.2-15
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ITATA EN TRILALEO

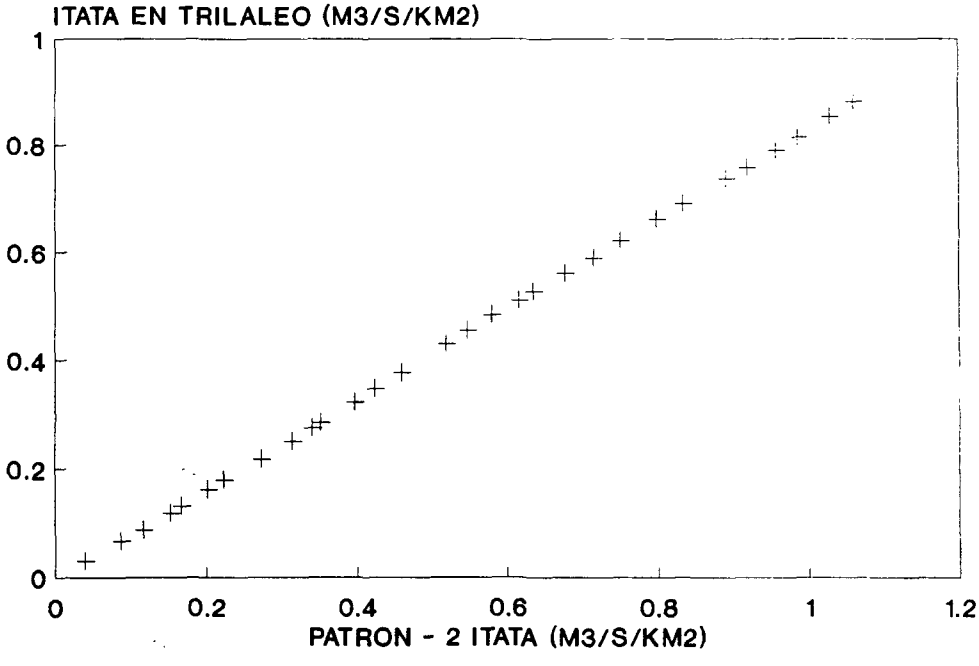


FIGURA III.F.2-16
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ITATA EN GENERAL CRUZ

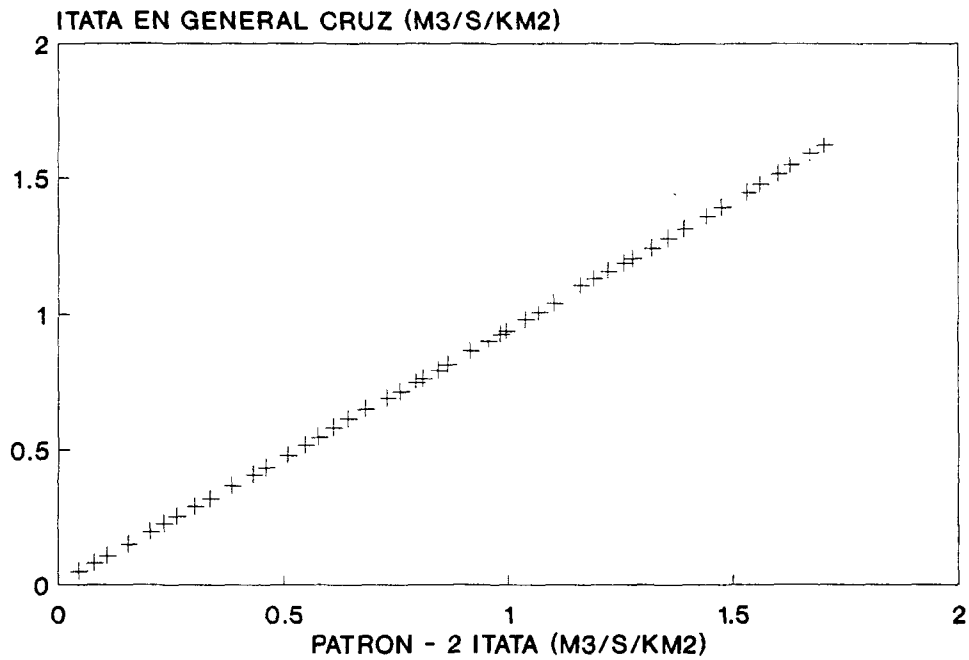


FIGURA III.F.2-17
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
ITATA EN CERRO NEGRO

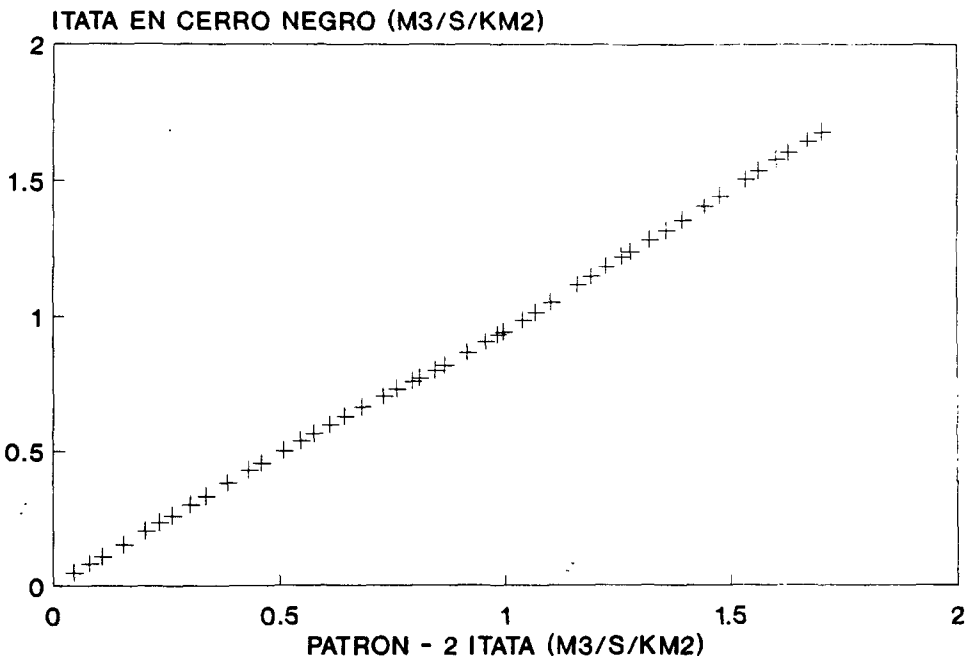
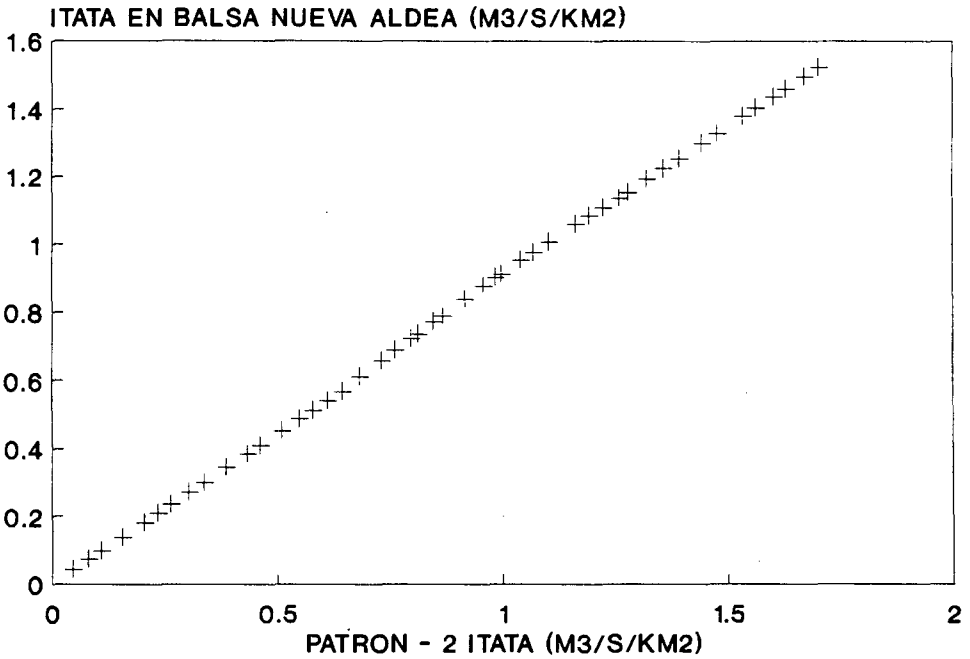


FIGURA III.F.2-18
CURVAS DOBLES ACUMULADAS
ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA



1.6 Análisis de Frecuencia de Estadísticas de Caudales

Para efectuar el análisis de frecuencia de la estadística fluviométrica a nivel de caudales medios mensuales y caudal medio anual, se desarrolló un programa de computación en GWBASIC, denominado ANFCMM.BAS, que corresponde a una modificación del programa ANFPTM.BAS antes descrito, por lo que presenta análogas características y modo de operación.

Mediante este programa se calcularon para cada estación a nivel mensual y medio anual los caudales con probabilidad de excedencia de 95, 80, 50, 20 y 5% ajustando las mismas distribuciones anteriores y efectuando los test de bondad de ajuste X^2 y Kolmogoroff - Smirnov.

El listado computacional incluído en el Cuadro III.F.2-20 presenta a modo de ejemplo el resultado del análisis efectuado a la estación Q01, Río Ñuble en La Punilla.

Los resultados correspondientes a los análisis de frecuencia de todas las estaciones fluviométricas consideradas, se incluyen en el Documento Interno de Trabajo Nº8 y se anexan en archivos magnéticos denominados EFXX.RES en este mismo documento.

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, ENERO

PROM = 63.31354 VARIAN = 1028.595 SKEW = 1.067286 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.028973 VARLOG = .2442004 SKEWLOG = 6.880547E-02 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	10.56	36.32	63.31	90.31	116.07	8.04
COEF.FREC.	0.167	0.574	1.000	1.426	1.833	0.142
GUMBEL	17.79	34.95	58.29	89.70	130.45	2.83
COEF.FREC.	0.305	0.600	1.000	1.539	2.238	0.058
PEARSONIII	21.76	36.19	57.79	87.21	123.71	2.63
COEF.FREC.	0.377	0.626	1.000	1.509	2.141	0.058
LOGNORMAL	24.93	37.08	56.20	85.19	126.70	2.83
COEF.FREC.	0.444	0.660	1.000	1.516	2.254	0.058
LG-PRS.III	25.18	37.02	55.89	85.04	127.92	2.83
COEF.FREC.	0.450	0.662	1.000	1.522	2.289	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 3.608507E-02 MODA = 48.13577
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 3.511545 BETA= 17.11484 GAMMA = 3.214001
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 844.9169 BETA= .2637085 GAMMA = 3.102949

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, FEBRERO

PROM = 35.53209 VARIAN = 279.4845 SKEW = 2.092654 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 3.487683 VARLOG = .1532661 SKEWLOG = .7667352 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	8.03	21.46	35.53	49.60	63.03	7.42
COEF.FREC.	0.226	0.604	1.000	1.396	1.774	0.121
GUMBEL	11.80	20.75	32.91	49.29	70.53	6.17
COEF.FREC.	0.359	0.630	1.000	1.497	2.143	0.096
PEARSONIII	20.01	22.75	30.38	45.27	68.47	4.71
COEF.FREC.	0.658	0.749	1.000	1.490	2.254	0.067
LOGNORMAL	17.18	23.53	32.71	45.48	62.28	1.37
COEF.FREC.	0.525	0.719	1.000	1.390	1.904	0.079
LG-PRS.III	18.90	23.41	31.14	44.41	66.97	2.63
COEF.FREC.	0.607	0.752	1.000	1.426	2.151	0.050

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 6.922624E-02 MODA = 27.62048
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .9134087 BETA = 17.49227 GAMMA = 19.55449
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 6.804077 BETA = .4096289 GAMMA = 3.113525

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, MARZO

PROM = 26.53875 VARIAN = 120.8643 SKEW = 2.188875 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 3.213404 VARLOG = .121809 SKEWLOG = .7562223 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	8.46	17.29	26.54	35.79	44.62	7.63
COEF.FREC.	0.319	0.651	1.000	1.349	1.681	0.121
GUMBEL	10.93	16.82	24.82	35.58	49.55	8.04
COEF.FREC.	0.441	0.678	1.000	1.434	1.997	0.117
PEARSONIII	16.68	18.26	23.04	32.75	48.21	1.17
COEF.FREC.	0.724	0.792	1.000	1.421	2.092	0.058
LOGNORMAL	14.00	18.54	24.86	33.35	44.15	0.96
COEF.FREC.	0.563	0.745	1.000	1.341	1.776	0.046
LG-PRS.III	15.23	18.45	23.81	32.67	47.06	0.96
COEF.FREC.	0.639	0.775	1.000	1.372	1.977	0.029

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = .105269 MODA = 21.33598
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .8348685 BETA = 12.03206 GAMMA = 16.49357
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 6.994571 BETA = .3819712 GAMMA = 2.894508

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, ABRIL

PROM = 30.0825 VARIAN = 601.0119 SKEW = 2.864467 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 3.209129 VARLOG = .3252265 SKEWLOG = 1.142677 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-10.24	9.45	30.08	50.71	70.41	52.62
COEF.FREC.	-0.341	0.314	1.000	1.686	2.341	0.204
GUMBEL	-4.71	8.40	26.24	50.25	81.40	29.71
COEF.FREC.	-0.180	0.320	1.000	1.915	3.102	0.200
PEARSONIII	12.97	13.83	20.84	40.65	77.62	6.79
COEF.FREC.	0.622	0.664	1.000	1.950	3.724	0.117
LOGNORMAL	9.69	15.32	24.76	40.01	63.26	18.25
COEF.FREC.	0.391	0.619	1.000	1.616	2.555	0.183
LG-PRS.III	12.01	15.31	22.30	37.65	72.93	4.08
COEF.FREC.	0.539	0.687	1.000	1.689	3.271	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 4.720718E-02 MODA = 18.48063
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .4874975 BETA = 35.11199 GAMMA = 12.96549
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 3.063464 BETA = .8167831 GAMMA = 2.810949

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, MAYO

PROM = 71.45105 VARIAN = 5227.589 SKEW = 2.199067 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 3.905342 VARLOG = .6930805 SKEWLOG = .3877436 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-47.48	10.60	71.45	132.30	190.38	44.08
COEF.FREC.	-0.664	0.148	1.000	1.852	2.664	0.200
GUMBEL	-31.17	7.50	60.13	130.94	222.80	26.37
COEF.FREC.	-0.518	0.125	1.000	2.178	3.705	0.200
PEARSONIII	6.89	17.07	48.35	112.13	213.95	6.37
COEF.FREC.	0.142	0.353	1.000	2.319	4.425	0.075
LOGNORMAL	12.63	24.65	49.67	100.08	195.34	5.33
COEF.FREC.	0.254	0.496	1.000	2.015	3.933	0.067
LG-PRS.III	13.92	24.39	47.08	98.02	212.70	2.83
COEF.FREC.	0.296	0.518	1.000	2.082	4.518	0.050

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.600659E-02 MODA = 37.23445
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .827148 BETA = 79.49853 GAMMA = 5.693993
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 26.60546 BETA = .9153774 GAMMA = 3.148189

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, JUNIO

PROM = 94.4104 VARIAN = 5111.95 SKEW = 2.034676 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.319712 VARLOG = .4603135 SKEWLOG = 9.166556E-02 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	-23.20	34.24	94.41	154.58	212.02	10.12
COEF.FREC.	-0.246	0.363	1.000	1.637	2.246	0.129
GUMBEL	-7.07	31.17	83.22	153.24	244.07	9.08
COEF.FREC.	-0.085	0.375	1.000	1.841	2.933	0.096
PEARSONIII	26.59	39.28	72.85	136.81	235.21	2.00
COEF.FREC.	0.365	0.539	1.000	1.878	3.229	0.067
LOGNORMAL	24.62	42.47	75.17	133.05	229.46	0.33
COEF.FREC.	0.328	0.565	1.000	1.770	3.053	0.017
LG-PRS.III	25.07	42.35	74.39	132.61	233.48	0.33
COEF.FREC.	0.337	0.569	1.000	1.783	3.139	0.017

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 1.618662E-02 MODA = 60.57437
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .9662058 BETA = 72.73753 GAMMA = 24.13098
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 476.0446 BETA = .6902271 GAMMA = 3.652811

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, JULIO

PROM = 94.5921 VARIAN = 2132.808 SKEW = .6531598 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.421029 VARLOG = .2919403 SKEWLOG = -.6306601 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	18.63	55.73	94.59	133.46	170.56	10.12
COEF.FREC.	0.197	0.589	1.000	1.411	1.803	0.121
GUMBEL	29.04	53.75	87.36	132.59	191.26	5.96
COEF.FREC.	0.332	0.615	1.000	1.518	2.189	0.058
PEARSONIII	28.08	55.08	89.62	131.20	178.05	7.63
OEF.FREC.	0.313	0.615	1.000	1.464	1.987	0.079
LOGNORMAL	34.20	52.79	83.18	131.07	202.31	2.63
COEF.FREC.	0.411	0.635	1.000	1.576	2.432	0.054
LG-PRS.III	31.41	54.14	87.99	132.07	181.88	5.96
COEF.FREC.	0.357	0.615	1.000	1.501	2.067	0.058

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.505957E-02 MODA = 72.73655
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 9.376078 BETA = 15.08222 GAMMA = -46.81995
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 10.05702 BETA = .176456 GAMMA = 2.766564

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, AGOSTO

PROM = 84.55 VARIAN = 2217.589 SKEW = 2.613042 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.3299 VARLOG = .1988837 SKEWLOG = .5766091 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	7.09	44.92	84.55	124.18	162.01	18.04
COEF.FREC.	0.084	0.531	1.000	1.469	1.916	0.129
GUMBEL	17.71	42.90	77.18	123.30	183.12	8.67
COEF.FREC.	0.229	0.556	1.000	1.598	2.373	0.117
PEARSONIII	48.54	51.66	67.69	107.25	176.76	3.46
COEF.FREC.	0.717	0.763	1.000	1.585	2.612	0.088
LOGNORMAL	36.46	52.17	75.94	110.52	158.14	2.21
COEF.FREC.	0.480	0.687	1.000	1.455	2.082	0.037
LG-PRS.III	39.49	51.85	72.78	108.50	168.77	0.96
COEF.FREC.	0.543	0.712	1.000	1.491	2.319	0.033

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.457587E-02 MODA = 62.26428
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .5858239 BETA = 61.52577 GAMMA = 48.50674
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 12.03087 BETA = .5826611 GAMMA = 3.988563

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, SEPTIEMBRE

PROM = 92.4898 VARIAN = 1466.81 SKEW = 1.318287 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.4535 VARLOG = .1451325 SKEWLOG = .2832508 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	29.49	60.26	92.49	124.72	155.49	16.79
COEF.FREC.	0.319	0.652	1.000	1.348	1.681	0.117
GUMBEL	38.13	58.62	86.49	124.00	172.66	16.58
COEF.FREC.	0.441	0.678	1.000	1.434	1.996	0.138
PEARSONIII	46.34	60.58	84.47	119.71	165.95	13.25
COEF.FREC.	0.549	0.717	1.000	1.417	1.964	0.117
LOGNORMAL	45.92	62.36	85.93	118.41	160.80	10.33
COEF.FREC.	0.534	0.726	1.000	1.378	1.871	0.096
LG-PRS.III	47.42	62.11	84.40	117.64	165.54	10.33
COEF.FREC.	0.562	0.736	1.000	1.394	1.961	0.096

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = .0302178 MODA = 74.36501
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 2.301655 BETA = 25.24449 GAMMA = 34.3857
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 49.85605 BETA = .251109 GAMMA = 3.875533

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, OCTUBRE

PROM = 129.4971 VARIAN = 3111.597 SKEW = 2.753922 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.793857 VARLOG = .1361467 SKEWLOG = .1630889 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	37.74	82.55	129.50	176.44	221.25	12.21
COEF.FREC.	0.291	0.637	1.000	1.363	1.709	0.129
GUMBEL	50.32	80.16	120.76	175.39	246.26	10.96
COEF.FREC.	0.417	0.664	1.000	1.452	2.039	0.138
PEARSONIII	88.99	91.64	108.91	154.81	238.19	4.29
COEF.FREC.	0.817	0.841	1.000	1.421	2.187	0.121
LOGNORMAL	65.82	88.53	120.77	164.74	221.58	4.50
COEF.FREC.	0.545	0.733	1.000	1.364	1.835	0.075
LG-PRS.III	66.99	88.31	119.56	164.20	225.29	4.50
COEF.FREC.	0.560	0.739	1.000	1.373	1.884	0.075

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.074712E-02 MODA = 103.0987
PARAMETROS PEARSON, ALFA = .5274203 BETA = 76.80921 GAMMA = 88.98636
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 150.3873 BETA = .5080719 GAMMA = 4.52589

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, NOVIEMBRE

PROM = 150.6779 VARIAN = 2902.614 SKEW = .1789093 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.943958 VARLOG = .1591089 SKEWLOG = -.6668008 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	62.06	105.34	150.68	196.02	239.30	2.00
COEF.FREC.	0.412	0.699	1.000	1.301	1.588	0.058
GUMBEL	74.21	103.03	142.24	195.01	263.45	1.79
COEF.FREC.	0.522	0.724	1.000	1.371	1.852	0.058
PEARSONIII	64.88	104.94	149.07	195.48	241.95	0.96
COEF.FREC.	0.435	0.704	1.000	1.311	1.623	0.037
LOGNORMAL	72.81	100.31	140.32	196.30	270.45	2.62
COEF.FREC.	0.519	0.715	1.000	1.399	1.927	0.079
LG-PRS.III	68.17	102.34	146.60	197.39	248.79	1.37
COEF.FREC.	0.465	0.698	1.000	1.346	1.697	0.033

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.148102E-02 MODA = 125.1814
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 124.9666 BETA = 4.819453 GAMMA = -451.5925
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 8.996381 BETA = 3.568209E-02 GAMMA = .4848895

CUADRO III.F.2-20 ANALISIS DE FRECUENCIA ESTACION ÑUBLE EN LA PUNILLA (Continuación)

ESTACION : 01
CAUDALES MEDIOS MENSUALES, DICIEMBRE

PROM = 109.0067 VARIAN = 2507.763 SKEW = .4038898 NR. DE DATOS = 48
PROMLOG = 4.576827 VARLOG = .2531297 SKEWLOG = -.3963781 NR. DE CEROS = 0

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	26.63	66.86	109.01	151.15	191.38	4.29
COEF.FREC.	0.244	0.613	1.000	1.387	1.756	0.100
GUMBEL	37.93	64.72	101.17	150.21	213.83	0.96
COEF.FREC.	0.375	0.640	1.000	1.485	2.114	0.038
PEARSONIII	32.77	66.22	105.65	149.84	196.69	3.04
COEF.FREC.	0.310	0.627	1.000	1.418	1.862	0.058
LOGNORMAL	42.49	63.65	97.21	148.45	222.38	0.54
COEF.FREC.	0.437	0.655	1.000	1.527	2.288	0.038
LG-PRS.III	40.32	64.48	100.48	149.40	209.35	0.96
COEF.FREC.	0.401	0.642	1.000	1.487	2.084	0.038

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 2.311034E-02 MODA = 85.3077
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 24.52077 BETA = 10.11291 GAMMA = -138.9697
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 25.45896 BETA = .1016025 GAMMA = 2.085455

CAUDALES MEDIOS MENSUALES, TOTAL AÑO HIDROLOGICO

PROM = 860.4566 VARIAN = 74917.94 SKEW = .3327906 NR. DE DATOS = 47
PROMLOG = 6.702919 VARLOG = .1212434 SKEWLOG = -.8096686 NR. DE CEROS = 1

PROBABILIDAD DE LLUVIA= 97.91666

DISTRIBUCION	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA CONDICIONAL 95%	80%	50%	20%	5%	CHI2/KS
NORMAL	410.23	630.10	860.46	1090.81	1310.68	4.38
COEF.FREC.	0.477	0.732	1.000	1.268	1.523	0.051
GUMBEL	471.47	618.11	817.65	1086.12	1434.37	3.53
COEF.FREC.	0.577	0.756	1.000	1.328	1.754	0.051
PEARSONIII	437.56	626.93	845.32	1085.15	1334.98	5.23
COEF.FREC.	0.518	0.742	1.000	1.284	1.579	0.051
LOGNORMAL	459.51	607.82	814.78	1092.22	1444.72	3.53
COEF.FREC.	0.564	0.746	1.000	1.341	1.773	0.051
LG-PRS.III	429.55	621.82	853.25	1096.75	1320.45	4.38
COEF.FREC.	0.503	0.729	1.000	1.285	1.548	0.051

PARAMETROS GUMBEL, ALFA = 4.22178E-03 MODA = 730.8326
PARAMETROS PEARSON, ALFA = 36.11753 BETA = 45.54429 GAMMA = -784.4906
PARAM. LOG PEARSON, ALFA = 6.101625 BETA = 5.793888E-02 GAMMA = 4.61031

1.6.1 Selección de la Distribución de Mejor Ajuste

Analizando los resultados de los test de bondad de ajuste, se seleccionó para cada serie mensual y anual, la función de densidad de frecuencia de mejor ajuste. En el Cuadro III.F.2-21 se indica para cada estación y serie considerada la distribución de mejor ajuste lograda.

Considerando que en este caso se trata también de interpolar valores para probabilidades de excedencia dentro del período de información disponible, se decidió adoptar para cada resultado la distribución de mejor ajuste con la evidencia empírica, sin tratar de imponer una distribución única.

CUADRO III.F.2-21 DISTRIBUCIONES DE MEJOR AJUSTE ANALISIS DE FRECUENCIA

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
01 Ñuble La Punilla	P	L	LP	LP	LP	LP	LN	LP	LP	LP	P	G
02 Ñuble San Fabián	LP	LP	LN	LP	LN	LP	LN	LN	LP	LP	LP	G
03 Ñuble Longitudinal												
04 Niblinto antes C. Embalse Coihueco												
05 Cato en Cato	LP	LP	LP	LP	LP	LN	LP	LP	LN	LP	LP	LP
06 Changaral CAP	G	LP	LP	LP	P	P	P	LP	LP	P	P	P
07 Chillán en Esperanza	LN	LN	LP	LP	P	LP	LN	LP	LP	LP	LP	LN
08 Chillán en Longitudinal	P	LN	LP	LP	LP	LN	LN	LN	LP	LP	P	G
09 Chillán camino a Confluencia	LN	LP	LN	LP	P	LP	LN	P	LP	P	P	N
10 Estero Quilmo Camino a Yungay	N	P	N	LP	LP	NP	P	P	LP	LN	LN	G
11 Renegado en Invernada	LP	P	LP	LP	LN	LN	LP	LN	LP	P	P	N
12 Diguillín en Sn. Lorenzo	LP	LP	LN	LP	LP	LN	LP	LP	P	LP	LP	N
13 Diguillín en Longitudinal	P	N	G	LP	LP	LN	N	LP	LN	P	LP	P
14 Itata Cholguán	LN	LN	LN	LP	LN	LP	P	LP	LP	LP	LP	P
15 Itata Trilaleo												
16 Itata General Cruz	LP	LP	LN	LP	LP	LN	LN	LN	LP	LP	LP	N
17 Itata Cerro Negro	LP	P	P	LP	LP	P	LN	LN	LP	LP	LN	G
18 Itata en Balsa Nueva Aldea	P	P	LP	LP	LN	P	LP	LP	LP	LP	LN	G

1.6.2 Curvas de Variación Estacional

Seleccionando para cada serie de datos la distribución de mejor ajuste, los caudales mensuales y anuales para distintas probabilidades resultantes se presentan en el Cuadro III.F.2-22.

A partir de esta información se confeccionaron las curvas de variación estacional para probabilidad de excedencia de 5, 20, 50, 80 y 95% que se presentan en las Figuras III.F.2-19 a III.F.2-33.

1.6.3 Curvas de duración general

Para las tres estaciones fluviométricas mas representativas de la cuenca, que se identifican mas adelante como las secciones Ñuble en la Punilla, Chillán en Esperanza y Diguillín en San Lorenzo, se determinaron las curvas de duración general de caudales tanto a nivel mensual como diario, en este último caso, por intervalos clasificados.

Los resultados obtenidos se presentan en las Figuras III.F.2-34 a III.F.2-39.

CUADRO III.F.2-22 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA

01 RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA
CODIGO BNA: 08105001-5

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	12.01	13.92	25.07	34.20	39.49	47.42	66.99	64.88	42.49	21.76	17.18	15.23	39.29
85 %	14.21	20.90	36.59	46.59	47.73	57.40	81.20	91.59	56.60	31.38	21.41	17.38	46.86
50 %	22.30	47.08	74.39	83.18	72.78	85.93	119.56	149.07	97.21	57.79	32.71	23.81	68.14
20 %	37.65	98.02	132.61	131.07	108.50	118.41	165.20	195.48	148.40	87.21	45.48	32.67	91.02
5 %	72.93	217.70	233.48	202.31	168.77	160.80	225.29	241.95	222.38	123.71	62.28	47.06	120.39

02 RIO ÑUBLE EN SAN FABIAN
CODIGO BNA: 08106001-0

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	15.57	17.03	37.80	55.88	61.06	67.87	91.71	88.35	53.60	30.31	24.05	16.79	53.99
85 %	17.96	28.47	55.74	76.42	78.27	84.30	111.42	116.96	70.79	39.48	26.16	20.04	68.34
50 %	27.57	71.00	114.48	137.34	125.69	128.03	164.69	181.22	119.80	65.24	36.17	28.31	100.58
20 %	47.89	147.41	204.02	217.59	181.85	177.15	227.17	241.39	180.39	96.57	53.80	36.99	128.34
5 %	100.21	206.05	356.65	337.57	258.72	241.51	312.90	303.27	267.76	140.43	81.39	47.75	157.49

05 RIO CATO EN PUENTE CATO
CODIGO BNA: 08114001-4

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	2.07	8.29	22.59	32.07	32.63	24.60	18.22	9.10	1.55	1.34	0.95	1.11	18.08
85 %	3.25	13.26	32.90	52.97	46.20	33.71	24.09	12.69	3.14	1.84	1.34	2.15	20.03
50 %	7.34	30.84	65.71	108.11	85.30	60.80	40.81	23.58	9.50	3.20	2.54	6.04	42.27
20 %	14.04	60.37	113.46	157.33	133.09	96.59	61.65	38.38	20.94	4.73	4.21	12.38	53.98
5 %	26.05	114.64	191.12	199.26	197.82	150.85	91.41	61.11	41.07	6.63	6.83	22.49	62.28

06 RIO CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO
CODIGO BNA: 08118001-6

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	2.29	6.75	8.23	12.29	8.20	3.22	2.36	2.96	1.05	0.21	0.66	1.23	7.37
85 %	3.80	11.07	11.99	19.28	11.45	5.25	4.31	6.23	1.58	1.18	1.60	2.58	9.36
50 %	8.75	26.59	28.37	37.27	20.18	11.69	10.27	13.89	4.20	3.65	4.66	6.45	14.60
20 %	15.64	48.13	48.30	57.51	29.54	20.32	17.68	20.88	8.91	6.32	7.60	9.66	20.14
5 %	25.63	78.96	73.17	81.38	40.57	32.36	27.48	28.51	16.34	9.78	9.70	11.73	26.79

07 RIO CHILLAN EN ESPERANZA
CODIGO BNA: 08117004-5

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	3.89	1.86	7.47	10.71	10.23	9.35	9.10	5.23	5.77	5.13	4.18	3.81	7.51
85 %	4.08	4.40	10.83	14.80	13.44	11.70	10.92	7.92	6.74	5.98	4.93	4.34	9.07
50 %	5.14	13.48	20.96	25.38	22.55	18.40	15.92	13.48	9.54	8.08	6.80	5.77	13.08
20 %	7.82	26.51	34.25	39.47	33.84	26.84	21.96	17.70	13.20	10.18	8.73	7.45	17.36
5 %	15.150	45.060	53.520	60.160	49.910	39.280	30.560	21.720	18.880	12.710	11.070	9.790	22.750

CUADRO III.F.2-22 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA (Continuación)

08 RIO CHILLAN EN LONGITUDINAL
CODIGO BNA: 08117001-0

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	1.29	4.59	16.87	25.25	24.46	15.19	12.63	0.26	1.41	0.84	0.19	0.27	11.00
85 %	1.71	8.12	24.16	34.62	32.53	21.77	16.14	4.03	1.82	1.42	0.38	0.52	14.77
50 %	3.43	21.55	49.94	62.47	55.70	41.99	26.16	10.08	4.82	3.15	1.28	1.45	24.33
20 %	7.44	45.90	79.23	99.29	84.86	69.74	38.90	24.89	11.47	5.25	3.37	2.93	34.68
5 %	19.18	92.43	130.60	154.51	126.84	112.28	57.69	38.03	22.94	8.00	8.49	5.22	48.09

09 RIO CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA
CODIGO BNA: 08117005-3

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	0.63	8.35	13.22	24.68	23.33	14.75	10.25	1.66	0.60	0.39	0.18	0.28	11.32
85 %	1.20	11.90	20.58	31.79	27.85	18.97	12.43	4.63	1.31	0.64	0.38	0.51	14.70
50 %	3.77	23.43	42.95	51.48	39.43	31.00	20.01	12.16	4.26	1.50	1.13	1.48	21.70
20 %	9.96	38.65	71.33	74.99	51.44	46.12	30.66	19.80	9.42	2.99	2.32	3.47	27.01
5 %	26.09	59.39	118.89	107.38	68.84	68.14	45.63	28.25	17.83	5.76	4.09	7.83	32.08

10 ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY
CODIGO BNA: 08134001-3

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	0.11	0.21	0.44	1.94	1.98	1.33	0.90	0.31	0.10	0.01	0.05	0.04	1.19
85 %	0.13	0.38	1.37	3.65	3.05	2.08	1.16	0.46	0.16	0.07	0.06	0.06	1.47
50 %	0.22	1.01	3.75	7.63	5.36	4.04	1.98	0.99	0.36	0.20	0.10	0.10	2.19
20 %	0.38	2.24	6.16	11.21	7.28	5.93	2.97	1.81	0.68	0.30	0.16	0.16	2.96
5 %	0.76	4.83	9.01	15.10	9.23	7.77	4.37	3.20	1.23	0.40	0.25	0.24	3.96

11 RIO RENEGADO EN INVERNADA
CODIGO BNA: 08130001-1

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	0.35	0.31	0.83	1.11	1.56	1.44	1.50	0.43	0.19	0.20	0.15	0.22	0.86
85 %	0.49	0.62	1.48	2.35	2.36	2.25	2.45	1.67	0.68	0.41	0.46	0.50	1.75
50 %	0.97	2.05	4.03	6.35	5.03	4.79	4.94	4.43	2.63	1.16	1.30	1.40	3.58
20 %	1.73	5.41	9.09	10.74	9.17	8.16	7.55	6.78	4.57	2.24	2.20	2.30	4.97
5 %	3.15	13.68	19.52	14.84	14.33	12.91	10.69	9.23	5.65	3.67	3.30	2.99	6.30

12 RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO
CODIGO BNA: 08130002-K

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	1.62	3.00	9.50	11.05	10.68	8.97	10.58	8.05	4.89	3.14	2.29	1.79	8.39
85 %	2.21	5.77	13.41	16.08	13.54	12.28	12.99	10.46	6.16	3.93	2.85	2.26	10.99
50 %	4.52	16.58	25.45	29.73	22.26	21.33	20.23	17.26	10.83	6.02	4.35	3.53	16.29
20 %	9.37	35.81	42.13	44.19	34.65	31.40	30.38	23.68	17.21	8.35	6.06	4.99	20.46
5 %	21.84	70.12	68.18	60.63	55.31	43.87	47.19	30.11	26.74	11.68	8.33	6.94	21.86

CUADRO III.F.2-22 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA (Continuación)

13 RIO DIGUILLIN EN LONGITUDINAL
CODIGO BNA: 08132001-2

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	1.16	5.65	29.77	36.96	48.20	32.96	35.45	3.78	0.86	0.49	0.07	0.49	24.05
85 %	1.93	11.37	42.04	66.32	64.38	45.07	36.69	9.13	2.71	0.93	0.64	0.67	32.80
50 %	5.19	34.44	79.74	125.09	109.53	80.95	48.94	28.56	11.95	2.17	1.83	1.13	50.78
20 %	12.87	76.79	132.00	170.19	163.16	128.19	79.48	52.78	26.40	3.53	2.73	1.60	64.23
5 %	33.71	153.43	213.56	213.23	235.52	198.80	134.65	77.20	55.05	5.19	3.58	2.17	76.93

14 RIO ITATA EN CHOLGUAN
CODIGO BNA: 08123001-3

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	9.890	8.920	22.210	29.320	37.320	30.900	25.320	18.880	14.620	14.720	14.050	12.950	22.950
85 %	11.00	14.06	32.32	45.49	47.97	38.93	30.26	23.27	17.10	16.51	15.64	14.18	27.90
50 %	15.240	31.950	61.150	83.070	76.250	60.080	45.370	34.740	24.530	20.760	19.350	17.000	40.150
20 %	23.060	61.370	97.110	117.060	107.410	83.290	67.110	47.310	34.850	24.760	22.790	19.540	49.180
5 %	40.040	114.460	147.020	153.990	146.870	112.810	104.140	63.390	51.800	29.290	26.650	22.310	62.450

16 RIO ITATA EN GENERAL CRUZ
CODIGO BNA: 08125001-4

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	7.46	11.33	34.43	55.55	62.77	40.30	24.29	8.89	5.87	5.03	4.67	5.21	28.58
85 %	9.09	18.73	48.02	72.44	79.85	55.13	31.60	14.71	8.88	6.34	5.76	6.78	38.07
50 %	15.20	44.95	89.22	119.88	126.51	96.51	54.17	32.13	19.14	10.71	9.01	11.19	57.73
20 %	27.23	88.24	142.22	177.70	181.08	145.06	86.74	52.59	35.77	15.46	13.46	16.56	73.10
5 %	56.14	164.80	231.18	258.72	255.00	208.97	141.54	76.85	65.85	23.76	20.61	24.06	86.58

17 RIO ITATA EN CERRO NEGRO
CODIGO BNA: 08133001-8

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	6.70	17.34	54.06	109.89	117.80	83.78	45.67	16.84	2.19	4.51	3.97	4.89	62.63
85 %	9.25	33.98	94.38	149.73	148.89	114.14	60.76	25.26	7.02	6.46	4.85	5.80	75.80
50 %	19.21	97.13	204.42	267.38	232.74	191.31	107.08	52.97	28.80	12.44	8.75	10.26	109.29
20 %	40.60	202.06	326.20	421.42	330.51	226.62	172.83	95.21	63.24	20.66	15.32	18.08	145.47
5 %	96.50	372.89	476.63	650.59	463.07	347.74	280.71	166.65	103.20	33.30	24.40	30.34	192.41

18 RIO ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA
CODIGO BNA: 08140002-4

P. Exc.	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
95 %	11.21	21.64	62.58	113.81	128.52	97.03	62.43	21.14	7.74	7.71	6.92	8.31	76.34
85 %	14.66	39.45	120.23	181.60	171.38	127.61	79.37	32.17	13.12	9.30	8.40	10.05	91.89
50 %	26.77	104.03	264.84	356.35	285.34	213.12	131.18	69.02	33.38	16.17	13.24	15.28	131.42
20 %	48.52	209.63	409.60	506.55	408.81	315.92	205.29	126.42	70.50	27.52	19.70	22.59	174.14
5 %	95.21	385.96	577.74	640.37	559.77	457.42	329.64	225.27	143.90	44.79	28.56	34.69	229.55

FIGURA III.F.2-19
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ÑUBLE EN LA PUNILLA

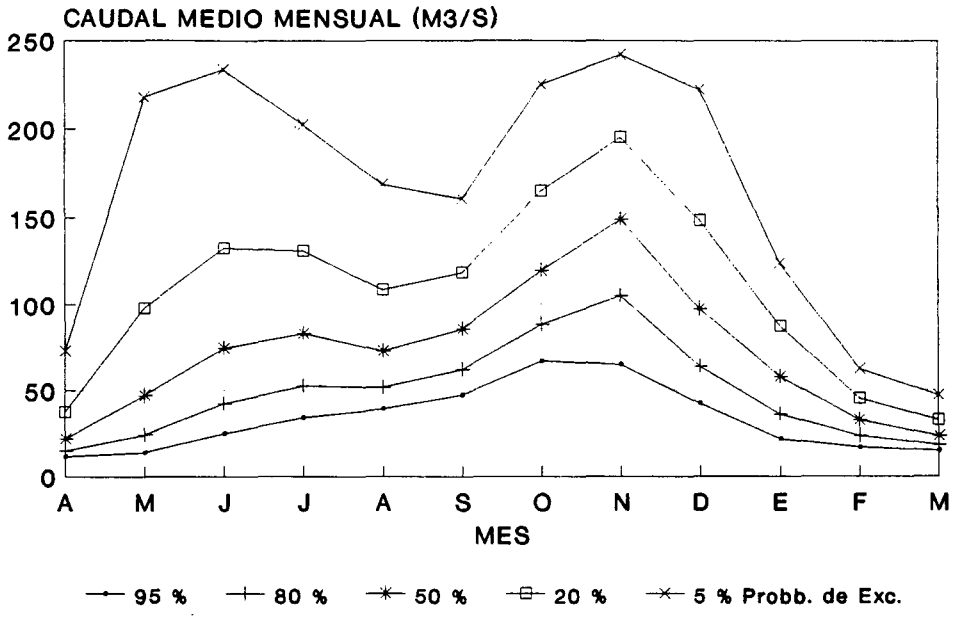


FIGURA III.F.2-20
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ÑUBLE EN SAN FABIAN

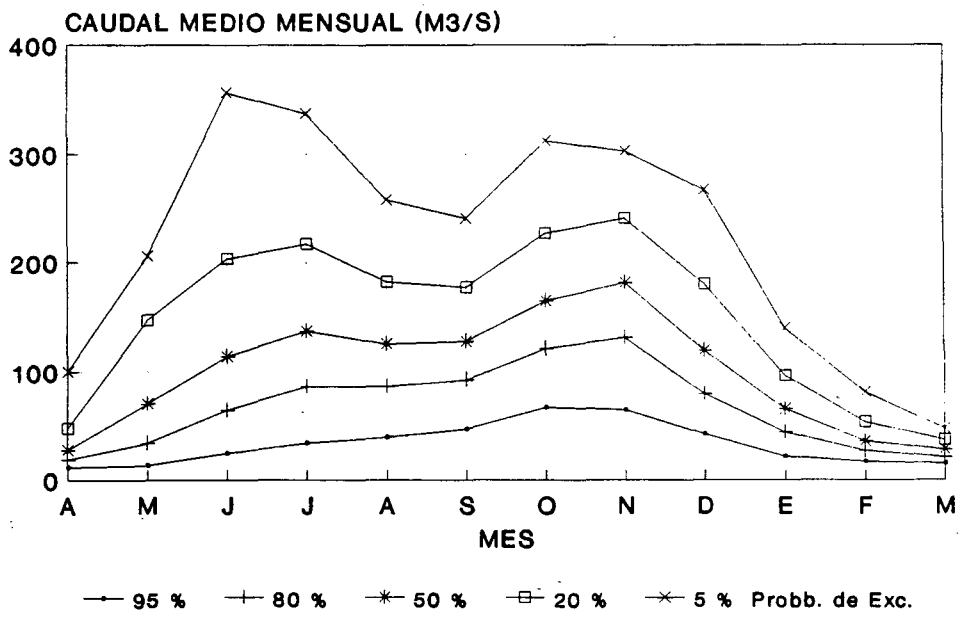


FIGURA III.F.2-21
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
CATO EN PUENTE CATO

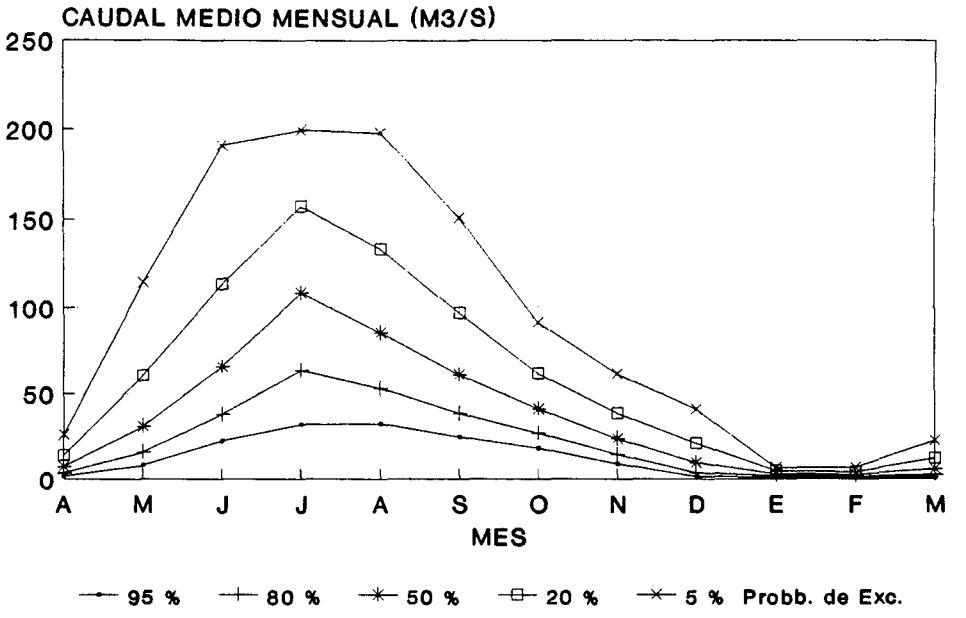


FIGURA III.F.2-22
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHANGARAL CAMINO A PORTEZUELO

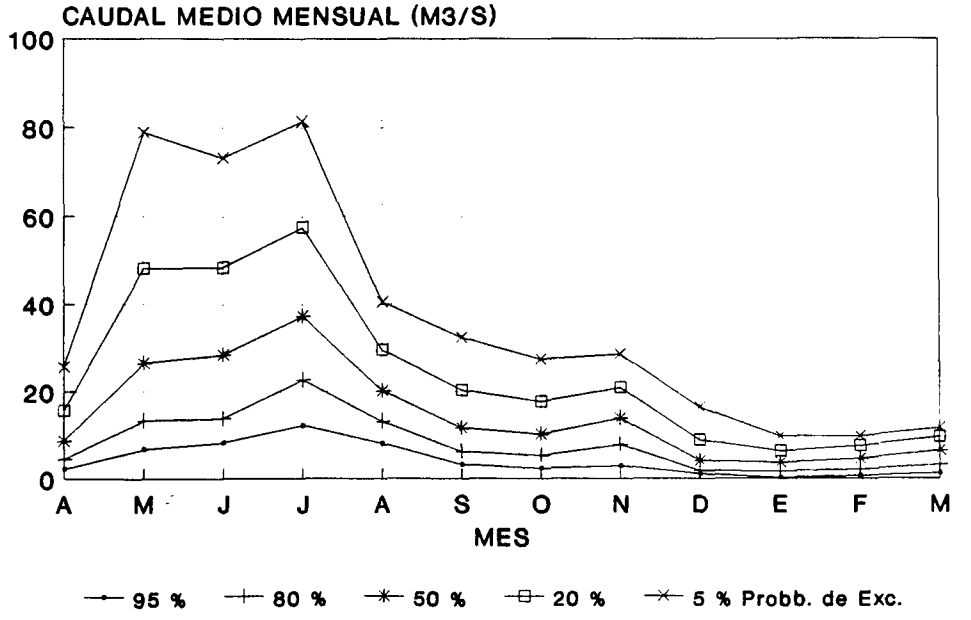


FIGURA III.F.2-23
CURVAS DOBLE ACUMULADAS
CHILLAN EN ESPERANZA

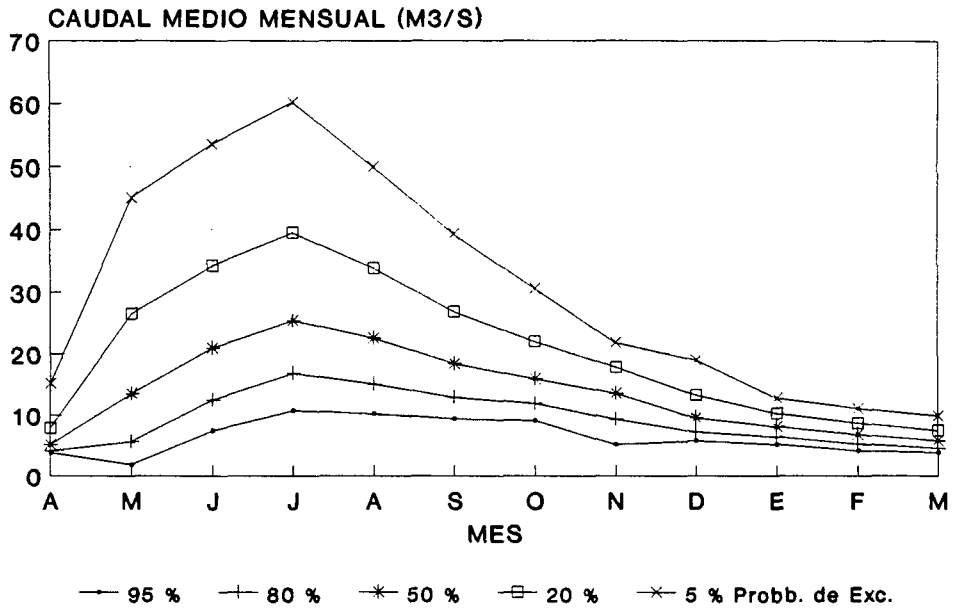


FIGURA III.F.2-24
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
CHILLAN EN LONGITUDINAL

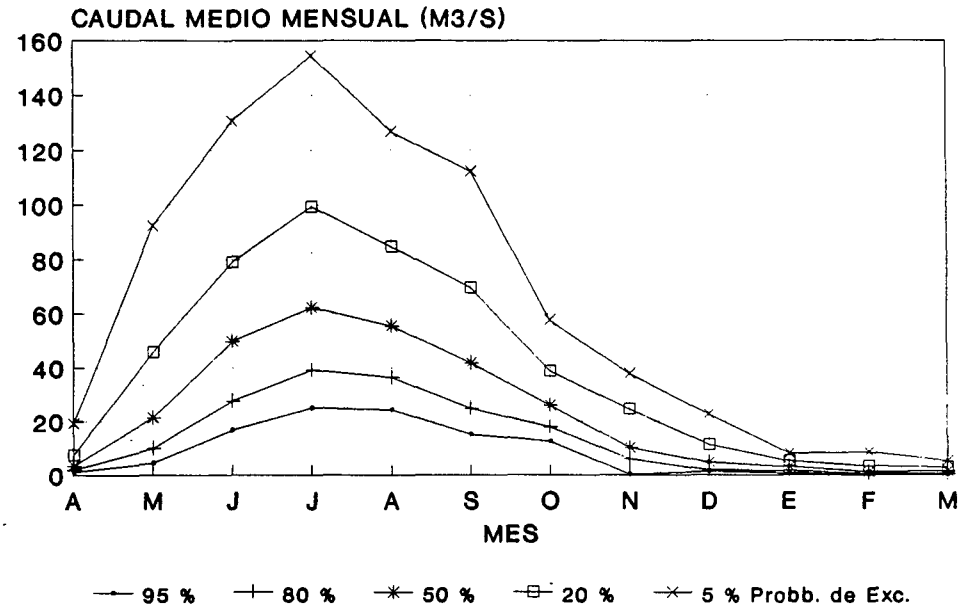


FIGURA III.F.2-25
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
CHILLAN CAMINO A CONFLUENCIA

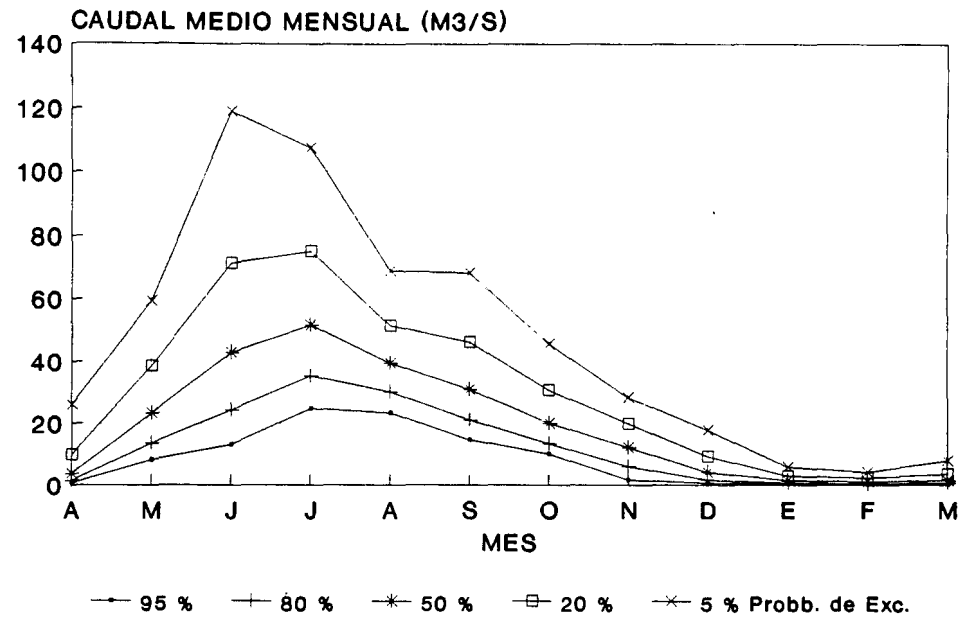


FIGURA III.F.2-26
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ESTERO QUILMO CAMINO A YUNGAY

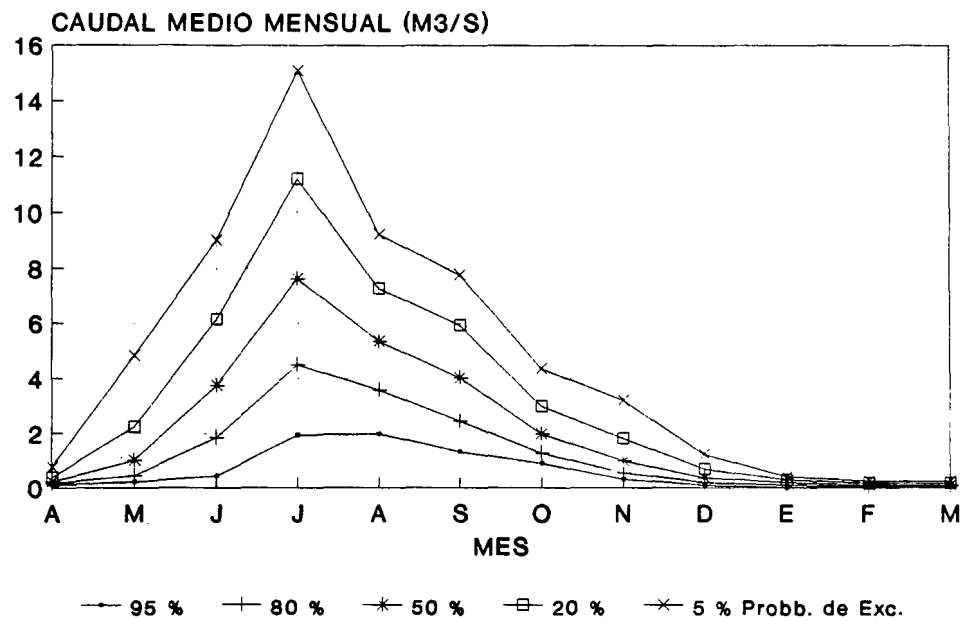


FIGURA III.F.2-27
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
RENEGADO EN INVERNADA

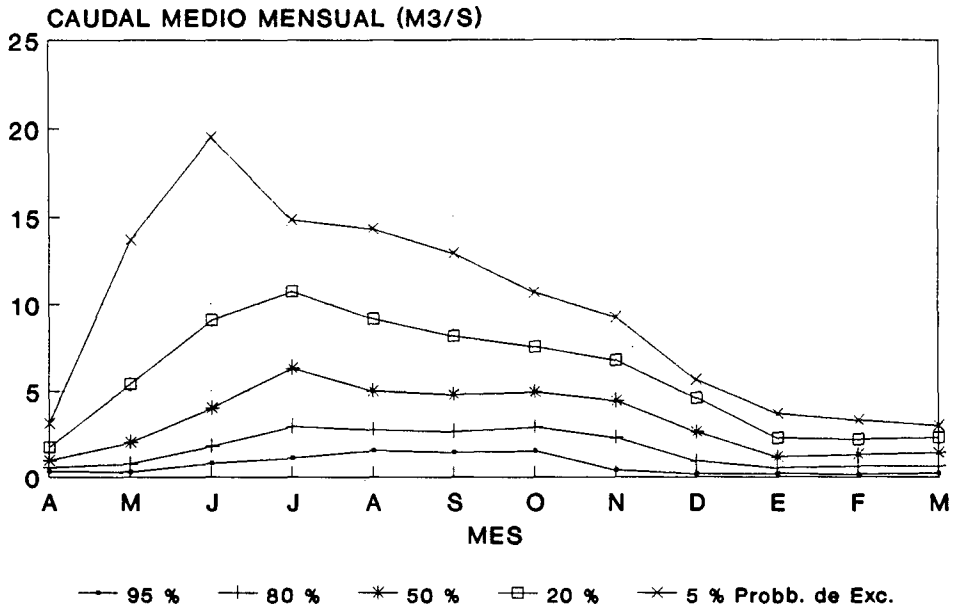


FIGURA III.F.2-28
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
DIGUILLIN EN SAN LORENZO

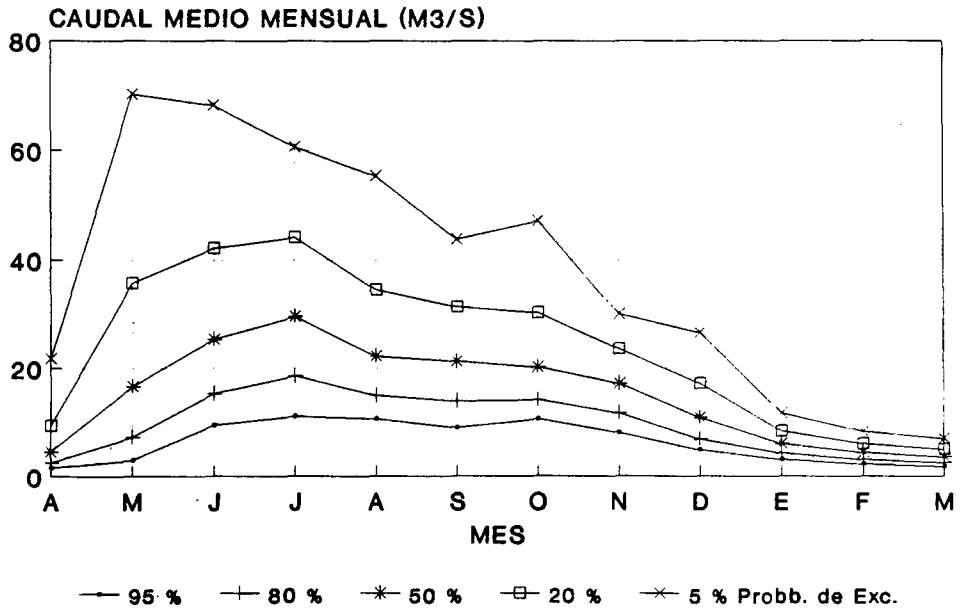


FIGURA III.F.2-29
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
DIGUILLIN EN LONGITUDINAL

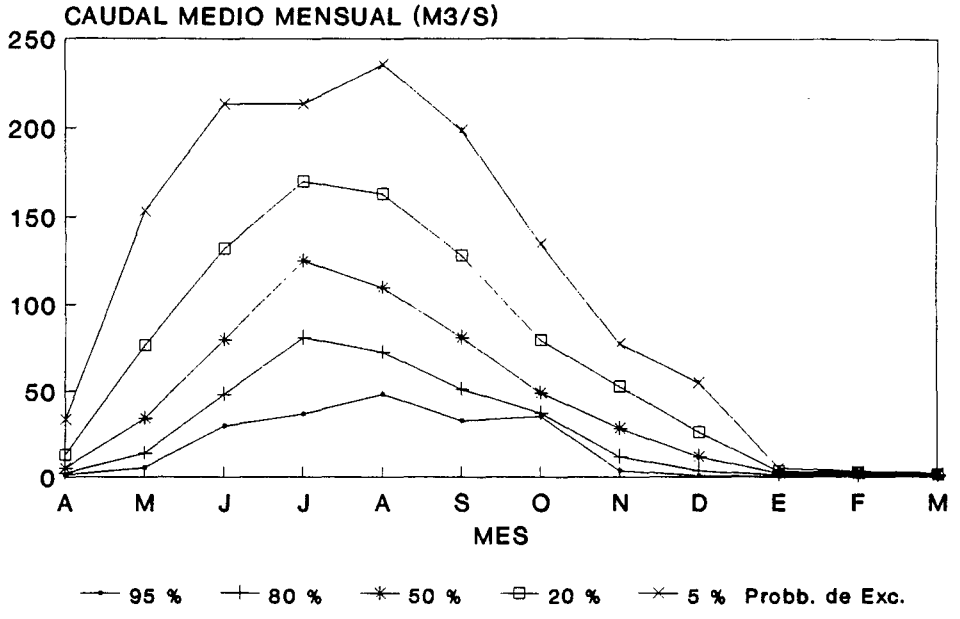


FIGURA III.F.2-30
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ITATA EN CHOLGUAN

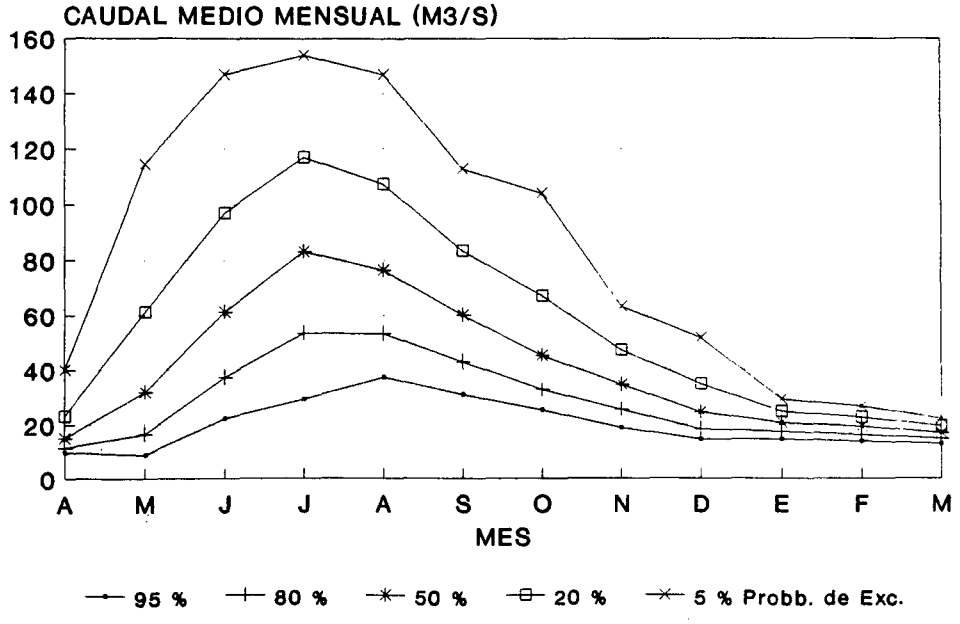


FIGURA III.F.2-31
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ITATA EN GENERAL CRUZ

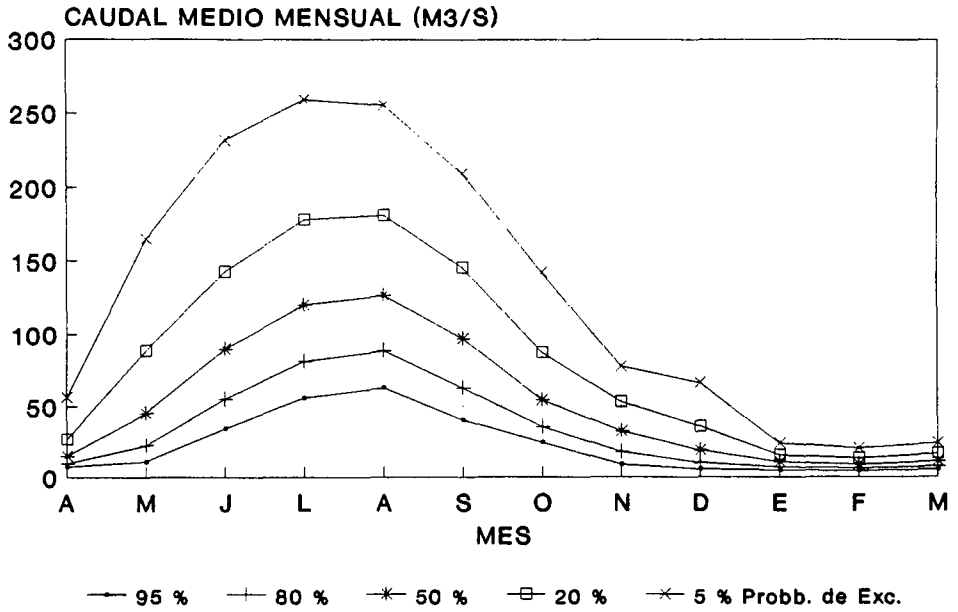


FIGURA III.F.2-32
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ITATA EN CERRO NEGRO

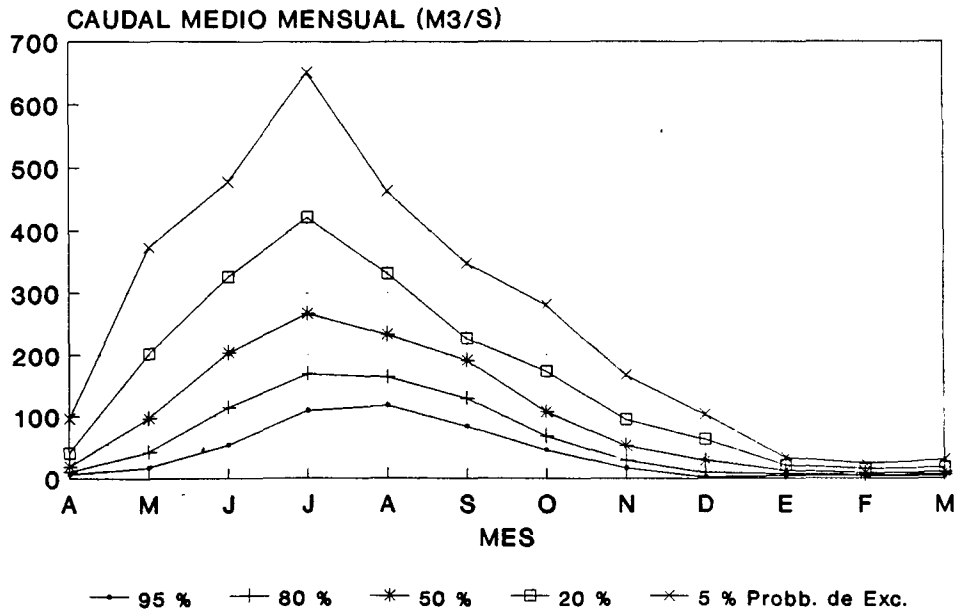


FIGURA III.F.2-33
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
ITATA EN BALSA NUEVA ALDEA

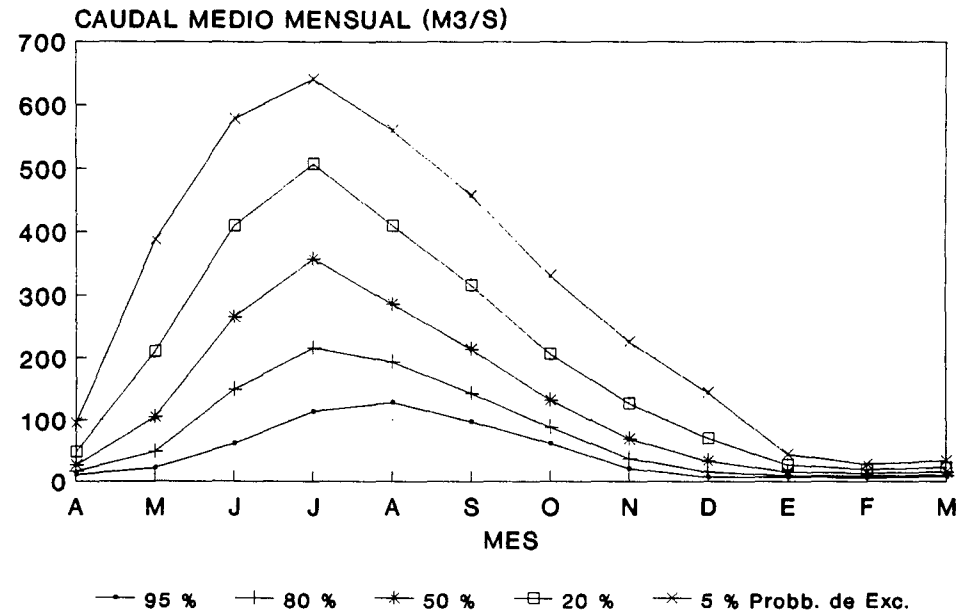


FIGURA III.F.2-34
CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA

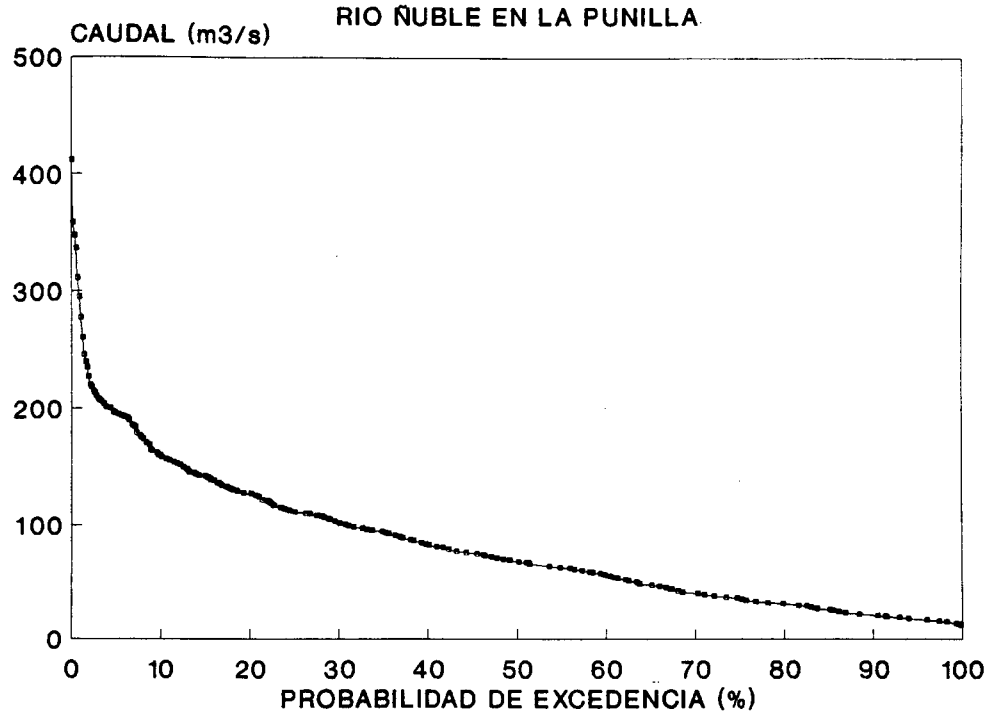


FIGURA III.F.2-35
CURVA DE DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
RIO CHILLAN EN ESPERANZA

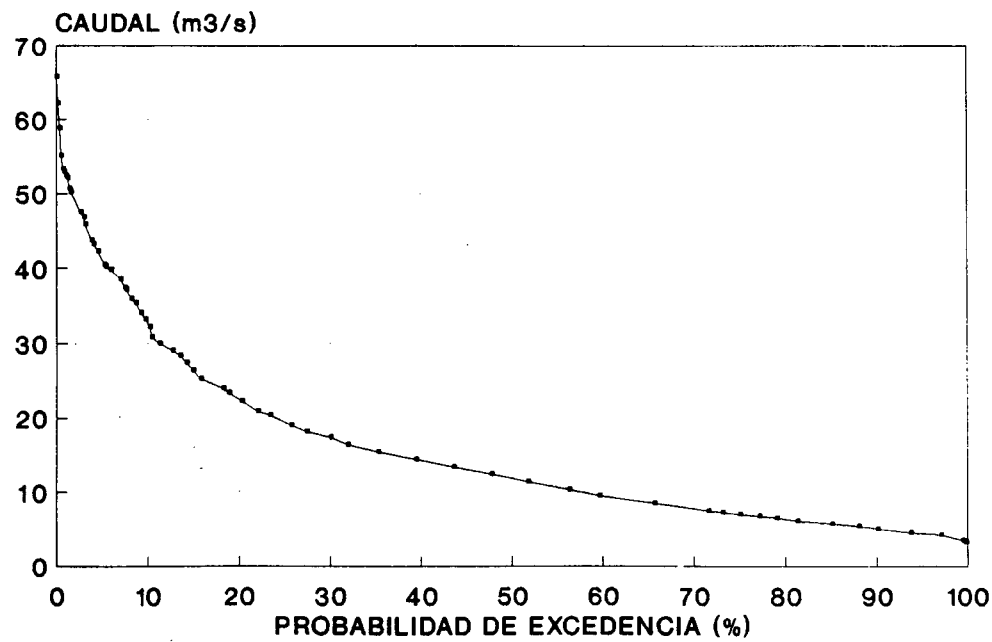


FIGURA III.F.2-36
CURVA DURACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES
RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO

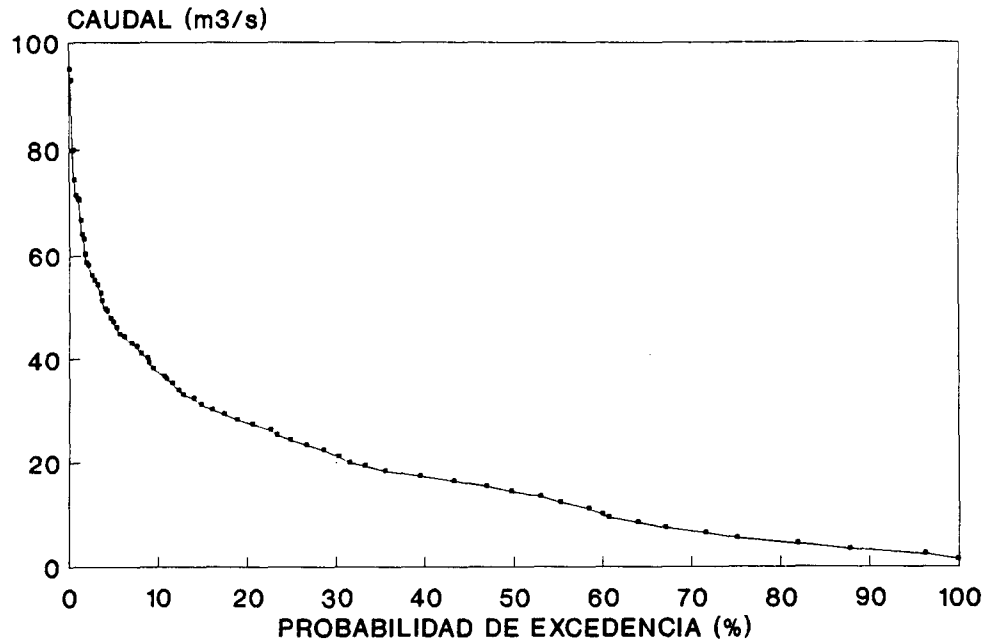


FIGURA III.F.2-37
CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS
RIO ÑUBLE EN LA PUNILLA

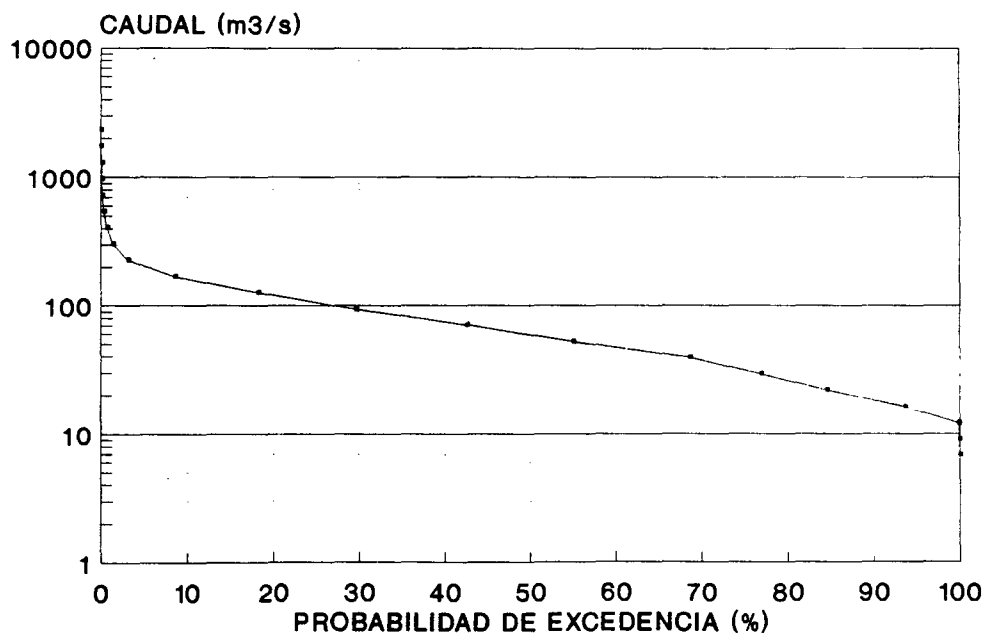


FIGURA III.F.2-38
CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS
RIO CHILLAN EN ESPERANZA

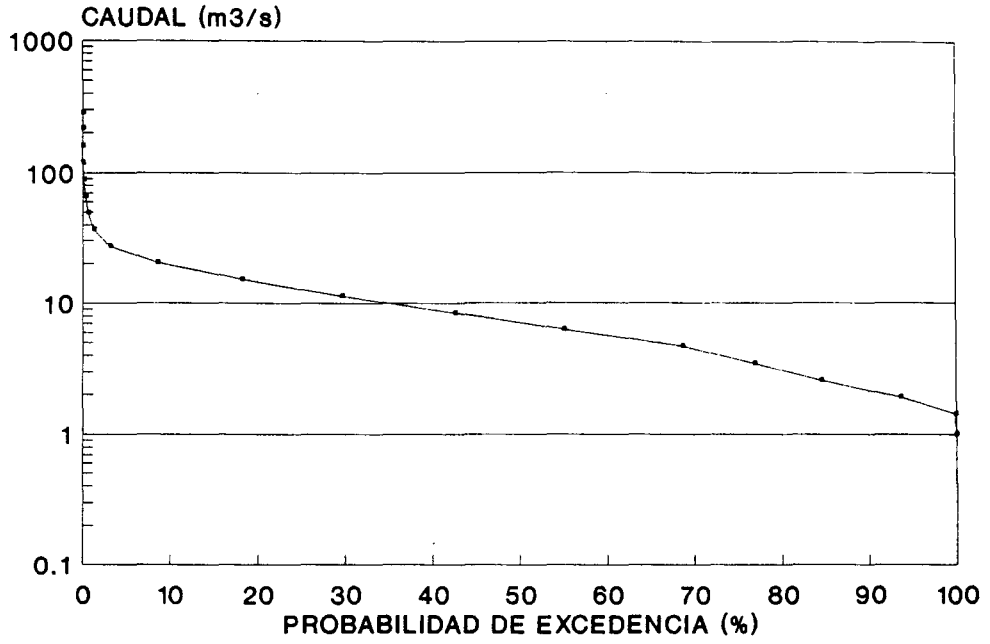
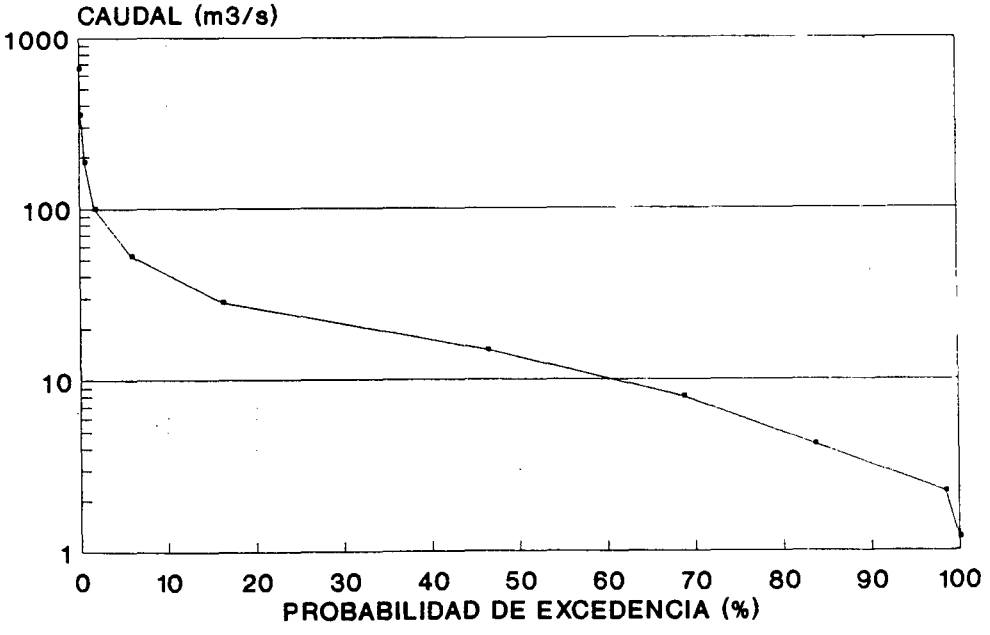


FIGURA III.F.2-39
CURVA DE GASTOS CLASIFICADOS
RIO DIGUILLIN EN SAN LORENZO



2 SINTESIS DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS

2.1 Introducción

Existen en la zona en estudio una serie de cuencas o subcuencas con información fluviométrica muy incompleta o simplemente sin control fluviométrico.

Considerando la necesidad de disponer de información respecto a los recursos hidráulicos aportados por cada una de estas cuencas para la posterior modelación del balance de aguas global del sistema se procedió a generar en forma sintética la información faltante mediante la técnica de simulación hidrológica.

Para estos propósitos se procedió a sectorizar la cuenca del río Itata e interfluvios costeros en subcuencas compatibles por una parte con los puntos de cierre correspondientes a las secciones con información fluviométrica medida, y por otra parte con los nodos correspondientes a la sectorización del modelo de simulación del balance hídrico del sistema.

2.2 Sectorización de la Cuenca

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se procedió a definir una serie de áreas o sectores correspondientes tanto a esteros o ríos afluentes al sistema configurado por los ríos Ñuble, Chillán, Diguillín e Itata, como a cuencas del interfluvio costero Itata - Bío-Bío, a cuencas laterales o intercuencas y a sectores de regadío del valle central. La sectorización efectuada se presenta en el Plano Nº23 donde se define un total de 79 subáreas que se identifican por su nombre, en el caso de subcuencas correspondientes a cauces definidos y por la sigla CL en el caso de cuencas laterales de régimen natural y QVC en el caso de sectores correspondientes a zonas de riego del Valle Central.

Los sectores definidos son los siguientes:

A1	Estero Quilpolemu
A2	Río Lonquén
A3	Río Chudal
A4	Estero Piedras Blancas
A5	Estero Changaral Camino a Portezuelo
B1	Costera Itata - Bío Bío 1
B2	Costera Itata - Bío Bío 2
B3	Costera Itata - Bío Bío 3
B4	Río Coelemu
B5	Cuenca Bahía Coliumo
B6	Río Rafael
B7	Estero Bellavista
B8	Interfluvio Andalién - Bellavista
B9	Bahía Talcahuano
B10	Estero Ranquil
B11	Estero Coyanco
B12	Río Andalién
CL1 al CL14	14 Cuencas laterales
D1	Río Boyen
D2	Estero Quilmo camino a Yungay
D3	Río Larqui bajo Meco
D4	Río Cato en Cabecera
D5	Río Niblinto antes Canal Coihueco
D6	Río Relbunco
D7	Río Coihueco bajo Coihue
D8	Río Chillán en Esperanza

D9	Río Sauces en junta Ñuble
D10	Río Ñuble antes junta Sauces
D11	Río Ñiquén (Maule) en cabecera
E1	Río Relbun
E2	Estero Valle Hermoso
E3	Río Temuco
E4	Río Corontas
E5	Estero Palpal
E6	Río Dañicalqui
E7	Río Trilaleo
E8	Río Itata en Cholguán
E9	Río San Vicente
E10	Río Diguillín en San Lorenzo
E11	Río Renegado en Invernada
QVC1 al QVC 26	26 sectores del Valle Central.

Del total de áreas definidas, 9 de ellas, correspondientes a recursos de cuencas en cabecera, quedan cubiertas por estadísticas fluviométricas extendida al período completo de análisis, por lo que fue necesario generar estadísticas en 70 sectores los que posteriormente se irán agrupando para los propósitos del modelo del balance hídrico del sistema.

Las 9 estaciones, con registros medidos se utilizan para la calibración o verificación de las estadísticas sintéticas utilizadas.

2.3 Modelo Utilizado

Para la generación de estadística sintética se utilizó una versión algo actualizada de un modelo desarrollado anteriormente por el mismo equipo de trabajo en el "Estudio Integral del Regadío de los Valles de Putaendo, Petorca, La Ligua y Aconcagua" desarrollado por CICA, para la Comisión Nacional de Riego.

El modelo, cuyo diagrama de flujo se presenta en la Figura III.F.2-40 requiere como información de entrada, estadísticas de precipitaciones mensuales, de evaporación potencial mensual, número de días de precipitación mensual y área o tamaño de la cuenca además de 11 parámetros que requieren calibración.

El modelo resuelve para intervalos de tiempo de 1 mes, la ecuación diferencial que representa el balance de humedad en una superficie unitaria de suelo, expresando todas las variables endógenas en función de la humedad del suelo, e integrando la ecuación mediante el método de Runge y Kutta de 4º orden.

2.4 Calibración del Modelo

La calibración de los parámetros del modelo de CICA para cuencas de tipo pluvial pertenecientes a la hoya del río Itata, exigió que las cuencas a utilizar cumpliesen con ciertos requisitos para la correcta operación del modelo, así se tiene que:

1. Las cuencas debían ser de régimen principalmente pluvial.

2. La estadística fluviométrica para calibrar el modelo debía ser confiable tanto desde el punto de vista operacional como así mismo de la calidad y longitud de sus registros.

3. Las cuencas no debían estar afectadas por riego, recuperaciones o trasvases de agua.

En consideración a lo anterior, las cuencas seleccionadas para efectuar la calibración de los parámetros fueron: Chillán en Esperanza y Diguillín en San Lorenzo, además de Andalién Camino a Penco a fin de analizar el comportamiento del modelo en cuencas costeras.

CUADRO IIIF.2-23 ESTACIONES UTILIZADAS EN LA CALIBRACION DEL MODELO

Cuenca	Estación Pluviométrica	Estación Evaporimétrica
Andalién Camino a Penco	Cerro Caracol	Bellavista
Chillán en Esperanza	San Fabián	Diguillín
Diguillín en San Lorenzo	Atacalco Fundo	Diguillín

Para la calibración del modelo, se utilizó en el caso de Andalién Camino a Penco un período de 5 años (1961-1965), verificándose ésta para otros 5 años (1971-1975), para Chillán en Esperanza la calibración se realizó utilizando un período de 5 años (1976-1980) y por último Diguillín en San Lorenzo se calibró en un lapso de 7 años (1967-1973), mientras que la verificación se llevó a efecto con 8 años (1974-1981).

Los resultados de las calibraciones se indican en las Figuras III.F.2-41 a III.F.2-46, las cuales corresponden a los juegos de parámetros óptimos que se presentan en el Cuadro III.F.2-24.

CUADRO III.F.2-24 PARAMETROS OPTIMOS DE CALIBRACION

Nº	Parámetro	Calibración Chillán en Esperanza a	Calibración Andalién C. Penco	Calibración Diguillín en San Lorenzo
1	A	1.40	0.95	1.22
2	B	0.60	0.60	0.70
3	FC	5.00	2.12	2.00
4	ALFA	97.78	180.00	120.00
5	SCC	0.60	0.61	0.73
6	SMIN	0.30	0.30	0.62
7	SCRIT	0.26	0.26	0.21
8	HMAX	390.90	280.00	296.00
9	CK	4.00	1.00	3.00
10	RET	0.50	0.50	0.63
11	PMIN	0.08	0.18	0.06

En el proceso de calibración se utilizó una subrutina que permite sistematizar la búsqueda automática de un conjunto de parámetros óptimos, utilizando una función objetivo basada en las diferencias relativas entre caudales medidos y sintetizados.

Las figuras, que representan tanto los hidrogramas mensuales como las curvas de duración general de caudales, muestra un comportamiento satisfactorio del modelo, tanto en las etapas de calibración como verificación.(Figuras III.F.2-47 a III.F.2-49)

Figura III.F.2-40

DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO DE GENERACION DE CAUDALES EN CUENCAS PLUVIALES

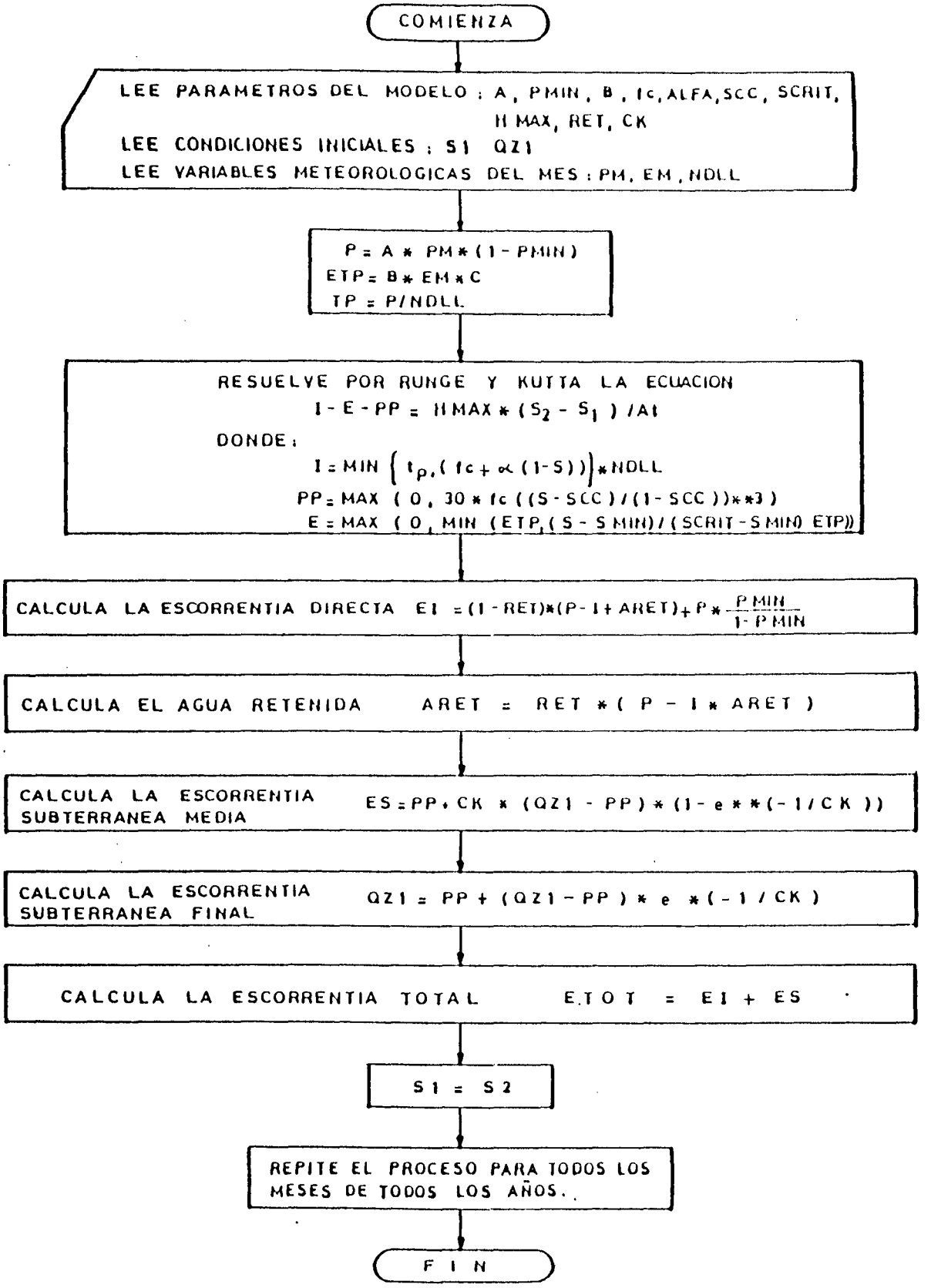


FIGURA III.F.2-41 : RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO ANDALIEN CAMINO A PENCO

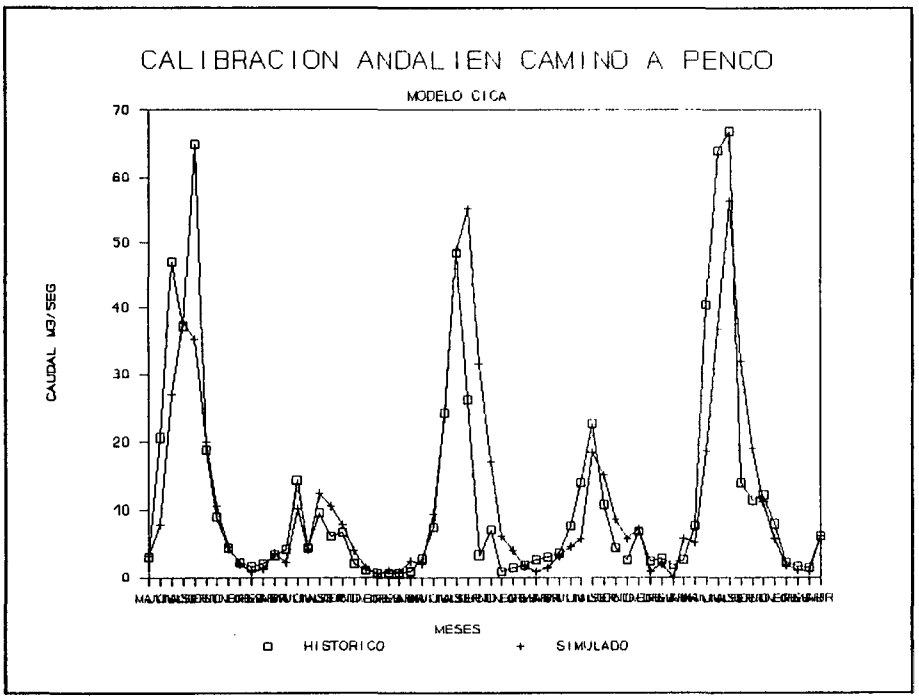


FIGURA III.F.2-42 : RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO CHILLAN EN ESPERANZA

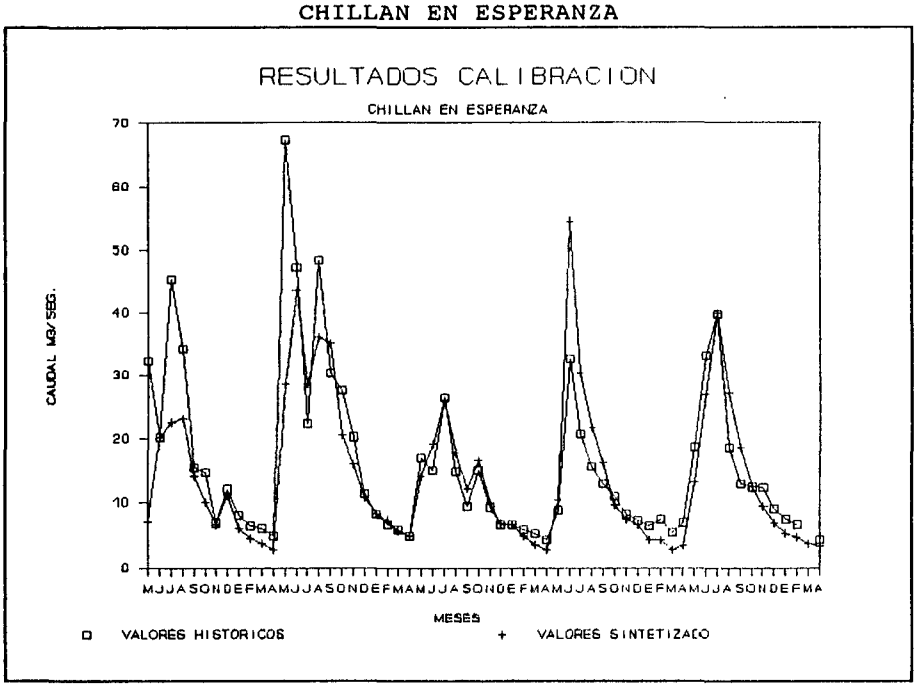


FIGURA III.F.2-43 : RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO DIGUILLIN EN SAN LORENZO

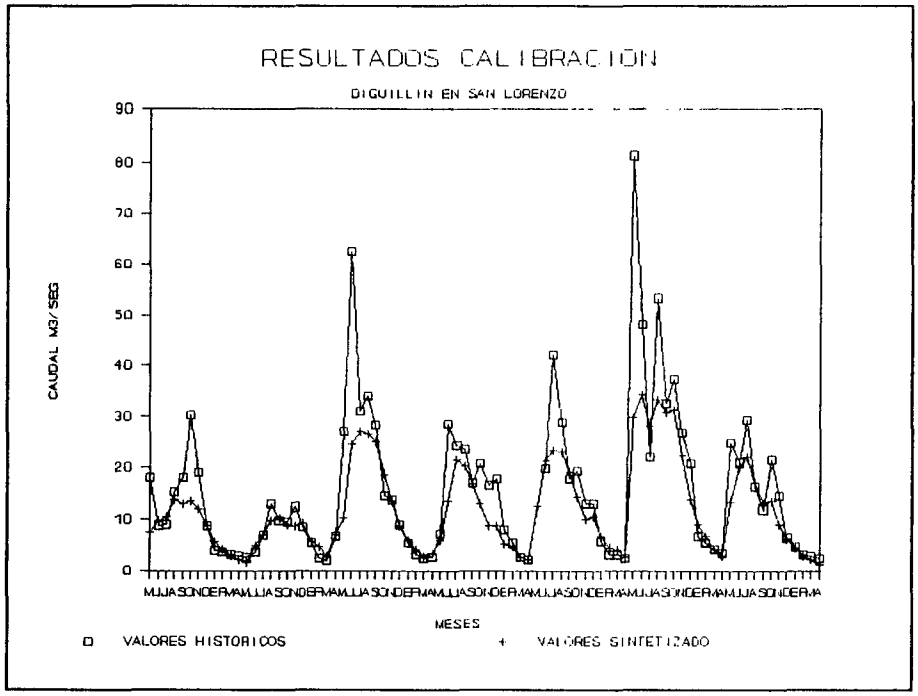


FIGURA III.F.2-44 : RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO. CURVA DE DURACION DE CAUDALES ANDALIEN CAMINO A PENCO

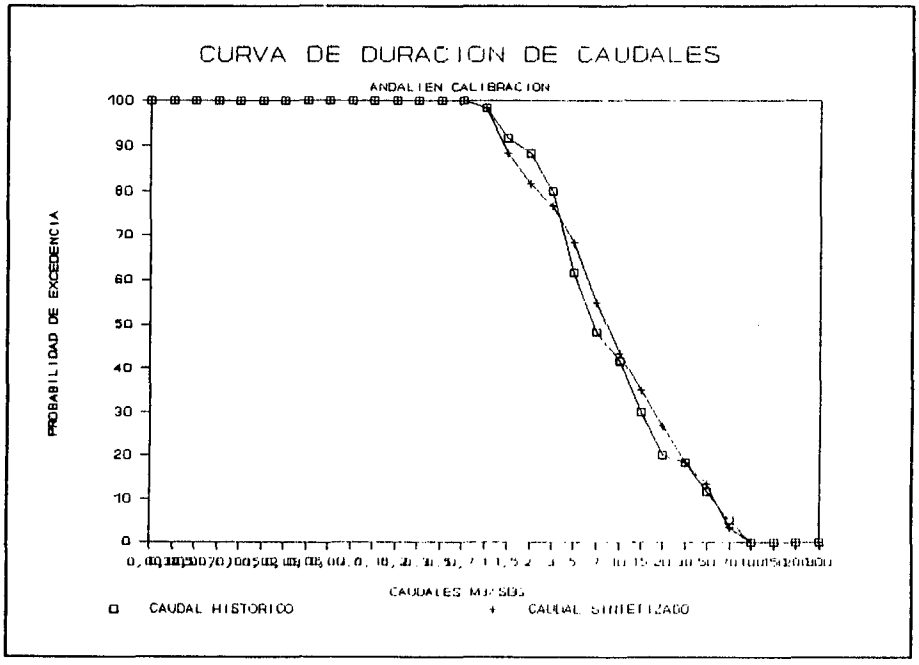


FIGURA III.F.2-45 : RESULTADOS DE LA CALIBRACION DEL MODELO
CURVA DE DURACION DE CAUDALES
CHILLAN EN ESPERANZA

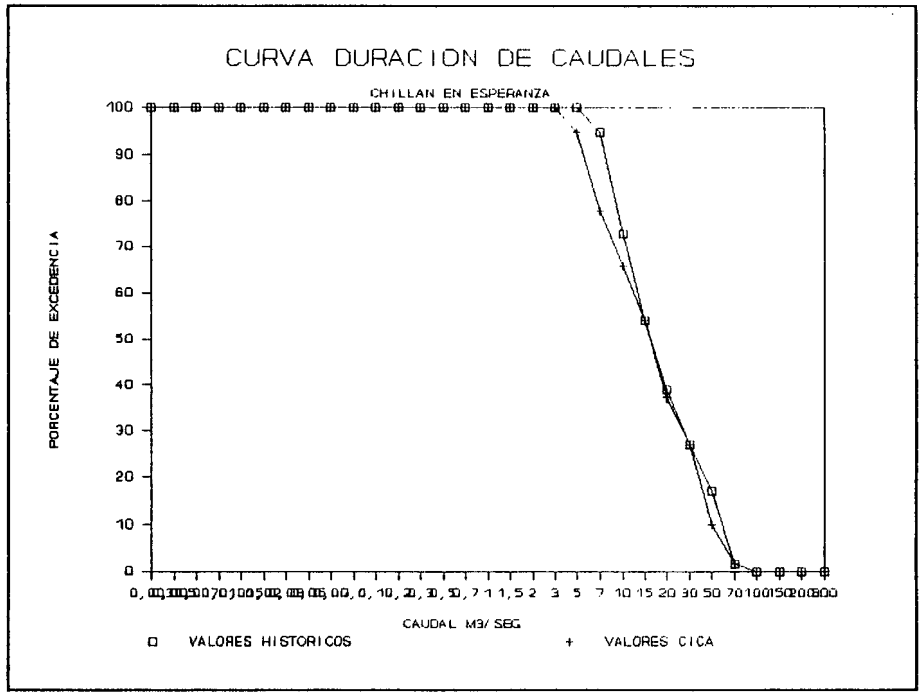


FIGURA III.F.2-46 : RESULTADOS CALIBRACION DEL MODELO
CURVA DE DURACION DE CAUDALES
DIGUILLIN EN SAN LORENZO

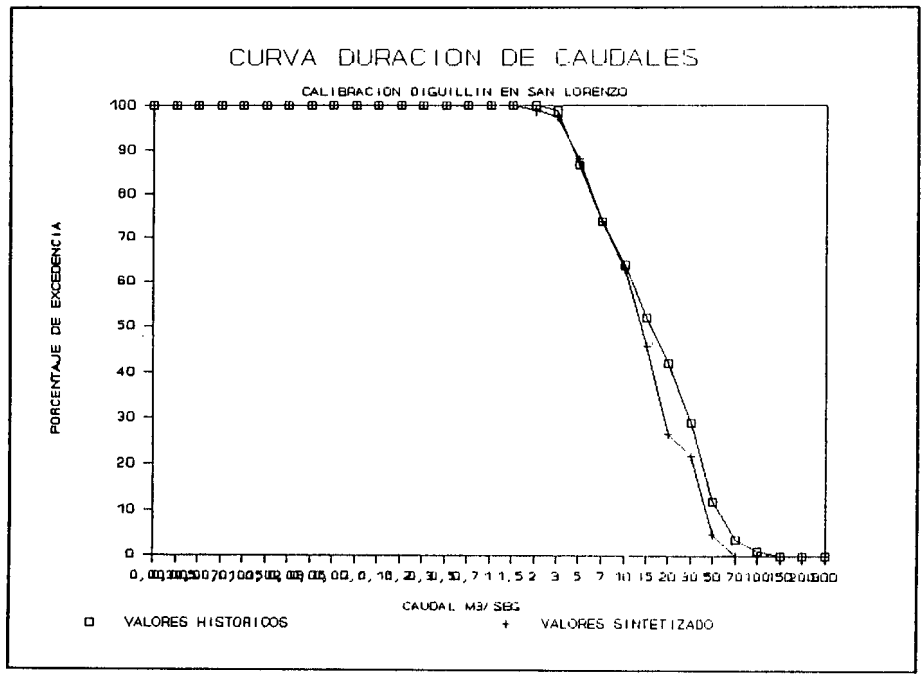


FIGURA III.F.2-47 : RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO
CURVA DE DURACION DE CAUDALES
ANDALIEN CAMINO A PENCO

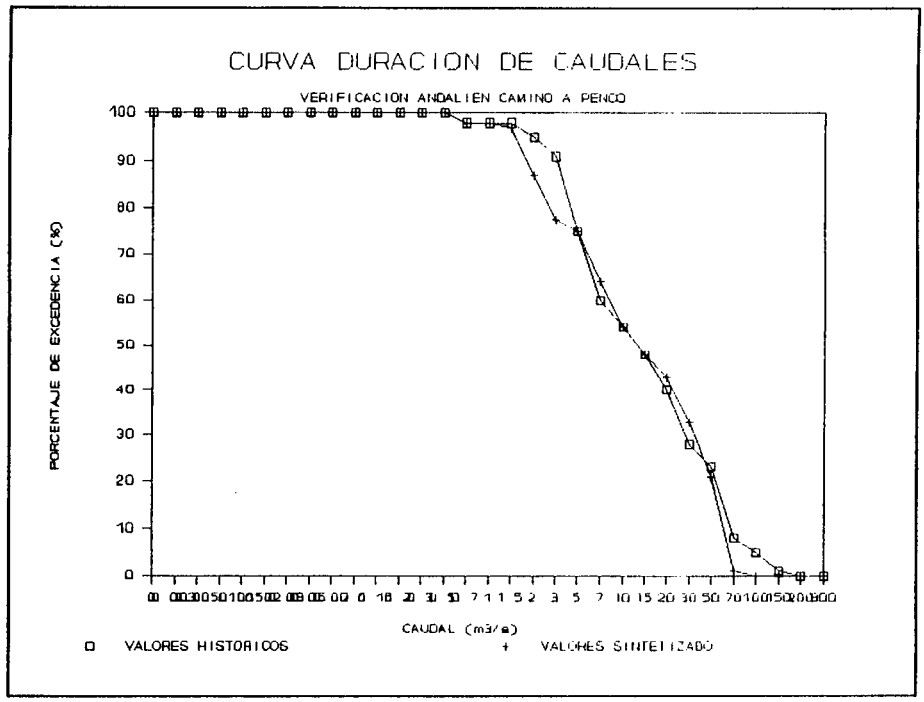


FIGURA III.F.2-48 : RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO
CURVA DE DURACION DE CAUDALES
CHILLAN EN ESPERANZA

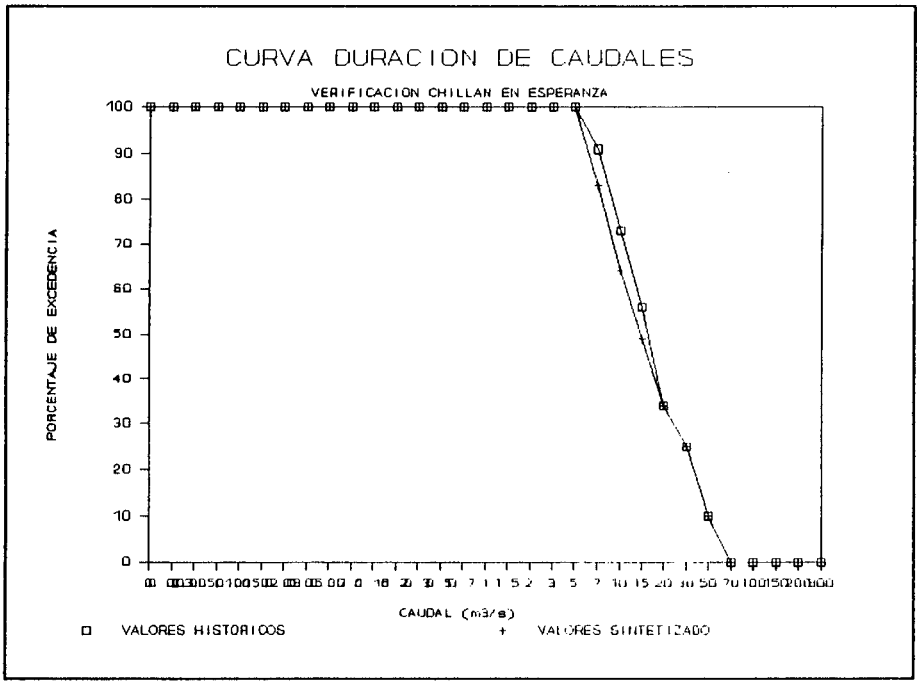
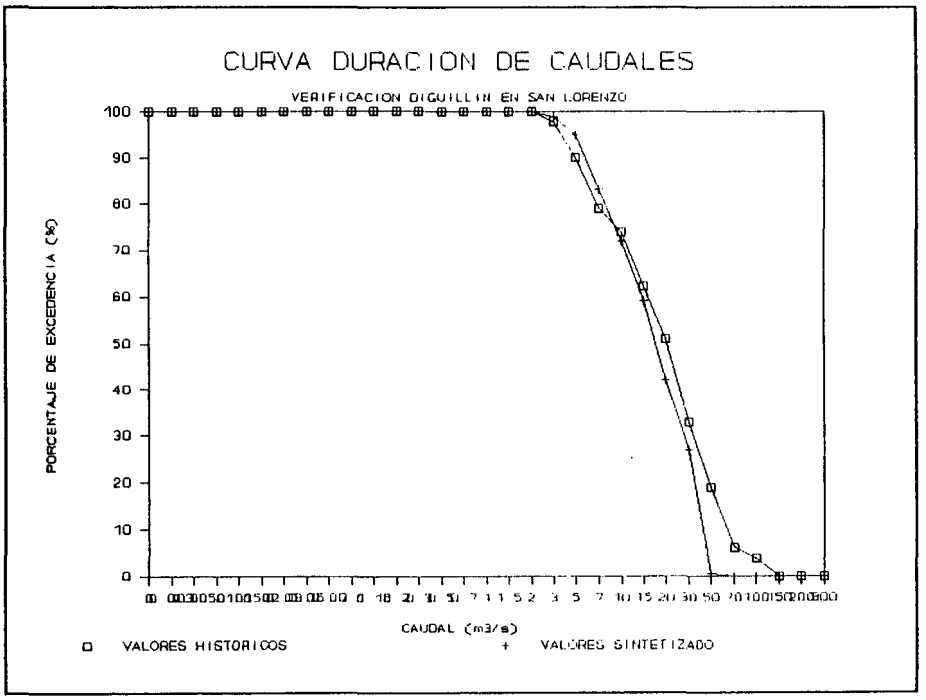


FIGURA III.F.2-49 : RESULTADOS VERIFICACION DEL MODELO
CURVA DE DURACION DE CAUDALES
DIGUILLIN EN SAN LORENZO



2.5 Datos de Entrada

2.5.1 Estadística Pluviométrica

Para cada área a simular se escogió la información de precipitación y número de días de lluvia de la estación pluviométrica confiable más cercana al sector. La precipitación media sobre la cuenca se determinó a partir del plano de isoyetas de precipitaciones medias anuales.

2.5.2 Area del sector

El área de cada sector se obtuvo por planimetría del mismo a escala 1:250.000.

2.5.3 Evaporación potencial

Para la evaluación de la evaporación potencial se recopiló información de evaporímetro de bandeja, disponible en las siguientes estaciones meteorológicas: La Punilla, Diguillín, Coihueco, Chillán, Bellavista y Los Angeles.

Los períodos de medición de las distintas estaciones no eran comunes, por lo cual se corrigieron a un módulo común correspondiente al período 1965-1982, con los valores de evaporación media mensual que se indican en el Cuadro III.F.2-25.

Por interpolación de estos valores se estimó la evaporación de bandeja de cada sector a sintetizar, asignándola a cada una la distribución mensual correspondiente a la estación de medición más cercana. La evaporación potencial se estimó adoptando un coeficiente de embalse de 0.7, consistente con los resultados de los parámetros de la calibración.

CUADRO III.F.2-25 ESTADISTICA EVAPORIMETRICA

	Bellavista	Chillán	Los Angeles	Diguillín	La Punilla	Coihueco
ENE	113.4	224.8	229.5	199.8	118.0	237.2
FEB	97.9	182.2	177.5	163.3	108.7	171.7
MAR	74.8	135.9	146.9	125.0	91.1	141.2
ABR	47.3	83.8	80.7	67.6	60.2	72.3
MAY	26.1	14.8	20.2	21.8	6.9	15.7
JUN	26.1	14.8	20.2	21.8	6.9	15.7
JUL	28.1	20.0	20.9	22.3	7.1	17.6
AGO	18.8	38.3	31.6	35.4	10.4	32.9
SEP	40.8	68.6	68.7	65.8	31.5	61.2
OCT	59.1	108.0	95.4	98.0	45.0	97.0
NOV	85.7	159.9	139.8	127.6	71.9	140.8
DIC	94.8	203.7	157.0	166.4	103.3	206.5
TOTAL	736.0	1272.7	1219.3	1127.2	669.1	1217.5

2.5.4 Parámetros del Modelo

A partir de los valores de los parámetros obtenidos para las cuencas utilizadas en la calibración, se le asignó a cada cuenca a generar un conjunto de parámetros, considerando la cercanía a las cuencas de calibración, tamaño de la cuenca e información disponible respecto a características geomorfológicas y de suelos, del "Estudio Agroclimático y de Riego de la Hoya del Río Itata", U. de Concepción, 1988.

Los valores de los parámetros A y B del modelo, que representan la precipitación y evaporación potencial de la cuenca, se adoptaron consistentemente con las estadísticas de evaporación y precipitación utilizadas.

Los parámetros adoptados por cada cuenca se incluyen en el archivo de resultados.

2.6 Resultados Obtenidos

En el Cuadro III.F.2-26 se presenta a modo de ejemplo, el listado de resultados de caudales medios mensuales generados para la cuenca A1, Estero Quilpolemu, incluyendo los parámetros utilizados y un resumen de precipitación media, evaporación media y escorrentía media expresados en mm/año que se utilizarán para efectuar el análisis de rendimiento de cuencas.

Las estadísticas generadas para todos los sectores en análisis se presentan anexas en archivos magnéticos denominados S(XXX).RES, donde XXX es el código adoptado para cada sector.

CUADRO III.F.2-26 GENERACION DE CAUDALES

CUENCA A1 E. QUILPOLEMU
ESTACION PLUVIOMETRICA PATRON: COELEMU CODIGO : 817
AREA : 127.9 KM2

PARAMETROS DE SIMULACION :
1.08 0.81 2.10 180.00 0.60 0.30 0.35 280.00 1.00 0.50 0.18

CAUDALES SINTETIZADOS (M3/SEG)													
ANO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
1941	0.015	0.148	0.422	0.569	1.131	1.522	11.544	16.827	13.044	6.602	3.557	2.054	4.890
1942	0.681	0.377	0.246	0.360	0.781	0.378	1.755	4.995	3.612	2.050	1.065	0.368	1.420
1943	0.159	0.087	0.476	0.290	2.321	1.879	3.225	4.431	4.746	2.384	1.246	0.492	1.850
1944	0.277	0.175	0.039	0.078	1.423	2.298	2.180	7.074	4.175	3.328	1.501	0.633	1.970
1945	0.265	0.644	0.253	0.378	2.405	1.764	4.339	4.345	3.018	1.678	1.230	0.313	1.750
1946	0.303	0.128	0.051	0.446	1.176	1.159	2.897	1.985	2.514	1.457	1.080	0.497	1.160
1947	0.128	0.051	0.208	0.267	0.673	2.520	3.795	3.052	2.929	2.091	1.175	0.457	1.470
1948	0.211	0.087	0.060	0.919	1.449	1.537	5.163	4.673	5.531	2.771	1.332	0.753	2.080
1949	0.235	0.355	0.370	0.249	2.601	6.503	4.010	2.625	1.419	0.587	0.684	0.193	1.680
1950	0.048	0.024	0.139	1.142	3.834	5.933	3.623	6.843	6.158	3.315	2.177	0.667	2.880
1951	0.695	0.168	0.089	0.030	1.714	6.690	7.633	5.433	3.549	1.841	1.336	0.425	2.520
1952	0.151	0.101	0.483	0.043	1.485	1.299	2.287	1.940	1.633	1.129	0.485	0.152	0.950
1953	0.466	0.025	0.325	0.608	2.087	1.743	4.849	7.880	11.222	5.518	2.546	1.210	3.270
1954	0.512	0.401	0.115	0.658	1.400	4.254	7.400	5.638	3.867	1.978	0.941	0.484	2.350
1955	0.193	0.391	0.032	0.312	0.720	1.974	1.120	3.457	2.075	1.083	0.461	0.540	1.050
1956	0.516	0.064	0.916	0.775	1.128	1.026	3.270	2.456	2.136	1.421	0.594	0.226	1.240
1957	0.156	0.038	0.017	0.247	1.826	0.763	4.606	9.139	7.249	4.307	1.987	1.105	2.680
1958	0.360	0.183	0.136	0.265	2.272	4.515	4.953	5.244	5.391	2.696	1.804	0.578	2.410
1959	0.579	0.139	0.297	1.802	1.142	3.975	7.918	5.450	3.756	2.449	1.068	0.451	2.470
1960	0.545	0.089	0.740	0.279	0.288	3.338	6.463	4.361	2.896	2.037	0.889	0.365	1.900
1961	0.425	0.072	0.792	0.066	0.447	1.493	4.049	5.533	6.516	3.220	1.805	0.751	2.140
1962	0.327	0.161	0.066	0.349	0.293	1.710	0.475	1.525	1.785	1.377	0.651	0.225	0.760
1963	0.084	0.076	0.147	0.393	0.837	1.708	5.703	9.688	8.040	4.883	3.416	1.406	3.090
1964	0.683	0.289	0.138	0.168	0.775	0.927	0.965	3.173	1.985	1.146	0.968	1.052	1.040
1965	0.081	0.491	0.131	1.230	1.255	3.838	9.334	14.400	7.930	4.220	2.884	1.115	3.990
1966	0.448	0.226	0.095	0.629	0.309	4.477	6.856	4.758	2.076	1.020	0.651	1.372	1.950
1967	0.510	0.042	0.018	0.153	1.239	0.333	0.159	0.409	0.601	0.025	0.016	0.117	0.310
1968	0.067	0.176	0.251	0.287	0.078	1.496	0.636	0.676	0.894	0.774	0.582	0.633	0.550
1969	0.036	0.087	0.061	0.803	1.342	5.349	4.845	6.000	4.555	2.746	1.298	0.492	2.340
1970	0.298	0.105	0.108	0.150	0.789	1.261	4.262	3.780	2.781	1.565	0.799	0.507	1.400
1971	0.155	0.169	0.068	0.313	1.817	3.910	4.756	6.312	4.060	2.282	1.000	0.691	2.170
1972	0.179	0.088	0.426	0.113	2.697	6.527	7.707	7.883	7.079	5.751	3.046	1.405	3.650
1973	0.564	0.293	0.184	0.289	1.248	1.506	2.942	2.410	1.717	1.986	0.700	0.509	1.220
1974	0.133	0.056	0.203	0.008	1.266	9.899	6.547	4.389	3.019	1.669	1.112	0.453	2.440
1975	0.133	0.226	0.060	0.502	2.004	4.558	3.228	3.381	2.518	2.088	1.424	0.418	1.740
1976	0.166	0.072	0.026	0.011	0.023	0.721	0.651	0.671	1.142	4.029	2.457	1.423	0.970
1977	0.640	0.213	0.232	0.364	2.209	4.805	12.238	9.512	5.627	2.638	1.242	0.540	3.430
1978	0.247	0.487	0.055	0.027	1.470	1.118	8.538	5.658	4.933	2.618	2.327	0.645	2.390
1979	0.408	0.162	0.050	0.406	0.529	0.129	1.991	3.312	3.417	1.791	1.599	0.768	1.240
1980	0.149	0.698	0.112	2.299	6.118	11.371	9.510	7.236	4.703	2.190	1.180	0.681	3.920
1981	0.682	0.172	0.330	0.874	8.182	3.500	5.320	3.519	2.465	1.433	0.584	0.226	2.330
1982	0.362	0.187	0.026	0.065	2.483	7.837	13.910	9.783	7.968	6.143	3.250	1.402	4.550
1983	0.754	0.366	0.125	0.367	0.937	4.630	5.291	4.572	3.618	2.104	0.958	0.447	2.050
1984	0.203	0.309	0.056	0.339	2.151	3.442	7.505	5.069	5.701	5.310	2.408	1.075	2.860
1985	0.627	0.231	0.216	0.506	2.197	2.659	6.422	3.433	2.475	1.631	0.973	0.279	1.840
1986	0.115	0.125	0.234	1.237	2.549	8.683	5.380	5.336	3.277	1.731	2.140	0.477	2.650
1987	0.243	0.130	0.441	0.354	0.890	0.627	6.647	6.520	5.957	3.643	1.639	0.738	2.370
1988	0.372	0.153	0.221	0.395	0.590	1.966	4.856	6.896	6.556	3.578	1.578	0.748	2.370
PROM	0.320	0.200	0.210	0.470	1.640	3.240	5.080	5.290	4.260	2.590	1.460	0.680	

PRECIPITACION MEDIA : 910.5 mm
EVAPORACION MEDIA : 384.4 mm
ESCORRENTIA MEDIA : 525.7 mm

3 RENDIMIENTOS ESPECIFICOS DE CUENCAS

3.1 Introducción

El propósito de este capítulo es evaluar los recursos hídricos aportados por cada sector de la cuenca del río Itata en términos de caudal por unidad de área.

Expresado en términos de lámina de agua o (mm/año) el rendimiento específico puede obtenerse de la ecuación de balance hidrológico.

$$R = P - E$$

donde :

R = rendimiento específico (mm/año)
P = precipitación (mm/año)
E = evaporación real (mm/año)

Alternativamente, si se dispone de información de caudales de entrada y salida a un tramo de cauce, el rendimiento específico de la cuenca intermedia puede evaluarse, también a través de balance másico como.

$$R = \frac{(Qs - Qe)}{A}$$

donde Qs y Qe son los caudales de entrada y salida al tramo y A superficie de la cuenca intermedia.

En este último caso, la estimación puede quedar distorsionada, si el régimen hidrológico no es natural, por efectos de importaciones o exportaciones de agua no consideradas a través de canales de regadío u otras obras similares.

En el primer caso, la principal dificultad radica en la adecuada medición o estimación de la precipitación y la evaporación real.

En la cuenca del río Itata, existe un número relativamente abundante de estaciones fluviométricas que han sido rellenadas y extendidas en el presente estudio, lo que permite intentar la segunda aproximación para la estimación de rendimientos de cuencas intermedias, aún cuando el efecto de trasvase de aguas en algunos sectores es importante.

Por otra parte, al evaluar mediante el método de simulación hidrológica los caudales en un gran número de subcuencas no controladas del sistema, indirectamente se está evaluando la evaporación real y el rendimiento específico con una metodología potencialmente más poderosa que las fórmulas habitualmente utilizadas para estimar la evaporación real.

Se abordará, en consecuencia, la estimación de rendimientos específicos usando ambas alternativas metodológicas a fin de comparar sus resultados.

3.2 Rendimientos de Cuencas en Base a Información Fluviométrica

De acuerdo a los resultados obtenidos en capítulo anterior respecto a los caudales medios del período 1941 - 1988, se pueden establecer los valores que se indican en el Cuadro III.F.2-27.

CUADRO III.F.2-27 RENDIMIENTOS DE CUENCAS

CODIGO	ESTACION	CAUDAL m3/seg		AREA(1) Km2	RENDIMIENTO (mm/año)	
1	Ñuble en la Punilla	82.38		1493	1741	
2	Ñuble en San Fabián	114.92		1720	2104	
3	Ñuble en Longitudinal	146.00	*	3010	1546	*
4	Niblinto antes camino Coihueco	14.30	*	159	2836	*
5	Cato en Pte. Cato	42.49		895	1498	
6	Changaral C. Portezuelo	16.89		692	770	
7	Chillán en Esperanza	15.53		208	2354	
8	Chillán en Longitudinal	28.26		677	1313	
9	Chillán C. Confluencia	22.16		773	906	
10	Quilmo C. Yungay	2.35		85	872	
11	Renegado Invernada	3.95		123	1013	
12	Diguillín en San Lorenzo	17.61		210	2645	
13	Diguillín en Longitudinal	51.10		1376	1171	
14	Itata en Cholguán	45.01		817	1737	
15	Itata en Trilaleo	43.32	*	1098	1244	
16	Itata en Gral. Cruz	60.37		1689	1127	
17	Itata en Cerro Negro	118.46		3222	1160	
18	Itata en Nueva Aldea	142.82		4565	986	

(1) Area obtenida por planímetro 1:250.000
* Valores estimados a partir de estadísticas más cortas y de menor confiabilidad

Entre algunas de estas estaciones se pueden establecer balances que permiten determinar el rendimiento de las cuencas intermedias.

Adoptando la siguiente nomenclatura de códigos para identificar las cuencas intermedias.

N2N1 = cuenca intermedia entre las secciones N2 y N1
(N1N2) = suma de las cuencas N1 y N2

se obtienen los resultados que se incluyen en el Cuadro III.F.2-28.

CUADRO III.F.2-28 RENDIMIENTOS DE CUENCAS INTERMEDIAS

CODIGO	CAUDAL m3/seg	AREA (1) Km2	RENDIMIENTO (mm/año)
0201	32.50	447	2293
0302	(-11.40)	395	(-910)
0504	28.20	736	1208
08(1007)	10.38	384	852
0908	(-6.10)	96	(-2004)
13(1112)	29.54	1043	893
1514	(-1.69)	281	(-190)
1615	17.05	591	883
17(1613)	7.03	157	1412
1817	24.30	1343	571

De la observación de los resultados anteriores, se desprende que si bien algunos rendimientos aparecen razonables, otros son aparentemente inconsistentes al resultar incluso caudales negativos.

Lo anterior puede deberse a errores en los caudales medidos y tamaños de las cuencas, lo que afectaría principalmente a cuencas intermedias pequeñas, pero principalmente obedece a la existencia de zonas de pérdidas y recuperaciones, y fundamentalmente al trasvase de recursos entre una cuenca y otra a través de canales de regadío.

Por ejemplo, si se considera que en el río Itata entre Cholguán y Trilaleo está la bocatoma del canal Zañartu, uno de los pocos con algún nivel de información fluviométrica, extrayendo en bocatoma un caudal del orden de 9.47 m^3/seg, el balance para la estimación del rendimiento de la cuenca intermedia 1514 resulta:

Cuenca Intermedia Itata Trilaleo - Itata Cholguán

$Q = 7.78\ m^3/seg$
$A = 281\ Km^2$
$R = 873\ mm$

Esta última cifra, aparece bastante más razonable y posiblemente no muy alejada de la realidad.

En el Plano Nº27 se ha confeccionado un diagrama esquemático de la red fluviométrica del río Itata, indicando los caudales y rendimientos de las distintas secciones. En el diagrama se identifican las subcuencas con la nomenclatura utilizada para la generación sintética de caudales efectuada en el Capítulo III.F.2.2.

En el diagrama se han incorporado las estimaciones de rendimiento de algunas cuencas intermedias, lo que permite cerrar el balance hasta la desembocadura del río Itata.

Si se ignora la posible existencia de errores en las cifras, los valores de rendimiento calculados representan el resultado del manejo de agua que se efectúa en la cuenca.

3.3 Rendimientos de Cuencas en Base a la Información Sintética de Caudales

Un resumen de los resultados obtenidos de la síntesis de caudales efectuado en el capítulo 3, se presenta en el Cuadro III.F.2-29.

Agrupando los sectores correspondientes a fin de hacerlos comparables con los puntos de cierre del balance anterior, se obtienen los resultados indicados en el Cuadro III.F.2-30, comparados con los rendimientos medidos.

De la comparación de rendimientos obtenidos por las distintas metodologías, se observa que si bien en algunos casos se presentan diferencias considerables, a medida que se alcanzan puntos de cierre en desembocadura de las distintas subcuencas, las diferencias tienden a compensarse. Así por ejemplo, las diferencias en puntos de cierre son las que se indican en el Cuadro III.F.2-31.

El criterio adoptado en definitiva para la estimación de los rendimientos de cuencas, fue el de aceptar como más confiable la información medida en cabeceras de cuencas no afectas a regadío y transvases de recurso y aceptar como más representativa la información sintetizada para cuencas intermedias.

Con este criterio se confeccionó el diagrama esquemático de la red fluviométrica y de rendimiento de cuencas que se presentan en la Lámina Nº28 y el plano de iso-rendimiento de cuencas (Plano Nº29), que incluye tanto la cuenca del Río Itata como las cuencas del interfluvio Itata - Bío-Bío.

CUADRO III.F.2-29 RESULTADOS OBTENIDOS GENERACION DE CAUDALES

	CUENCA	AREA km2	P.M.	EVP.M.	ESC.M.
A1	E. QUILPOLEMU	127.9	910.5	384.6	525.7
A2	RIO LONQUEN	1174.9	885.2	422.4	463.2
A3	E. CHUDAL	95.8	935.8	444.6	491.5
A4	E. PIEDRAS BLANCAS	36.0	1005.3	394.7	610.8
A5	CHANGARAL C. A PORTEZUELO	692.0	1047.1	490.6	555.4
B1	COSTERA ITATA - BIOBIO	35.0	1025.0	403.4	620.6
B2	COSTERA ITATA - BIOBIO	14.0	1025.0	403.4	620.6
B3	COSTERA ITATA - BIOBIO	58.0	1036.2	405.3	629.9
B4	RIO COELEMU	174.4	1020.1	406.1	614.1
B5	BAHIA COLIUMO	74.0	1171.4	411.3	758.8
B6	RIO RAFAEL - PINGUERAL	251.0	1171.4	454.2	717.1
B7	E. BELLAVISTA	39.0	1239.0	439.2	798.9
B8	ANDALIEN - BELLAVISTA	38.0	1126.3	408.5	716.5
B9	TALCAHUANO	28.0	1103.8	404.5	698.1
B10	E. RANQUIL	87.2	1119.6	405.7	713.9
B11	E. COYANCO	345.2	1167.6	409.5	758.4
B12	RIO ANDALIEN	794.0	1341.8	484.1	857.4
D1	RIO BOYEN	167.8	1376.5	574.4	800.8
D2	E. QUILMO CAMINO A YUNGAY	85.0	1330.8	545.5	783.7
D3	RIO LARQUI BAJO MECO	149.0	1279.8	489.0	789.5
D4	RIO CATO EN CABECERA	86.1	2006.0	470.9	1531.4
D5	NIBLINTO ANTES C.A. COIHUECO	159.0	2282.1	484.8	1793.6
D6	RELBUNCO	68.9	1945.0	554.0	1387.4
D7	COIHUECO BAJO COIHUECO	187.3	1781.2	567.8	1210.3
D8	CHILLAN EN ESPERANZA	208.0	2412.2	536.7	1869.9
D11	RIO NIQUEN	59.0	1503.3	587.4	914.7
E1	RIO RELBUN	118.8	1200.0	487.8	711.1
E2	VALLE HERMOSO	23.6	1171.5	435.1	736.6
E3	RIO TEMUCO	267.5	1801.7	576.3	1222.6
E4	LAS CORONTAS	91.9	1433.2	550.8	880.3
E5	E. PALPAL	379.0	1667.7	574.8	1090.3
E6	DAÑICALQUI	189.8	1610.7	540.7	1068.4
E7	RIO TRILALEO	241.1	1838.8	570.7	1265.9
E8	ITATA EN CHOLGUAN	817.0	2052.6	525.5	1522.8
E9	SAN VICENTE	75.7	2170.0	623.2	1543.6
LATERALES #1, #2		93.1	1003.2	290.2	612.9
LATERAL # 3		47.3	935.8	385.7	549.9
LATERAL # 4		46.7	902.1	409.7	492.4
LATERAL # 5		55.3	1037.0	428.5	608.5
LATERAL # 6		61.5	1041.1	398.2	643.1
LATERAL # 7		20.1	1051.3	410.6	640.9
LATERAL # 8		19.9	1051.3	410.6	940.9
LATERAL # 9		22.7	1071.8	415.6	656.1
LATERAL #10		69.0	1010.5	413.2	597.3
LATERAL #11		130.8	1858.8	603.9	1351.6
LATERAL #12		227.0	1969.2	441.4	1525.1
LATERAL #13, D10, D11		1493.0	2300.5	400.0	1896.3
LATERAL #14		86.3	2460.8	567.0	1890.8
VALLE CENTRAL # 1		101.6	113.5	528.1	583.6
VALLE CENTRAL # 2		160.1	1150.7	587.4	562.1
VALLE CENTRAL # 3		30.5	1146.0	520.3	624.4
VALLE CENTRAL # 4		22.0	1126.0	540.0	583.6
VALLE CENTRAL # 5		105.0	1182.9	553.0	627.9
VALLE CENTRAL # 6		105.4	1182.9	553.0	927.9
VALLE CENTRAL # 7		64.2	1251.1	563.8	685.4
VALLE CENTRAL # 8		81.0	1311.4	562.4	747.0
VALLE CENTRAL # 9		39.5	1312.7	578.7	731.8
VALLE CENTRAL # 10		49.8	1030.9	542.2	487.0
VALLE CENTRAL # 11		253.0	1096.6	579.9	515.0
VALLE CENTRAL # 12		54.6	1010.5	546.7	462.4
VALLE CENTRAL # 13		14.6	1096.6	556.4	539.2
VALLE CENTRAL # 14		249.4	1347.8	570.9	775.8

CUADRO III.F.2-29 RESULTADOS OBTENIDOS GENERACION DE CAUDALES (continuación)

CUENCA	AREA km	P.M.	EVP.M.	ESC.M.
VALLE CENTRAL # 15	395.7	1406.9	615.4	789.1
VALLE CENTRAL # 16	96.0	1053.9	545.0	506.4
VALLE CENTRAL # 17	20.8	1075.9	581.8	492.6
VALLE CENTRAL # 18	56.6	1127.6	589.3	536.8
VALLE CENTRAL # 19	138.4	1344.8	605.6	736.9
VALLE CENTRAL # 20	524.5	1172.2	595.7	575.0
VALLE CENTRAL # 21	12.3	1135.2	538.1	595.5
VALLE CENTRAL # 22	604.0	1167.6	559.3	606.6
VALLE CENTRAL # 23	35.9	1226.0	591.0	632.9
VALLE CENTRAL # 24	9.1	1290.5	597.7	690.7
VALLE CENTRAL # 25	38.8	1355.1	590.8	762.2
VALLE CENTRAL # 26	104.5	2026.9	630.6	1392.6

CUADRO III.F.2-30 COMPARACION RENDIMIENTOS MEDIOS Y SINTETIZADOS

CODIGO	ESTACION	RENDIMIENTO MEDIDO m3/seg/Km2	RENDIMIENTO SINTETIZADO m3/seg/Km2
01	Ñuble en La Punilla	1741	1896
0201		4515	1525
02	Ñuble en San Fabián	2107	1847
0302		(-910)	957
04	Niblinto antes camino Coihueco	2836	1793
0504		1208	1041
05	Cato en Pte. Cato	1498	1175
03	Ñuble en Longitudinal	1528	1530
07	Chillán en Esperanza	2354	1870
10	Quilmo C. Yungay	872	784
08(1007)		852	721
08	Chillán en Longitudinal	1318	1105
0908		(-2004)	506
09	Chillán C. a Confluencia	906	1031
06	Changaral C. a Portezuelo	770	692
CL 10, QVC 10, 11 12		-	518
	Ñuble en Confluencia	1236	1226
11	Renegado en Invernada	1013	-
12	Diguillín en San Lorenzo	2645	-
13(1112)		893	1341
13	Diguillín en Longitudinal	1171	1510
14	Itata en Cholguán	1734	1522
1514		(-190)	1191
15	Itata en Trilaleo	1244	1437
1615		910	795
16	Itata en Gral. Cruz	1127	1212
17(1613)		1412	664
17	Itata en Cerro Negro	1160	1311
1817		571	648
18	Itata en Nueva Aldea	986	1116
CL 7		-	641
	Itata Bajo Ñuble	1115	1172
CL 4, 5, 6, A4, A3, B10		-	594
	Itata en Coelemu	1094	1126
CL 1, 2, 3, A1, A2, B4		-	496
	Itata en Desembocadura	1019	1037

CUADRO III.F.2-31 DIFERENCIA DE RENDIMIENTOS DE CUENCAS EN PUNTOS DE CIERRE

	R. medido	R. sintetizado	Discrepancia
Ñuble en Longitudinal	1528	1530	0.1%
Chillán Camino a Confluencia	906	1031	13.7%
Itata en General Cruz	1127	1212	7.5%
Itata en Nueva Aldea	986	1116	13.2%
Itata bajo Ñuble	1115	1172	5.1%
Itata en Desembocadura	1019	1037	1.8%

4 ANALISIS DE FRECUENCIA DE VALORES EXTREMOS

4.1 Caudales Medios Diarios Máximos de Origen Pluvial y de Deshielo

El presente análisis apunta a conocer la situación esperada en tres puntos de interés propuestos; estos son:

- Río Ñuble en la Punilla
- Río Chillán en Esperanza
- Río Diguillín en zona alta

La información existente, obtenida desde el Banco Nacional de Aguas de la Dirección General de Aguas, presenta estadísticas de caudales medios diarios máximos para la estación fluviométrica de río Ñuble en La Punilla, y las secciones de aforo de río Chillán en Esperanza y río Diguillín en San Lorenzo, los cuales se presentan en el DIT Nº3.

Dichos datos más los registros de precipitaciones de las estaciones pluviométricas cercanas a las anteriores, a saber: La Punilla, San Fabián, Las Trancas, Fundo Atacalco, Fundo San Lorenzo y Diguillín; permitieron disponer de un mínimo de información necesaria para realizar el análisis en cuestión.

4.1.1 Selección del Período de Análisis

De acuerdo a los objetivos del estudio hidrológico, el período de análisis debe contener información de al menos 40 años consecutivos. De hecho, dos de los puntos de interés poseen estadística suficiente para satisfacer dicho requisito; sin embargo, la estación de río Ñuble en la Punilla tiene registros de 30 años consecutivos solamente, cifra que si bien no satisface el mínimo mencionado cae dentro de los márgenes usualmente permitidos para otorgar validez al análisis. Por lo anterior, en cada estación se utilizará el máximo de información que ésta posea.

4.1.2 Relleno y Corrección de Estadísticas

Considerando que los registros de las tres estaciones en cuestión se presentan casi totalmente completos, el proceso de relleno se apoyó en gran medida en la metodología utilizada previamente con la estadística de caudales medios mensuales.

En todos los casos se recurrió a la estación vecina con mejor correlación obtenida en el análisis recién mencionado y se utilizó su estadística como representativa de eventos no controlados en el punto de interés. Este procedimiento se basa en primer lugar, en que para el peor caso faltaba alrededor de un 2% de los datos solamente y, en segundo término, en que se disponía de registros adecuados de una estación vecina en el mismo río con lo que se evita la inclusión de alguna distorsión en el proceso.

De la forma recién descrita se rellenó la estadística de caudales medios diarios máximos, quedando ésta en condiciones de ser utilizada.

A continuación se dividió el año hidrológico en dos periodos, a saber:

i) Pluvial, entre Abril y Septiembre inclusives
ii) Deshielo, entre Octubre y Marzo

Dentro de cada período se seleccionó un dato correspondiente al máximo caudal diario cuya fuente fuese la característica de dicho período. Para esto se utilizó como apoyo las estadísticas pluviométricas ya mencionadas, que permitiesen evitar seleccionar aquellos máximos del período de deshielo que pudiesen estar distorsionados por el efecto de una precipitación importante cercana a la fecha en que estaba datado.

Las series de datos resultantes se presentan en los Cuadros III.F.2-32 a III.F.2-34.

CUADRO III.F.2-32 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO (m^3)

ESTACION : 01 ÑUBLE EN LA PUNILLA

AÑO	PLUVIAL	DESHIELO
1957	405.00	426.00
1958	593.00	334.00
1959	304.00	211.00
1960	145.00	155.00
1961	1050.00	394.00
1962	114.00	124.00
1963	185.00	354.00
1964	66.10	126.00
1965	438.00	269.00
1966	413.00	204.00
1967	144.00	196.00
1968	80.50	58.30
1969	1314.00	158.00
1970	169.00	182.00
1971	548.00	283.00
1972	1598.00	219.00
1973	353.00	184.00
1974	429.00	248.00
1975	441.00	217.00
1976	174.00	197.00
1977	232.00	325.00
1978	304.00	177.00
1979	319.00	151.00
1980	451.00	115.00
1981	257.00	118.00
1982	1257.00	260.00
1983	678.00	181.00
1984	225.00	251.00
1985	590.00	100.00
1986	2332.00	187.00

CUADRO III.F.2-33 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO (m^3)

ESTACION : 07 CHILLAN EN ESPERANZA

AÑO	PLUVIAL	DESHIELO
1939	91.30	14.60
1940	128.00	14.50
1941	135.00	15.00
1942	79.00	18.50
1943	107.00	17.90
1944	113.00	17.10
1945	136.00	12.50
1946	89.60	14.40
1947	46.00	12.40
1948	154.00	18.40
1949	265.00	8.23
1950	285.00	21.50
1951	205.00	26.20
1952	62.10	7.41
1953	227.00	28.70
1954	106.00	17.90
1955	80.60	14.10
1956	118.00	18.10
1957	151.00	19.70
1958	194.00	28.70
1959	189.00	14.40
1960	174.00	15.30
1961	180.00	24.30
1962	51.40	8.53
1963	82.20	8.62
1964	33.30	11.80
1965	138.00	43.00
1966	125.00	16.60
1967	86.40	7.54
1968	33.30	9.59
1969	191.00	11.50
1970	82.60	12.30
1971	139.00	19.20
1972	281.00	15.00
1973	147.00	11.00
1974	174.00	13.50
1975	166.00	16.80
1976	59.60	6.00
1977	126.00	9.58
1978	132.00	14.50
1979	238.00	21.90
1980	176.00	12.40
1981	151.00	12.60
1982	194.00	14.30
1983	178.00	14.80
1984	86.60	13.10
1985	112.00	10.10
1986	256.00	31.40

CUADRO III.F.2-34 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS ORIGEN PLUVIAL Y DESHIELO (m^3)

ESTACION : 12 DIGUILLIN EN SAN LORENZO

AÑO	PLUVIAL	DESHIELO
1946	120.00	32.00
1947	107.00	19.70
1948	122.00	24.20
1949	305.00	8.97
1950	662.00	34.60
1951	350.00	13.20
1952	158.00	5.82
1953	306.00	34.40
1954	288.00	24.00
1955	151.00	21.70
1956	202.00	21.40
1957	480.00	23.20
1958	194.00	29.40
1959	242.00	19.90
1960	182.00	18.70
1961	282.00	38.40
1962	77.40	11.40
1963	96.80	19.60
1964	39.80	24.30
1965	177.00	11.80
1966	166.00	27.40
1967	72.40	12.10
1968	51.90	19.90
1969	230.00	16.80
1970	118.00	29.50
1971	243.00	30.20
1972	463.00	21.50
1973	278.00	18.30
1974	201.00	25.20
1975	239.00	32.90
1976	242.00	6.22
1977	196.00	32.30
1978	186.00	16.80
1979	368.00	8.37
1980	388.00	12.00
1981	231.00	6.09
1982	249.00	22.30
1983	462.00	22.70
1984	133.00	19.00
1985	215.00	7.27
1986	345.00	29.80

4.1.3 Análisis de Frecuencia de Estadísticas de Caudales

Para efectuar el análisis de frecuencia de la estadística fluviométrica a nivel de caudales medios máximos de origen pluvial y de deshielo, se desarrolló un programa de computación en GWBASIC, denominado ANALISIS.BAS, que corresponde a una modificación del programa generado para el análisis de estadísticas pluviométricas presentado en el informe correspondiente, de manera tal que sus características y operación son análogas.

Se anexa como documento interno de trabajo (DIT Nº4) el manual de uso del programa y el programa fuente en medio magnético.

Utilizando este programa, se calcularon para cada estación, tanto en época pluvial como de deshielo, los caudales correspondientes a períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50, y 100 años; ajustando las distribuciones Normal, Gumbel, Pearson tipo III, Log Normal y Log Pearson III, y efectuando los test de bondad de ajuste de X^2 y Kolmogoroff-Smirnov.

Analizando los resultados de los test de bondad de ajuste, se seleccionó para cada serie pluvial y de deshielo la función de densidad de frecuencia de mejor ajuste; considerando además su ajuste con la evidencia empírica, manteniendo así el criterio utilizado en procesos anteriores.

Un resumen con los resultados para la distribución de frecuencia seleccionada para cada serie de datos se presenta en el Cuadro III.F.2-35.

CUADRO III.F.2-35 RESULTADOS DEL ANALISIS DE FRECUENCIA CAUDALES MAXIMOS DIARIOS (M3/S)

PERIODO DE RETORNO (años)	ESTACION					
	ÑUBLE EN LA PUNILLA		CHILLAN EN ESPERANZA		DIGUILLIN EN SAN LORENZO	
	PLUVIAL	DESHIELO	PLUVIAL	DESHIELO	PLUVIAL	DESHIELO
2	351.72	203.85	136.17	14.51	234.62	19.45
5	739.22	283.15	192.63	20.48	343.55	28.15
10	1105.29	330.46	224.84	24.73	400.50	33.90
20	1552.19	337.74	252.88	29.02	447.53	39.43
50	2293.11	423.93	286.06	34.93	500.45	43.58
100	2988.73	460.25	309.15	39.64	535.74	51.93
DISTRIBUCION	LP	P	P	LP	N	G

Las Figuras III.F.2-50 a III.F.2-55 muestran una comparación entre la distribución de frecuencia empíricas y teórica de mejor ajuste a cada estación.

4.1.4 Resultados en los Puntos de Interés de la Cuenca

Como se mencionó al comienzo del capítulo, el objetivo perseguido en esta etapa radica en conocer valores esperados de caudales diarios máximos de origen pluvial y deshielo para diversos períodos de retornos, en secciones preestablecidas de la cuenca.

Dichas secciones no coinciden necesariamente con las estaciones analizadas, razón por la cual resulta imprescindible trasladar los resultados logrados a las secciones en cuestión.

A excepción del rio Ñuble, donde la sección de interés coincide con la estación analizada, dichas secciones se hallarán aguas arriba o aguas abajo de su estación asociada; involucrando, entonces, una cuenca de menor o mayor superficie respectivamente. Esto, inmediatamente, induce una variación en los caudales máximos de origen pluvial, sin embargo, los valores de deshielo no han de sufrir cambios significativos por tratarse de un mismo cauce.

Visto lo anterior, se corrigen los valores de origen pluvial en base a la fórmula propuesta por Verni y King, estableciendo una proporcionalidad entre los caudales y las superficies de las cuencas, asociadas a dos secciones en base a la expresión.

$$\left(\frac{Qi}{Q2}\right) = \left(\frac{Ai}{A2}\right)^{0.88}$$

donde :

Qi = Caudal en la sección i
Ai = Superficie de la cuenca asociada a la sección i

Figura III. F. 2-50

ÑUBLE EN LA PUNILLA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO PLUVIAL

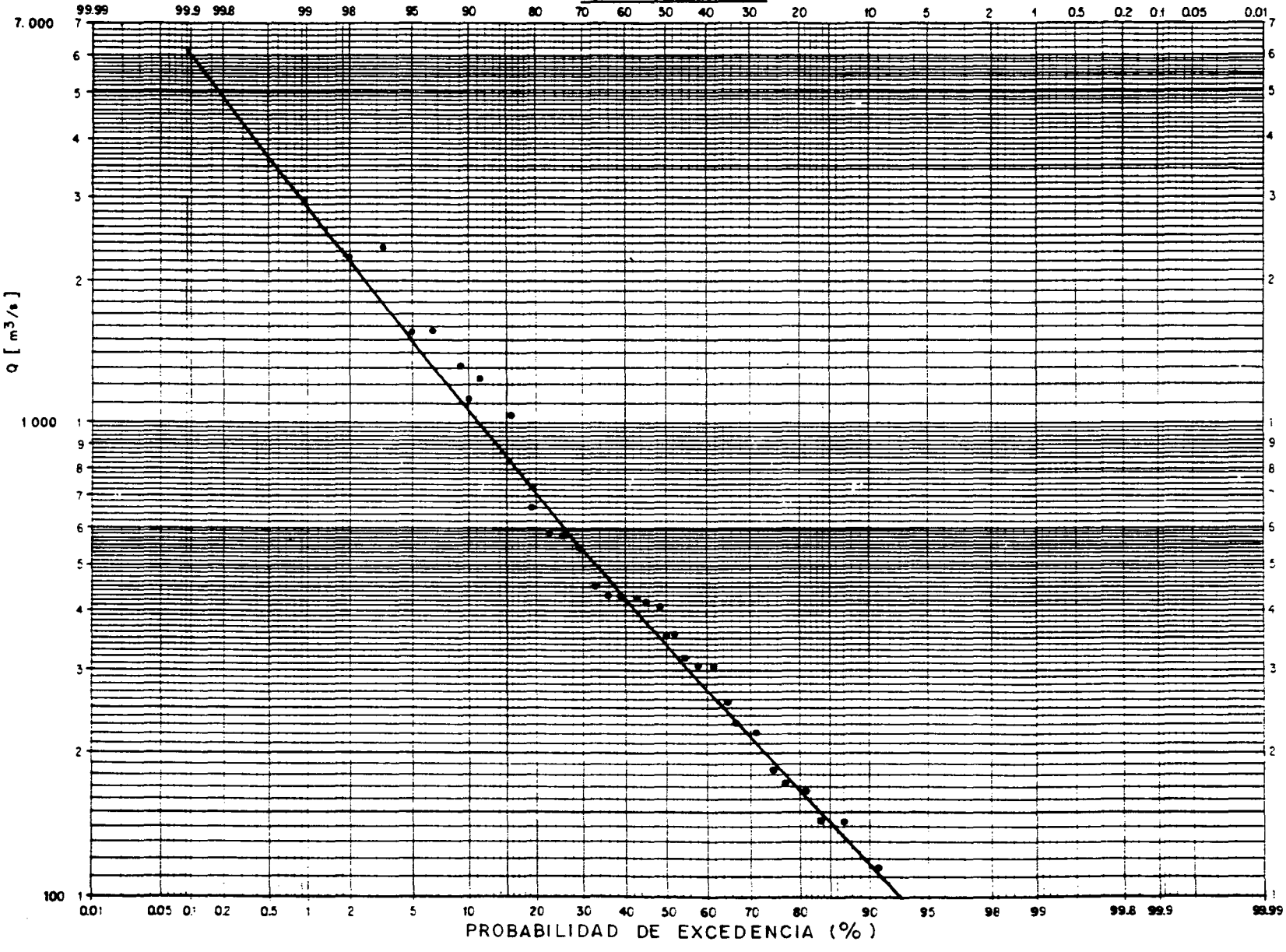


Figura III. F. 2 – 51

ÑUBLE EN LA PUNILLA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO DE DESHIELO

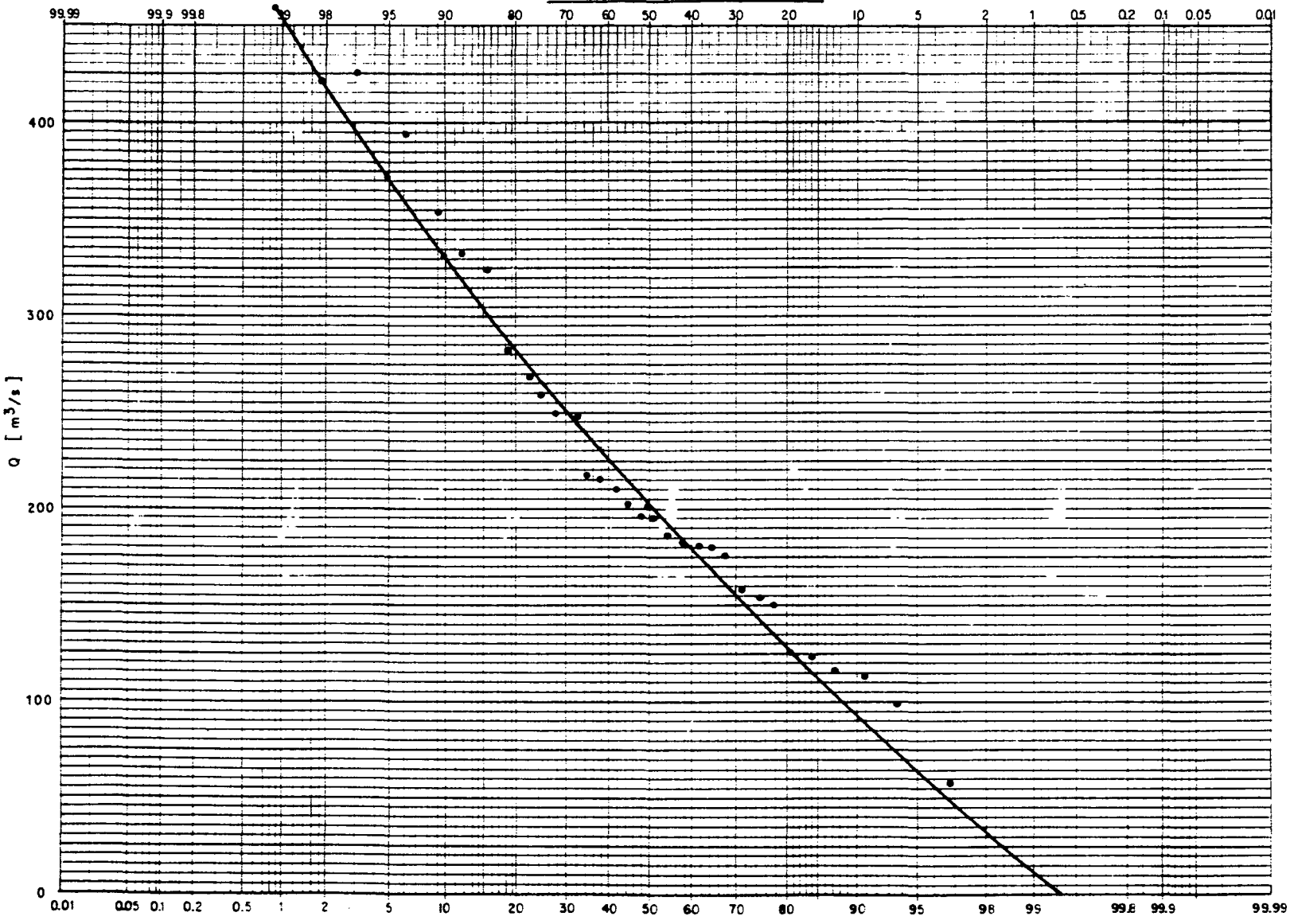


Figura III.F.2-52

CHILLAN EN ESPERANZA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO PLUVIAL

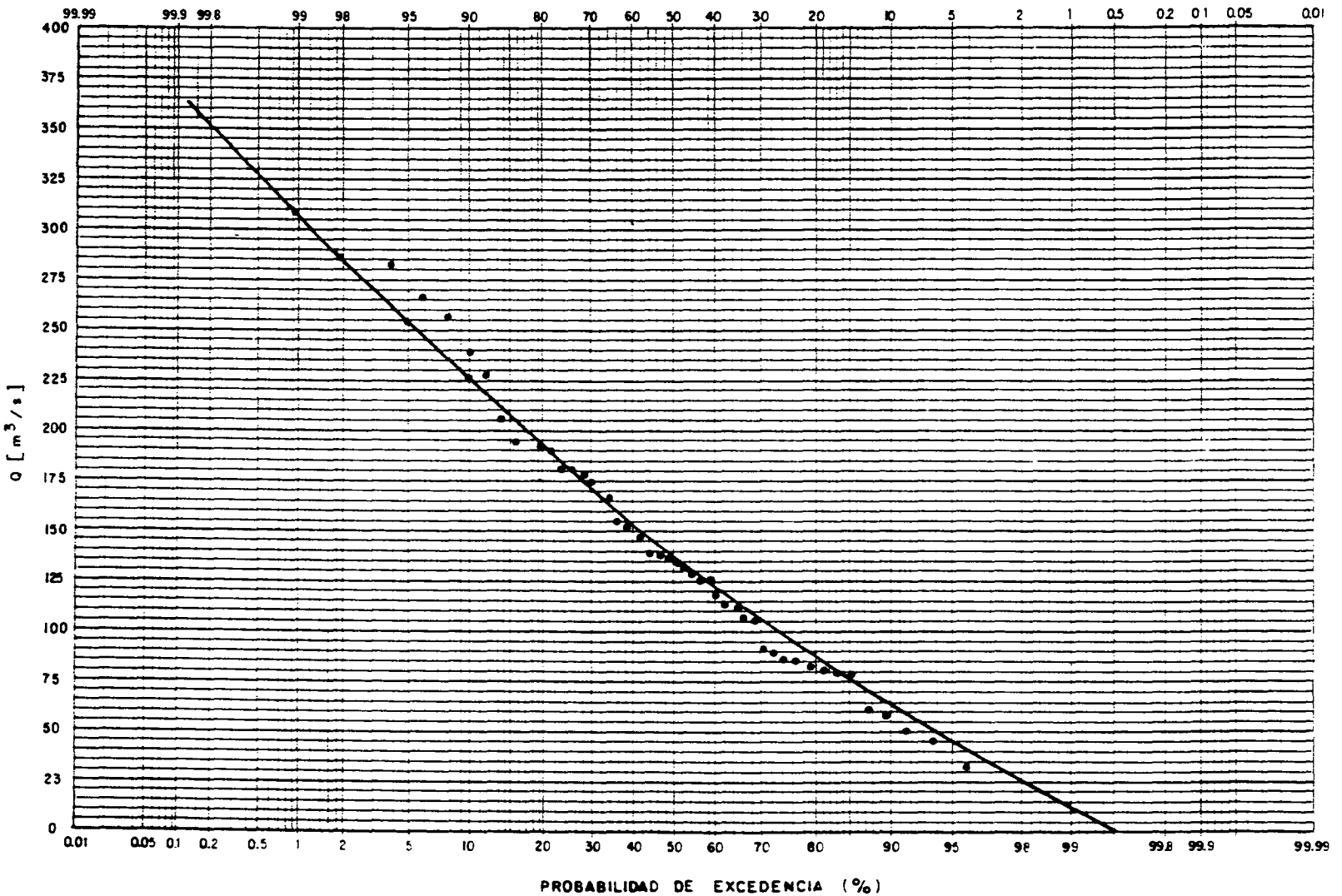


Figura III.F.2-53

CHILLAN EN ESPERANZA, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO DE DESHIELO

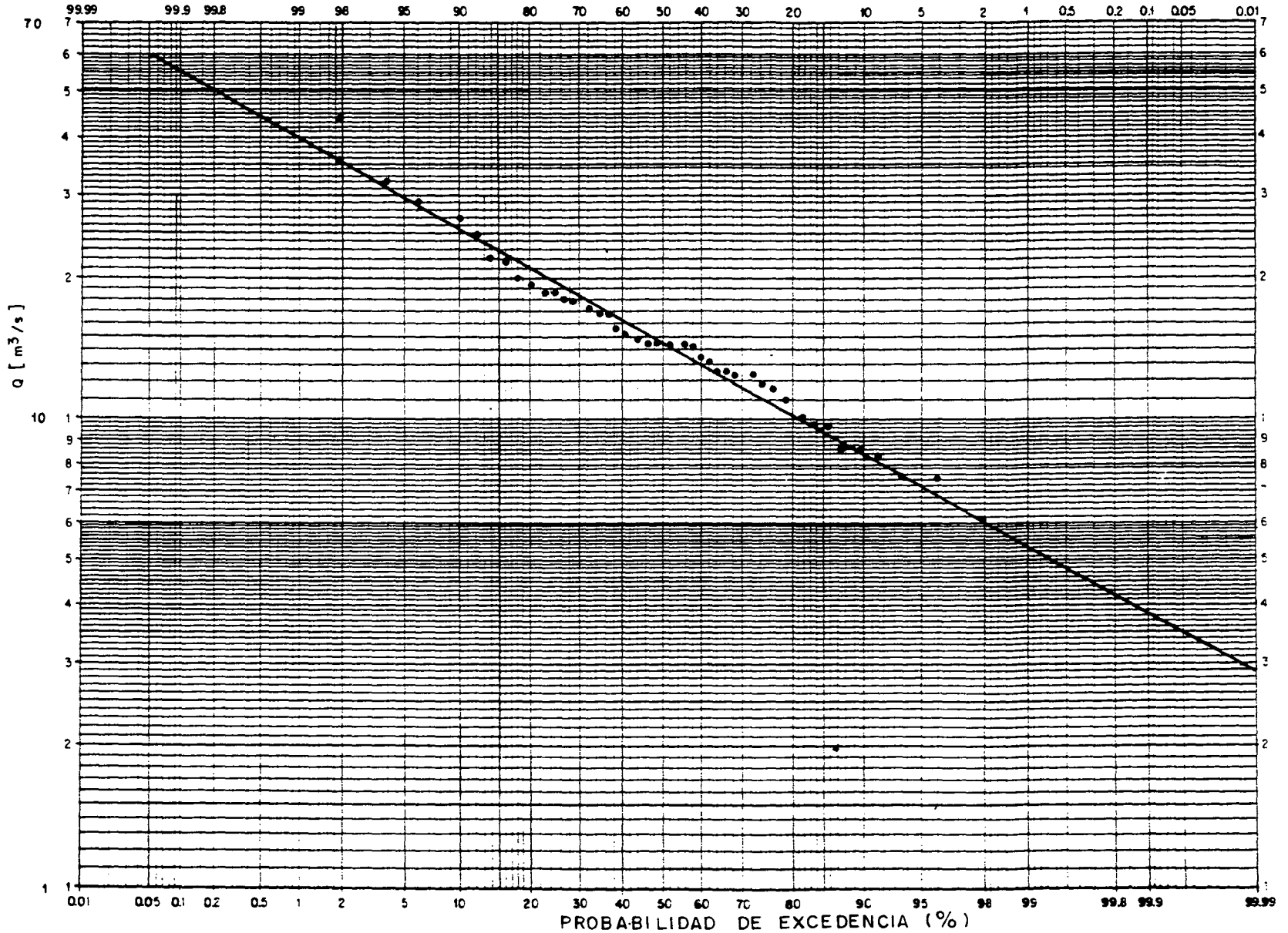


Figura III.F.2-54

DIGUILLIN EN SAN LORENZO, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO PLUVIAL

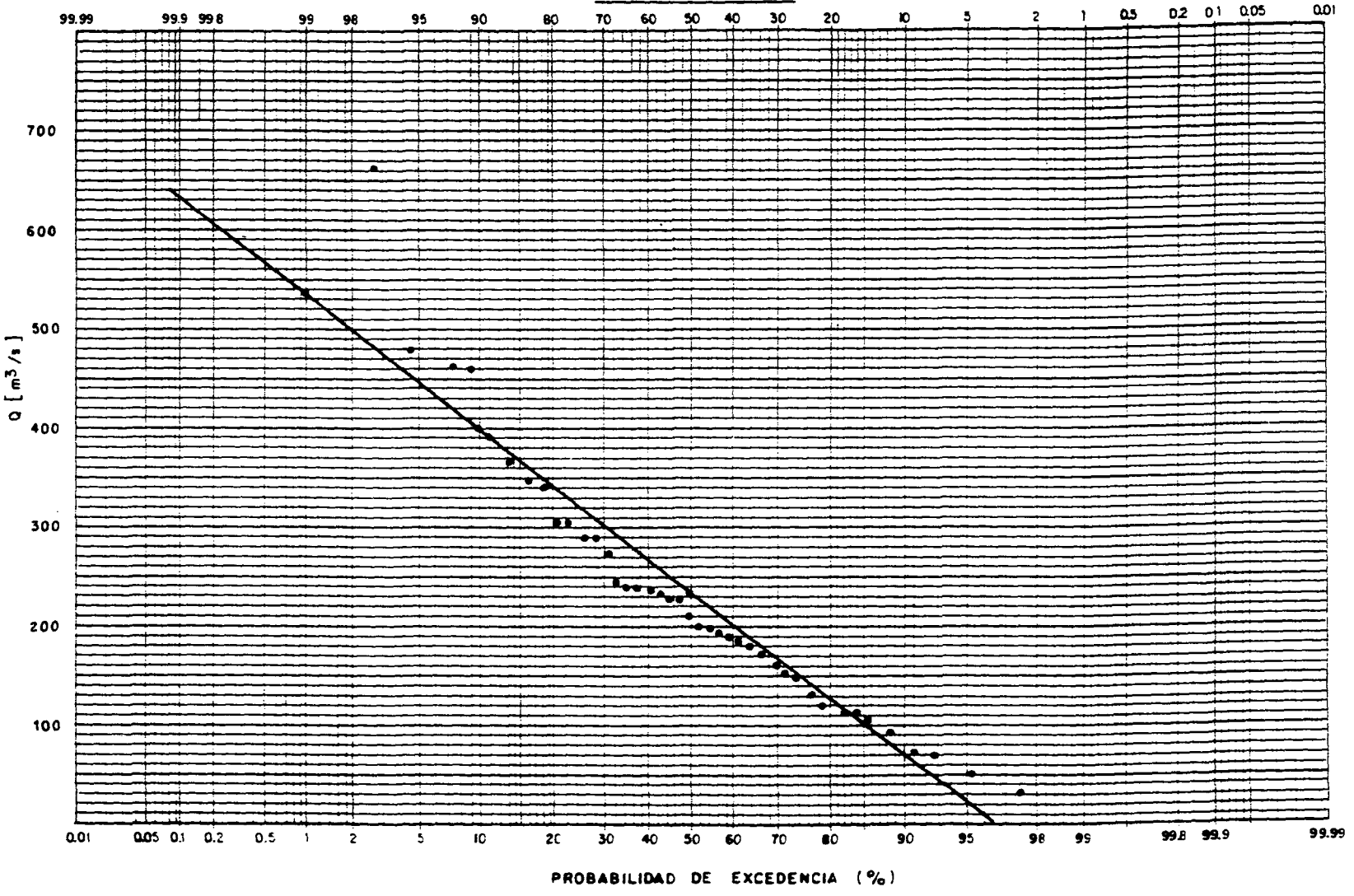
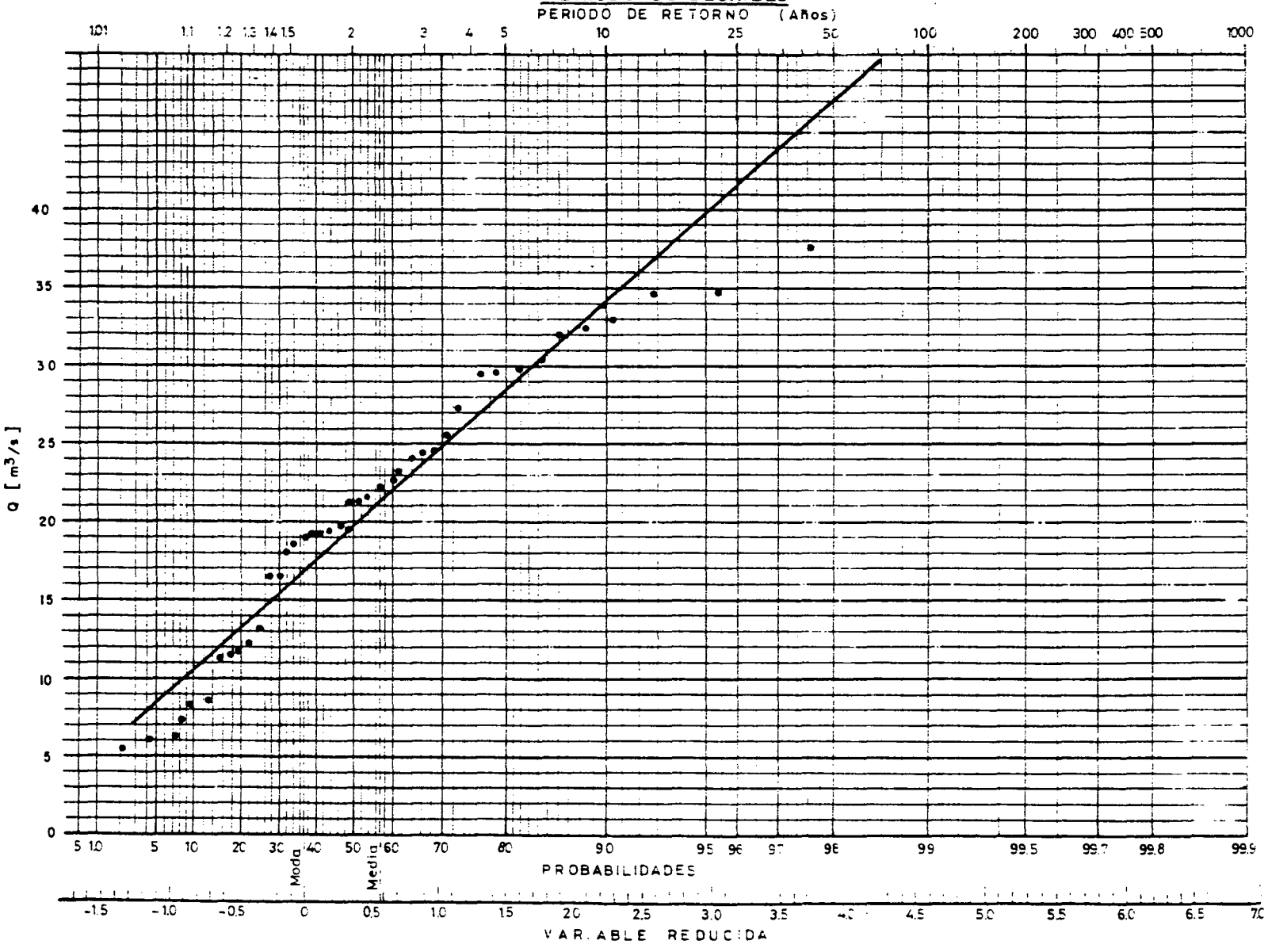


Figura III.F.2-55

DIGUILLIN EN SAN LORENZO, CAUDALES MAXIMOS DIARIOS

PERIODO DE DESHIELO



El Cuadro III.F.2-36, presenta las superficies de las cuencas asociadas a cada punto, para cada río.

Dicha información junto con los resultados anteriores, permiten mediante la metodología descrita obtener los valores requeridos en los puntos de interés. Los resultados finales se resumen en el Cuadro III.F.2-37.

CUADRO III.F.2-36 SUPERFICIE DE CUENCAS (km²)

RIO	REQUERIDA	ESTACION	A1/A2
ÑUBLE	1280.0	1280	1.000
CHILLAN	191.0	224	0.853
DIGUILLIN	219.2	162	1.353

CUADRO III.F.2-37 CAUDALES MAXIMOS DIARIOS EN SECCIONES DE INTERES (m^3)

PERIO DE RETORNO AÑOS	ESTACION					
	ÑUBLE EN LA PUNILLA		CHILLAN EN EMBALSE		DIGUILLIN ALTO	
	PLUVIAL	DESHIELO	PLUVIAL	DESHIELO	PLUVIAL	DESHIELO
2	351.72	203.85	118.35	14.51	306.15	19.45
5	739.22	283.15	167.42	20.48	448.29	28.15
10	1105.29	330.46	195.42	24.73	522.60	33.90
20	1552.19	337.74	219.79	29.02	583.97	39.43
50	2293.11	423.93	248.63	34.93	653.02	43.58
100	2988.73	460.25	268.70	39.64	699.07	51.93

4.2 Caudales Medios Mensuales y Anuales

El análisis de frecuencia realizado en este caso, entrega valores de caudales mensuales y anuales para períodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. La información requerida para este análisis no presenta variaciones respecto del análisis realizado para diversas probabilidades de excedencia, por lo tanto, la estadística requerida es la misma que se procesó anteriormente. La metodología utilizada es análoga a lo ya descrito, razón por lo cual sólo se presentan los resultados obtenidos del análisis para las tres estaciones de interés.

En el Cuadro III.F.2-38 resume los valores obtenidos en cada caso con la serie de mejor ajuste.

CUADRO II.F.2-38 RESUMEN DE RESULTADOS ANALISIS DE FRECUENCIA CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y ANUALES (m3/s)

ESTACION : ÑUBLE EN LA PUNILLA

PER. RET	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
2	22.3	47.08	74.39	83.18	72.78	85.93	119.56	149.07	97.21	57.79	32.71	23.81	68.14
5	37.65	98.03	132.62	131.07	108.5	118.41	164.2	195.48	148.45	87.21	45.48	32.67	90.51
10	52.96	148.44	180.47	166.025	137.15	140.01	194.93	220.66	1850.23	106.11	54.02	39.58	105.32
20	72.93	212.69	233.47	202.31	168.76	160.8	225.29	241.95	222.38	123.71	62.08	47.06	119.53
50	109.23	324.83	313.02	252.33	216.48	187.9	266.02	266.43	273.18	145.78	73.09	58.14	137.92
110	146.92	435.67	381.35	292.37	257.99	208.46	297.77	283.07	313.34	161.91	81.32	67.63	151.7
DISTRIB.	LP	LP	LP	LN	LP	LN	LP	P	LN	P	LN	LP	G

ESTACION : CHILLAN EN ESPERANZA

PER. RET	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
2	5.14	13.48	20.96	25.38	22.55	18.4	15.92	13.48	9.54	8.08	6.8	5.77	13.08
5	7.82	26.51	34.25	39.47	33.84	26.84	21.96	17.7	13.2	10.18	8.73	7.45	17.36
10	10.83	35.86	43.86	49.72	41.86	32.98	26.24	19.9	15.97	11.5	9.94	8.62	20.13
20	15.15	45.06	53.52	60.16	49.91	39.28	30.56	21.72	18.88	12.71	11.07	9.79	22.75
50	23.91	57.18	66.62	74.56	60.86	48.07	36.49	23.78	23.08	14.22	12.49	11.39	26.11
110	34.09	66.36	76.85	86.02	69.46	55.16	41.21	25.14	26.58	15.33	13.54	12.65	28.62
DISTRIB.	LP	P	LP	LN	LP	LP	LP	N	LP	LN	LN	LP	LN

ESTACION : DIGUILLIN EN SAN LORENZO

PER. RET	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ANUAL
2	4.52	16.58	25.45	29.73	22.26	21.33	20.23	17.26	12.52	6.02	4.35	3.53	16.37
5	9.37	35.81	42.13	44.19	34.65	31.4	30.38	23.69	18.47	8.35	6.06	4.99	20.46
10	14.62	52.13	54.84	52.92	44.51	37.86	38.42	27.2	21.58	9.9	7.22	5.98	22.6
20	21.84	70.12	68.18	60.63	55.31	43.87	47.19	30.11	24.15	11.38	8.33	6.94	24.36
50	35.69	96.5	87.11	69.7	71.43	51.41	60.27	33.31	27.04	13.31	9.8	8.22	26.34
110	50.71	118.41	102.56	75.92	85.29	56.92	71.51	35.37	28.97	14.77	10.92	9.19	27.67
DISTRIB.	LP	LP	LN	LP	LP	P	LP	LP	N	LP	LP	LN	N

CAPITULO III.F.3
AGUAS SUBTERRANEAS

1 USO ACTUAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

1.1 Introducción

Este capítulo tiene por finalidad evaluar el aprovechamiento de los recursos de aguas subterráneas en el área de estudio. Para ello se han caracterizado y cuantificado los diferentes usos que se le dan a estos recursos en la zona, conformada por la mayor parte de la cuenca del río Itata y los interfluvios costeros ubicados entre los ríos Itata y Bío-Bío.

Con el propósito antes señalado, se han encuestado y medido todos los sondajes existentes en el área del Proyecto, a fin de establecer los volúmenes de agua subterránea consumidos en los diversos usos, es decir: riego, agua potable y agua industrial.

Cabe mencionar que no han sido incluidas en el presente estudio las norias, aunque sí han sido estimados los caudales extraídos por este medio, que en su mayor parte son utilizados para agua potable doméstica y en menor grado para uso industrial. Por otra parte, en algunos sectores de la zona es frecuente el uso de punteras, como medio de extracción alternativo a los sondajes, dado que resultan bastante más económicas. Su uso está orientado preferentemente al agua potable e industrial.

1.2 Catastro Actualizado de Sondajes

Para la confección del catastro de pozos existentes en la zona de estudio se ha utilizado como información base el catastro disponible en la Dirección General de Aguas de fecha 1986, que fue corregido, completado y actualizado a Marzo de 1990.

El nuevo catastro incluye un total de 210 sondajes, identificados y medidos durante una completa campaña desarrollada durante Febrero y Marzo de 1990. Parte importante de la información fue obtenida y verificada en terreno, comparándola con antecedentes recopilados en CIREN-CORFO, SENDOS y empresas constructoras de pozos como: CAPTAGUA, CELZAC, ZACI, C.P.A., etc.

El catastro realizado se presenta en el mismo formato utilizado en el Banco Nacional de Aguas de la D.G.A.. Por su parte, los sondajes catastrados han sido identificados con la numeración dada a éstos por ese organismo.

Se describe a continuación el significado o contenido de cada columna correspondiente a cada pozo.

- Rol BNA: Compuesto de 8 dígitos agrupados en 3 sectores. Sector 1, de 3 dígitos, representa la cuenca. Sector 2, de 2 dígitos, representa la subcuenca y la subsubcuenca. Sector 3, de 3 dígitos, representa un número correlativo ordenado por subsubcuenca que se inicia con el número 100. La codificación de cuenca y subcuenca se ha obtenido de mapas hidrológicos de la D.G.A.

- Rol IREN-CORFO: Corresponde a la ubicación del pozo según coordenadas geográficas, acorde con la nomenclatura de CIREN- CORFO. Latitud y longitud se asignan cada 10 minutos geográficos y dentro de esos cuadrantes se numera el pozo con una letra seguida de números correlativos que se inician con el 1.

- Comuna: Para mejor ubicación se ha preferido escribir el nombre de la Comuna, según codificación CONARA.

- Nombre Predio: Corresponde al nombre del predio o lugar donde se ubica el pozo.

- Propietario: Corresponde al dueño del pozo, no siempre es el dueño del predio donde éste se ubica.

- Constructor: Indica el nombre de la empresa que perforó el pozo y el número correlativo que lleva en esa empresa.

- Uso: Se distiguen los siguientes casos: R = Regadío, I = Industrial, P = Agua Potable, E = Estudio, O = Observación. Algunos de los pozos son seguidos de un subíndice: AB = Abandonado o SU = Sin uso

- Cota: Corresponde a la altura, medida en metros sobre el nivel del mar, obtenidas por nivelaciones topográficas o interpolaciones en cartografía escala 1:50.000 del I.G.M.

- An Qu: Se indica con una letra A aquellos pozos que cuentan con 1 ó más análisis físico-químicos de sus aguas.

- Reg. Niv.: Indica si el pozo cuenta con mediciones de su nivel estático. Se designa con N aquellos pozos que cuentan con registros de niveles en poder de la D.G.A.

- Est. Geolog.: Se indica con la letra P los pozos de los que se tiene un perfil estratigráfico del terreno atravesado; se antecede con R los pozos que han alcanzado la roca basal.

- Prof Perf: Profundidad del pozo, en metros.

- Prof Habil: Profundidad de habilitación del pozo, en metros.

- Caudal: Caudal máximo obtenido de la prueba de bombeo, al término de la construcción del pozo, en litros por segundo.

- Nivel Dinám: Profundidad del nivel de aguas en el pozo al extraerse el caudal máximo anterior, en metros.

- Nivel Estát: Profundidad del nivel de aguas en el pozo sin extracción de caudal a la fecha de la prueba de bombeo indicada.

- Fecha Term: Mes y año del término de la construcción del pozo.

- Nivel (m) 1990: Profundidad del nivel de aguas en metros, en el pozo, definida como N.D. (nivel dinámico) o N.E. (nivel estático), según el caso de que se trate.

De acuerdo a la información del catastro, el número total de los sondajes se divide según su uso de la siguiente manera:

- Agua Potable : 36 %
- Agua Industrial : 7 %
- Regadío : 8 %
- Sin Uso : 22 %
- Abandonados : 27 %

Sectorizando por comuna se tiene que aquellas que cuentan con mayor número de pozos son las siguientes:

- Chillán : 14 %
- San Carlos : 12 %
- Coihueco : 12 %

La ubicación de los sondajes consignados en el catastro se muestra en el plano general de ubicación a escala 1:250.000 (Plano Nº30). Por otra parte el catastro se presenta en el Cuadro III.F.3-1.

CUADRO III.F.3-1 CATASTRO DE SONDAJES

ROL B.N.A.	ROL	IREN	COMUNA	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QUI	REG NIV	EST GEOLG	PROF PERF	PROF HAB	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	NIVEL (m) 1990 N.D.	N.E.
073 32 100-K	3610	7140 C-1	NIQUEN	PUEBLO SAN GREGORIO	A.P.R. SENDOS	CELZAC 719	P	174		I	P	25.5	25.5	4.0	1.6	1.3	3-66		
073 32 101-8	3610	7140 C-2	NIQUEN	PUEBLO SAN GREGORIO	A.P.R. SENDOS	HIDROSAN 1811	P	174			P	30.0	30.0	15.0	24.0	2.0	3-87		1.92
073 33 100-5	3610	7150 C-1	NIQUEN	FLOR DE NIQUEN	HECTOR FUENTES	CORFO 320	R	153	A	I	P	334.0	318.0	150.0	24.1	surgente	11-59		surgente
073 33 101-3	3610	7150 C-2	NIQUEN	FLOR DE NIQUEN		CORFO 347	R-AB	153				34.0							
073 33 102-1	3610	7150 C-3	NIQUEN	FLOR DE NIQUEN	HECTOR FUENTES	CORFO 353	R	153	A		P	200.0	200.0	120.0	3.0	surgente	12-69		surgente
073 33 103-K	3610	7150 D-1	NIQUEN	SAN PEDRO DE NIQUEN	A.P.R. SENDOS	CORFO 321	P-R	171	A	I	P	210.0	210.0	150.0	36.4	surgente	5-60		surgente
073 33 104-8	3610	7150 D-2	NIQUEN	SAN ANTONIO	JOSE MERINO H.	CORFO 357	R	170	A		P	222.5	222.5	50.0	34.5	0.0			surgente
073 33 105-6	3620	7140 A-1	NIQUEN	SAN ROQUE	LIDIA MALDONADO	CORFO 365	E	225		I	P	265.0	265.0	120.0	39.0	28.6	1-62		seco
073 33 109-9	3620	7140 A-2	NIQUEN	PARCELA 21 COLLIGUAY	LUCIANO LOPEZ	C.P.A.	R	235			P	50.0	50.0	27.5	18.4	2.4	7-87		
073 33 108-0	3620	7140 A-3	NIQUEN	EL CHACAY	A.P.R. SENDOS	CARLOS JARPA 1316	P	205			P	50.0	50.0	15.0	5.7	3.3	8-78		6.47
073 33 110-2	3620	7140 B-1	NIQUEN	ZEMITA	A.P.R. SENDOS	HIDROSAN 1816	P	249			P	60.0	60.0	10.0	18.0	11.9	9-86		13.70
081 10 100-0	3620	7140 C-1	SAN CARLOS	TRES ESQUINAS-CACHAPOAL	A.P.R. SENDOS	CELZAC 736	P	275			P	30.0	30.0	1.5	20.3	17.0	6-66		18.45
081 10 111-6	3620	7140 C-2	SAN CARLOS	TRES ESQUINAS-CACHAPOAL	A.P.R. SENDOS	HIDROSAN 1799	P-SU	275			P	60.0	60.0	13.0	20.4	17.1	9-86		18.63
081 10 110-8	3620	7140 C-3	SAN CARLOS	EL SAUCE	A.P.R. SENDOS		P	237										13.6	
081 10 101-9	3620	7140 C-4	SAN CARLOS	LOS ENCINOS	IGNACIO URRUTIA	ZANARTU	R-SU	225				70.0					-90		4.36
081 10 112-4	3620	7140 C-5	SAN CARLOS	RIBERA DEL NUBLE	A.P.R. SENDOS	SAACOL 1258	P	275			P	30.0	30.0	3.6	24.4	9.3	12-77		11.43
073 33 107-2	3620	7140 D-1	SAN CARLOS	PUEBLO CACHAPOAL	S.N.S. 17	CELZAC 738	P-AB	297			P	35.1	35.1	4.0	20.0	5.9	6-66		tapado
073 33 111-0	3620	7140 D-2	SAN CARLOS	PUEBLO CACHAPOAL	A.P.R. SENDOS	ZANARTU 1603	P	297			P	59.0	59.0	18.0	10.0	7.6			6.39
073 33 112-9	3620	7150 A-1	SAN CARLOS	ESTACION BULI	A.P.R. SENDOS	CARLOS JARPA 1304	P	170			P	50.0	50.0	12.0	17.6	1.2	5-78		2.24
073 33 106-4	3620	7150 B-1	SAN CARLOS	AGUA BUENA	A.P.R. SENDOS	HIDROSAN 1811	P-SU	205			P	50.0	50.0	16.9	9.7	3.8	5-87		4.23
081 18 101-2	3620	7150 C-1	SAN CARLOS	PLANTA A.P. SAN CARLOS		DOS 409	P-AB	171				16.0	12.5	7.5	11.5	1.5	5-52		no ubicado
081 18 109-8	3620	7150 C-2	SAN CARLOS	PLANTA A.P. SAN CARLOS	SENDOS	SAACOL 541	P	178	A	I	P	85.0	80.5	60.0	18.1	surgente	4-63		
081 18 102-0	3620	7150 C-3	SAN CARLOS	PLANTA A.P. SAN CARLOS	SENDOS	SAACOL 614	P	178	A		P	81.0	81.0	55.0	8.8	surgente	8-63	12.93	
081 18 103-9	3620	7150 C-4	SAN CARLOS	PLANTA A.P. SAN CARLOS	SENDOS	SAACOL 889	P-SU	178	A		P	80.0	80.0	60.0	35.0	surgente	12-78		8.55
081 18 100-4	3620	7150 C-5	SAN CARLOS	INDUSTRIA FRISAC	ENRIQUE SCHELE	CAPTAGUA 2133	I	177				55.0	55.0	13.5	43.5	3.1	2-81	39.9	
081 18 105-5	3620	7150 D-1	SAN CARLOS	LLAHUIMAVIDA	A.P.R. SENDOS	CARLOS JARPA 1319	P	188			P	40.0	40.0	10.0	7.4	1.4	8-78		2.55
081 10 108-6	3620	7150 D-2	SAN CARLOS	MUTUPIN	A.P.R. SENDOS	HIDROSAN	P-SU	214									-87		
081 10 109-4	3620	7150 D-3	SAN CARLOS	LAS ARBOLEDAS	A.P.R. SENDOS	CELZAC 1318	P	223			P	45.0	45.0	55.0	24.0	3.8	9-78		4.41
081 18 106-3	3620	7200 D-1	SAN CARLOS	SANTA ISABEL	VICTOR SEPULVEDA	CORFO 410	R-SU	150	A	I	P	246.9	246.9	120.0	60.0	1.6	9-62		surgente
081 42 106-4	3620	7210 A-1	SAN CARLOS	ESCUELA LAS JUNTAS	MUNICIP. SAN CARLOS		P	109				32.0	32.0				-72		17.45
081 18 107-1	3620	7210 D-1	SAN NICOLAS	PUEBLO SAN NICOLAS	SENDOS	CELZAC 722	P-AB	97			P	21.0	21.0	2.5	13.8	4.5	3-66		piedras
081 18 108-K	3620	7210 D-2	SAN NICOLAS	PUEBLO SAN NICOLAS	SENDOS	CELZAC 762	P-SU	97		I	P	33.2	33.2	3.5	22.0	4.7	9-66		5.26
081 42 101-3	3620	7220 B-1	NINHUE	COLLIPEUMO	JUAN MONTECINOS	CORFO	R-AB	74				85.0	0.0				8-58		no existe
081 42 102-1	3620	7220 B-2	NINHUE	COLLIPEUMO	JUAN MONTECINOS	CORFO 274	P	50			P	15.0	12.9			3.9	4-59		4.77
081 42 103-K	3620	7220 B-3	NINHUE	COLLIPEUMO	JUAN MONTECINOS	CELZAC 378	P	80			P	9.0	8.0	5.5	5.9	0.2	4-62	0.66	
081 42 105-6	3620	7220 B-4	NINHUE	COLLIPEUMO	JUAN MONTECINOS	CORFO	P-AB	80				15.0	0.0						tapado
081 42 107-2	3620	7220 B-5	NINHUE	PLAZA NINHUE	MUNICIP. NINHUE	ZANARTU	R-SU	95				28.0	28.0				3-90		5.30
081 42 104-8	3620	7220 B-6	NINHUE	A.P. NINHUE	SENDOS	SAACOL	P-SU	81				21.0					-90		6.44
081 44 100-6	3620	7230 C-1	TREGUACO	PUEBLO TREGUACO		CELZAC 726	P-AB	17			P	45.0	0.0				3-66		
081 41 104-2	3620	7230 C-2	TREGUACO	DENECAN	A.P.R. SENDOS	SAACOL	P-AB	25											piedras
081 41 100-K	3620	7240 D-1	COELEMU	EL PINO	SENDOS	CAS 156	P-AB	25	A		P	30.0	30.0	30.0	10.3	4.3	4-59		tapado
081 41 101-8	3620	7240 D-2	COELEMU	EL PINO	SENDOS	CAS 157	P-AB	25			P	30.0	30.0	30.0	10.5	4.4	4-59		5.74
081 41 102-6	3620	7240 D-3	TREGUACO	FORESTAL TIUQUILEMU	SOPESA - ALIMAR	C.P.A.	I	25			P	60.0	60.0	12.2	34.6	27.0	12-88	31.05	
081 41 103-4	3620	7240 D-4	TREGUACO	MAITENCO	HEREC LTDA.	CRUZAT	I-SU	24				30.0					3-90		6.26
081 41 105-0	3620	7240 D-5	COELEMU	PLANTA A.P. COELEMU	SENDOS	SAACOL 1053	P-AB	24			P	39.0	39.0	70.0	27.7	4.0	3-74		no existe
081 41 108-8	3620	7240 D-6	COELEMU	LA ORILLA	MARCIAL MEDINA		R	24											4.81

CUADRO III.F.3-1 CATASTRO DE SONDAJES (Continuacibn)

ROL B.N.A.	ROL	IREN	COMUNA	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QUI	REG NIV	EST GEOLG	PROF PERF	PROF HAB	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	NIVEL (m) 1990 N.D.	N.E.
081 41 106-9	3620	7240 D-7	COELEMU	PLANTA A.P. COELEMU	SENDOS	SAACOL 1054	P	24									74		N/medible
081 41 107-7	3620	7240 D-8	COELEMU	PLANTA A.P. COELEMU	SENDOS		P	24				14.0	14.0						5.70
081 10 104-3	3630	7140 A-1	COIHUECO	PARCELA EL SAUCE	HIP. ZANARTU	CELZAC 354	R-SU	247			P	50.0	46.9	40.0	40.0	2.6	9-61		sellado
081 10 103-5	3630	7140 A-2	COIHUECO	PARCELA EL SAUCE	HIP. ZANARTU	ZANARTU	P	247				12.0	12.0				12-89	4.68	
081 10 113-2	3630	7140 A-3	COIHUECO	COPIHUAL	A.P.R. SENDOS	ZANARTU 111	P-SU	286				30.0	30.0	9.5	19.1	1.8	1-90		
081 13 100-7	3630	7140 C-1	COIHUECO	PLANTA A.P. COIHUECO	SENDOS	CORFO 215	P	250		I	P	109.0	100.5	20.0	72.2	3.5	3-57	14.54	
081 13 101-5	3630	7140 C-2	COIHUECO	PLANTA A.P. COIHUECO	SENDOS	CELZAC 254	P	250			P	114.3	114.3	15.0	4.6	3.6	11-59		10.8
081 13 102-3	3630	7140 C-3	COIHUECO	PLANTA A.P. COIHUECO	SENDOS	SACO	P-AB	248				121.6	121.6	15.0	37.0	4.5	5-67		no existe
081 13 105-8	3630	7140 C-4	COIHUECO	BUSTAMANTE	A.P.R. SENDOS	CAPTAGUA 1235	P	243			P	60.4	50.0	12.0	25.6	2.5	10-77		n/medible
081 12 100-1	3630	7140 C-5	COIHUECO	NIBLINTO	A.P.R. SENDOS	CAPTAGUA 1236	P-SU	238			P	50.0	20.0	1.3	9.8	2.7	9-77		2.33
081 12 101-K	3630	7140 C-6	COIHUECO	BAJO LOS AMIGOS	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1817	P-SU	258			P	40.4	40.0	22.0	1.0	surgente	4-87		surgente
081 14 105-3	3630	7150 A-1	CHILLAN	CAPILLA COX	A.P.R. SENDOS	SAACOL	P	152			P	50.0	50.0	13.0	15.5	2.9	1-82	7.38	
081 10 106-K	3630	7150 B-1	CHILLAN	LOS CANELOS	CARLOS LAHSEN	ZANARTU	R-SU	182				35.0	35.0				-89		3.32
081 10 107-8	3630	7150 B-2	COIHUECO	GUINQUEHUA	A.P.R. SENDOS	PAROT Y RIBERA 1321	P	190			P	41.5	41.0	40.0	6.2	2.8	9-78		2.74
081 13 104-K	3630	7150 B-3	COIHUECO	SAN GUILLERMO	GIANINI / CHEZADE	ZANARTU	R-SU	182									3-90		2.25
081 14 101-0	3630	7150 C-1	COIHUECO	FUNDO LOS PUQUIOS	MARIO YAVAR	CORFO 291	R	225			P	202.0	200.8	73.0	44.0	7.8	2-59		
081 17 136-K	3630	7150 C-2	COIHUECO	COLEGIO LAS MARIPOSAS	CORP. ADVENTISTA		I	180				50.0							N/medible
081 17 137-8	3630	7150 C-3	COIHUECO	LOS BARRIALES - MARIPOSAS	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1818	P	194			P	45.0	45.0	16.6	6.0	surgente	9-86		surgente
081 17 141-6	3630	7150 C-4	PINTO	FUNDO MONTERRICO	REINALDO DOMINGUEZ	ZANARTU	R	210				70.0					-88	39.73	
081 14 103-7	3630	7150 D-1	COIHUECO	FUNDO TRAANSVAL	ROLANDO LEON	CORFO 244	R	200			P	225.0	196.0	150.0	70.0	11.0	11-57		n/medible
081 14 104-5	3630	7150 D-2	COIHUECO	FUNDO TRAANSVAL	ROLANDO LEON	CORFO 297	E-AB	200		I	P	200.0	198.7			10.9			clausurado
081 14 102-9	3630	7150 D-3	COIHUECO	TALQUIPEN	A.P.R. SENDOS	CELZAC 1320	P	205			P	45.0	45.0	18.0	15.0	6.4	7-78		n/medible
081 14 100-2	3630	7150 D-4	COIHUECO	FUNDO SANTA CATALINA	SOC. AGR. SANTA CATALI	C.P.A.	R	225			P	123.0	122.9	31.4	56.6	4.7	9-88		n/medible
081 13 103-1	3630	7150 D-5	COIHUECO	MIRAFLORES	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1681	P-SU	282			P	50.0	50.0	7.0	21.9	6.7	7-85		8.52
081 17 100-9	3630	7200 A-1	CHILLAN	PLANTA LECHERA	SOPROCAR S.A.	CORFO 199	I	123 A			P	300.0	214.3	100.0	32.5	7.5	4-57	43.25	
081 17 101-7	3630	7200 A-2	CHILLAN	ESCUELA RURAL	CELCO	CORFO 428	P-SU	123		I		39.2	39.2	3.0	16.0	1.1	10-62		1.62
081 17 102-5	3630	7200 A-3	CHILLAN	FABRICA DE SACOS	PROPA LTDA.	CELZAC 1170	I	123			P	105.2	105.2	50.0	15.7	2.9	12-71	24.38	
081 17 103-3	3630	7200 A-4	CHILLAN	PLANTA FAEN. CARNES	CARNES NUBLE	CORFO 1118	I	123			P	256.0	253.0	40.0	52.0	9.3	12-72	46.91	
081 10 105-1	3630	7200 A-5	SAN NICOLAS	ALDEA ILLINOIS	A.P.R. SENDOS	CELZAC 727	P	114		I	P	27.0	20.0	4.0	12.0	3.0	4-66		
081 10 102-7	3630	7200 A-6	SAN NICOLAS	POB. ISMAEL MARTIN	A.P.R. SENDOS	ZANARTU 1411	P	118			P	25.0	24.5	12.0	19.0	3.1	2-79		3.69
081 17 123-8	3630	7200 A-7	CHILLAN	SOC. AGR. CHILLAN VIEJO	SOC. AGR. CHILLAN VIEJ	C.P.A.	I	123			P	50.0	50.0	18.4	32.4	12.4	4-88		n/medible
081 17 124-6	3630	7200 A-8	CHILLAN	SOC. AGRICOLA CANCURA	SOC. AGRICOLA CANCURA	C.P.A.	I	125			P	80.0	80.0	28.0	41.4	11.9	1-89		n/medible
081 15 100-8	3630	7200 B-1	SAN CARLOS	FF-CC-COCHARCAS	FF.CC. DEL ESTADO		P	123											**10.91**
081 15 101-6	3630	7200 B-2	SAN CARLOS	PLANTA NUBLE IANSA	IANSA	CAS	I	135				71.0	70.7	26.0	13.7	2.2	11-65	13.89	
081 15 102-4	3630	7200 B-3	SAN CARLOS	PLANTA NUBLE IANSA	IANSA	CAS	I-AB	134				85.0	76.6	26.0	29.9	1.7	12-65		tapado
081 15 103-2	3630	7200 B-4	SAN CARLOS	PLANTA NUBLE IANSA	IANSA	CAS	I	134				75.0	74.9	26.0	35.9	2.8	1-66	25.22	
081 15 104-0	3630	7200 B-5	SAN CARLOS	COOP. VIT. NUBLE	COOP. VIT. NUBLE	ZAMUDIO	I-SU	132		I									6.94
081 15 105-9	3630	7200 B-6	SAN NICOLAS	HUERTO BONITO	JAIME GARCIA	CELZAC 483	R	125			P	86.0	86.0	22.0	13.0	1.1	-64		7.35
081 15 107-5	3630	7200 B-7	SAN CARLOS	PLANTA NUBLE IANSA	IANSA	CAPTAGUA	I	134				171.0	168.2	41.5	50.2	4.4	11-74		5.91
081 15 106-7	3630	7200 B-8	SAN CARLOS	PLANTA DOLE	STANDARD SERVIS	SAACOL	I	130				45.0	45.0				-88		4.47
081 17 104-1	3630	7200 C-1	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	DOS 90	P-SU	116				46.9	19.7	38.0	17.9	2.9	12-51		4.08
081 17 105-K	3630	7200 C-2	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	DOS 95	P-SU	114				163.5	150.1	88.0	37.0	2.6	10-56		2.61
081 17 106-8	3630	7200 C-3	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	DOS 92	P	114		I		25.5	25.0	35.0	19.9	2.9	10-54		4.34
081 17 107-6	3630	7200 C-4	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	DOS 93	P-AB	113				45.6	29.2	14.0			10-50		tapado
081 17 108-4	3630	7200 C-5	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	CELZAC 201	P-SU	113			P	162.0	119.0	32.8	36.0	8.0	5-57		3.73
081 17 109-2	3630	7200 C-6	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	CELZAC 202	P-SU	114			P	161.0	160.0	50.0	43.0	23.0	10-57		1.35
081 17 110-6	3630	7200 C-7	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	CELZAC 237	P-SU	114			P	179.0	174.5	55.0	36.0	14.0	9-59		3.57

CUADRO III.F.3-1 CATASTRO DE SONDAJES (Continuacibn)

ROL B.N.A.	ROL	IREN	COMUNA	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QUI	REG NIV	EST GEOLG	PROF PERF	PROF HAB	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	NIVEL (m) 1990 N.D.	N.E.
081 17 111-4	3630	7200 C-8	CHILLAN	PLANTA A.P. CHILLAN	SENDOS	CELZAC 238	P-SU	114			P	187.0	187.0	40.0	66.4	24.2	11-59		3.70
081 17 112-2	3630	7200 C-9	CHILLAN	ESTADIO MUNICIPAL	MUNICIP. CHILLAN	CELZAC 250	P	107			P	50.5	50.5	20.0	15.0	3.8	-60		6.27
081 17 113-0	3630	7200 C-10	CHILLAN	PLANTA CCU	C.C.U.	CELZAC 666	P	115			P	100.0	100.0	16.9	30.0	3.7	10-65		7.72
081 17 114-9	3630	7200 C-11	CHILLAN	COOP.AGR. CHILLAN VIEJO	COOP. AGRIC. CHILLAN	CORFO 1032	R	100		I	P	231.0	198.0	100.0	48.2	1.5	11-71	44.48	
081 17 143-2	3630	7200 C-12	CHILLAN	LAS LAJUELAS	REFIMET LTDA.	CRUZAT	R-SU	92				100.0	100.0				3-90		1.40
081 17 115-7	3630	7200 D-1	COIHUECO	FUNDO LOS GUINDOS	EDIO CASANOVA	CORFO 243	R	163	A		P	338.0	225.9	60.0	78.5	18.4	4-58		n/medible
081 17 116-5	3630	7200 D-2	CHILLAN	ESCUELA DE AGRONOMIA	U. DE CONCEPCION	CORFO 315	P	123			P	75.0	75.0	10.0	27.4	4.4	1-59		12.77
081 17 117-3	3630	7200 D-3	CHILLAN	EST. EXP. CUATRO SUR	INDAP.	CORFO 380	R-SU	122			P	230.0	230.0	80.0	107.0	10.6	11-62		9.67
081 17 118-1	3630	7200 D-4	COIHUECO	FUNDO LOS GUINDOS	EDIO CASANOVA	CORFO 443	E-AB	163			P	202.5	202.5	90.0	40.0	10.0	5-63		tapado
081 17 119-K	3630	7200 D-5	COIHUECO	FUNDO LOS GUINDOS	EDIO CASANOVA	CORFO 473	E-AB	163			P	115.4	0.0				7-64		tapado
081 17 120-3	3630	7200 D-6	COIHUECO	FUNDO LOS GUINDOS	EDIO CASANOVA	CORFO 489	E-AB	163	A		P	165.0	0.0				11-65		tapado
081 17 121-1	3630	7200 D-7	COIHUECO	FUNDO STA LAURA	TOMAS TRONCOSO	CELZAC 1052	R-SV	151		I	P	79.0	76.6	20.0	19.9	1.2	9-69		1.62
081 17 122-K	3630	7200 D-8	COIHUECO	FUNDO STA LAURA	ROSA ALAMOS	CELZAC 1056	R	153			P	85.5	85.5	30.0	35.9	1.3	10-69		2.77
081 17 133-5	3630	7200 D-9	CHILLAN	PLANTA ANAGRA	FORESTAL SUDAM.	C.P.A.	I	141			P	81.0	80.0	17.0	16.7	2.3	8-88		recuper
081 17 126-2	3630	7200 D-10	CHILLAN	ESCUELA DE AGRONOMIA	UNIV. DE CONCEPCION		P	183											n/medible
081 17 132-7	3630	7200 D-11	COIHUECO	EL EMBOQUE	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1635	P	170			P	45.3	45.3	10.0	19.5	Surgente	12-84	3.69	surgente
081 18 104-7	3630	7210 B-1	SAN NICOLAS	PUEBLO SAN NICOLAS	SENDOS	SAACOL 1518	P	97			P	40.0	40.0	9.2	30.1	2.3	11-81	8.32	
081 17 125-4	3630	7210 C-1	CHILLAN	HIJUELA 1 HUAPE	FERNANDO GRAFF	CORFO 277	E-AB	58			P	140.0	0.0				9-58		
081 17 135-1	3630	7210 C-2	CHILLAN	PUEBLO HUAPE	A.P.R. SENDOS	SAACOL 1602	P	56			P	25.0	25.0	7.9	16.9	2.1	5-83		N/medible
081 17 134-3	3630	7210 C-3	CHILLAN	POBL-BELLAVISTA RUCAPEQUE	A.P.R. SENDOS	ZACI 1928	P-SU	52			P	50.0	50.0	6.6	22.1	3.5	3-89		N/medible
081 40 100-4	3630	7220 A-1	PORTEZUELO	LA QUINTA	HUGO GARRIDO	DOS 400	R-SU	120									8-53		1.75
081 40 101-2	3630	7220 A-2	PORTEZUELO	PARROQUIA-ESCUELA	RP MARYKNLONLL	CELZAC 614	P	125				32.0	30.0	1.0	23.1	2.8	-65		2.84
081 40 103-9	3630	7220 A-3	PORTEZUELO	LA QUINTA	HUGO GARRIDO		R-AB	120											tapado
081 40 107-1	3630	7220 A-4	PORTEZUELO	EL SAUCE	RUBEN FERNANDEZ		E-AB	121											tapado
081 40 102-0	3630	7220 A-5	PORTEZUELO	PARROQUIA-ESCUELA	RP MARYKNLONLL	CELZAC	P	125				35.0					-79		4.15
081 40 112-8	3630	7220 A-6	PORTEZUELO	PUEBLO PORTEZUELO	A.P.R. SENDOS	SAACOL	P	124				55.0					-81	40.03	
081 19 100-K	3630	7220 C-1	CHILLAN	PUEBLO CONFLUENCIA	A.P.R. SENDOS		P	25											N/medible
081 35 102-3	3630	7220 C-2	RANQUIL	PUEBLO NUEVA ALDEA	A.P.R. SENDOS	CELZAC 1299	P	26			P	20.0	20.0	37.0	4.7	4.2	6-77		N/medible
081 19 101-8	3630	7220 D-1	CHILLAN	QUINCHAMALI	A.P.R. SENDOS	CAPTAGUA 1202	P	40			P	50.0	50.0	18.7	4.7	1.0	8-77		3.81
081 40 104-7	3630	7230 D-1	RANQUIL	PLANTA A.P. NIPAS	SENDOS	CELZAC 427	P-SU	50			RP	34.7	34.7	7.9	17.0	2.1	1-63		2.29
081 40 105-5	3630	7230 D-2	RANQUIL	PLANTA A.P. NIPAS	SENDOS	CELZAC 407	P-AB	50	A		P	20.6	20.6	1.0	12.6	6.0	10-62		no existe
081 40 106-3	3630	7230 D-3	RANQUIL	PLANTA A.P. NIPAS	SENDOS	CELZAC 428	P-AB	50	A		RP	39.0	39.0	1.0	24.8	2.5	3-63		no existe
081 40 108-K	3630	7230 D-4	PORTEZUELO	ORILLA DE ITATA	A.P.R. SENDOS	SAACOL 1288	P	25			P	20.0	20.0	10.0	13.4	6.8	3-78		6.84
081 40 111-K	3630	7230 D-5	RANQUIL	PUEBLO EL CENTRO	SENDOS A.P.R.	CAPTAGUA 1241	P	25				30.0	30.0	16.8	11.5	4.5	10-77		6.00
081 40 109-8	3630	7230 D-6	RANQUIL	PLANTA A.P. NIPAS	SENDOS 1050		P-SU	50				25.0							2.06
081 40 110-1	3630	7230 D-7	RANQUIL	PLANTA NIPAS	SENDOS	DOS 1083	P-AB	25			P	15.5	15.0	7.0	7.8	5.4	4-73		tapado
081 17 133-4	3640	7140 A-1	PINTO	TANILVORO	A.P.R. SENDOS	SAACOL 1289	P	257	A	I	P	35.0	35.0	12.0	25.3	25.1	2-78	26.32	
081 17 127-0	3640	7150 A-1	PINTO	FUNDO LA PIEDRA	AGROPEC STA ROSA	CELZAC 1088	R	230			P	90.0	90.0	40.0	59.0	25.4	2-70		N/medible
081 17 128-9	3640	7150 B-1	PINTO	PUEBLO DE PINTO	SENDOS		P-SU	300	A	I									no existe
081 17 129-7	3640	7150 B-2	PINTO	PUEBLO DE PINTO	SENDOS		P-AB	300											tapado
081 17 130-0	3640	7150 B-3	PINTO	PUEBLO EL ROSAL	A.P.R. SENDOS		P	325									5-66	21.10	
081 17 131-9	3640	7150 B-4	PINTO	PUEBLO DE PINTO	SENDOS	CORFO 1116	P	300			P	146.0	137.0	10.0	66.0	52.4	9-72	62.62	
081 17 140-8	3640	7150 B-5	PINTO	PUEBLO EL ROSAL	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1800	P-SU	325			P	50.0	50.0	8.0	16.4	4.9	8-86		5.00
081 17 142-4	3640	7150 B-6	PINTO	SANTA TERESA	ALOYS SCHIMDT	C.P.A.	R	279				120.0	120.0				-89		12.08
081 17 138-6	3640	7150 B-7	PINTO	ESTACION PINTO	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1680	P-SU	280			P	50.0	50.0	3.0	17.1	6.0	7-85		7.48
081 34 100-1	3640	7150 C-1	SAN IGNACIO	PUEBLO SAN MIGUEL	A.P.R. SENDOS	CELZAC 729	P	278		I	P	21.0	20.2	4.0	4.0	surgente	4-66		N/medible
081 34 110-9	3640	7200 C-1	SAN IGNACIO	FUNDO LA GREDA	AGRICAMEX		R-SU	180				86.0	86.0						4.56

CUADRO III.F.3-1 CATASTRO DE SONDAJES (Continuación)

ROL B.N.A.	ROL	IREN	COMUNA	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QUI	REG NIV	EST GEOLG	PROF PERF	PROF HAB	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	NIVEL (m) 1990 N.D.	N.E.
081 34 113-3	3640	7200 C-2	SAN IGNACIO	PUEBLO CANTARRANA	A.P.R. SENDOS	ZACI LTDA	P-SU	161				74.0					1-90		3.33
081 34 112-5	3640	7200 C-3	BULNES	LOS MAITENES	JORGE ALLENDE	ZANARTU	R-SU	158									3-90		
081 34 101-K	3640	7200 D-1	SAN IGNACIO	PLANTA A.P. SAN IGNACIO	SENDOS	CELZAC 258	P	250		I	P	154.0	152.7	20.0	19.0	9.5	4-60		13.46
081 34 102-8	3640	7200 D-2	SAN IGNACIO	PLANTA A.P. SAN IGNACIO	SENDOS	CELZAC 245	P	250			P	105.0	103.0	20.0	22.0	9.1	5-60		N/medible
081 34 103-6	3640	7210 A-1	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS	DOS 72	P-AB	82				130.0							tapado
081 34 104-4	3640	7210 A-2	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS	CELZAC 204	P-AB	82	A		P	122.0	122.0	17.5	24.0	6.5	1-58		tapado
081 34 105-2	3640	7210 A-3	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS 428	CELZAC 205	P	82		I	P	116.5	113.0	45.0	63.0	3.0	3-58		34.22
081 34 106-0	3640	7210 A-4	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS	SAACOL 867	P	81	A		P	150.0	150.0	60.0	35.0	3.7	11-70	40.34	
081 34 107-9	3640	7210 A-5	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS	SAACOL 868	P-SU	82	A		P	150.0	150.0	60.0	26.0	10.3	12-70		18.15
081 34 108-7	3640	7210 A-6	CHILLAN	PUEBLO RUCAPEQUEN		CELZAC 730	P-AB	69			RP	28.5	0.0				3-66		no existe
081 34 116-8	3640	7210 A-7	BULNES	PLANTA A.P. BULNES	SENDOS	HIDROSAN 1296	P	82			P	150.0	150.0	40.0	48.8	7.0	1-88	44.46	
081 33 100-6	3640	7210 C-1	BULNES	PLANTA A.P. STA CLARA	SENDOS 299	CELZAC 247	P	94			P	102.0	99.5	18.2	25.4	16.7	7-60		N/medible
081 33 101-4	3640	7210 C-2	BULNES	PLANTA A.P. STA CLARA	SENDOS 300	CELZAC 257	P	94		I	P	100.0	99.0	15.0	30.0	15.8	8-60		24.12
081 34 115-K	3640	7210 D-1	BULNES	FUNDO CERRILLOS	ALDEA SOS		P	114				64.0	38.0				-71		24.56
081 34 114-1	3640	7210 D-2	BULNES	TRES ESQUINAS DE BULNES	A.P.R. SENDOS	CAPTAGUA 1203	P	126				50.3	49.0	5.0	24.8	4.3	3-77	12.37	
081 35 100-7	3640	7220 A-1	QUILLON	PUEBLO QUILLON		CELZAC 259	P-AB	69			P	63.0	42.6	3.0	14.2	4.5	4-60		tapado
081 35 101-5	3640	7220 A-2	QUILLON	PUEBLO QUILLON		CELZAC 251	P-AB	68			RP	69.0	59.7	3.0	14.0	4.0	1-60		tapado
081 33 103-3	3640	7220 A-3	QUILLON	VILLA TENNEESSE	A.P.R. SENDOS	CELZAC 720	P	54			P	42.5	31.4	6.0	11.0	6.4	3-66	9.04	
081 33 104-9	3640	7220 C-1	QUILLON	CHILLANCITO DE QUILLON	A.P.R. SENDOS	C.P.A.	P	50			P	70.0	70.0	15.0	12.0	0.9	-85	9.34	
081 35 103-1	3640	7220 C-2	QUILLON	HUACAMALA	A.P.R. SENDOS	C.P.A. 1683	P-SU	74			P	25.0	25.0	3.0	13.1	1.6	8-85		3.04
081 33 102-2	3640	7220 D-1	BULNES	PALPAL	RODRIGO DE LA PUENTE	ZANARTU	R	72									10-89	20.88	
081 35 104-K	3640	7230 B-1	QUILLON	PUERTO COYANCO	A.P.R. SENDOS	CAPTAGUA 1201	P	56				30.0	30.0	4.3	18.5	surgente	-77	16.17	
082 10 100-4	3640	7250 A-1	PENCO	VIDRIOS LIRQUEN	VIDRIOS LIRQUEN	CAS	I-AB	7				20.0	0.0						no existe
082 10 101-2	3640	7250 A-2	PENCO	FUNDO COIHUECO	EX CRAV	CAS	I-AB	20				14.0	14.0	3.6	11.1	1.1	4-62		no existe
082 10 102-3	3640	7250 A-3	PENCO	FUNDO COIHUECO	EX CRAV	CAS	I-AB	20				16.0							no existe
082 30 100-3	3640	7300 A-1	TALCAHUANO	HUACHIPATO	CAP	CORFO 312	I-AB	18			RP	135.0	0.0				3-59		no existe
082 30 101-1	3640	7300 A-2	TALCAHUANO	HUACHIPATO	CAP	CORFO 325	I-AB	18			P	46.0	0.0				5-59		no existe
082 30 102-K	3640	7300 A-3	TALCAHUANO	HUACHIPATO	CAP	CORFO 331	I-AB	18			P	41.0	36.0	12.0	18.5	0.6	6-59		tapado
082 30 103-8	3640	7300 A-4	TALCAHUANO	HUACHIPATO	CAP	CORFO 335	I-SU	18			P	46.0	32.4	11.5	21.6	0.0	8-59		surgente
082 30 104-6	3640	7300 A-5	TALCAHUANO	PESQUERA TIMONEL	SAELZER - HNOS	CAS	I	20	I			21.0	21.0	7.0	4.5	3.8	8-63		5.06
082 30 105-4	3640	7300 A-6	TALCAHUANO	FABRICA DE MANTECA	HENRIQUEZ - DONOSO	CELZAC 831	I-AB	24			P	46.5	20.0	6.0	4.2	2.5	9-67		tapado
082 30 106-2	3640	7300 A-7	TALCAHUANO	INDUSTRIA DE JABONES	MIGUEL MARITANO	CAS 1186	I-AB	12				42.0	0.0						no existe
082 30 107-0	3640	7300 A-8	TALCAHUANO	INDUSTRIA DE JABONES	MIGUEL MARITANO	CAS 1188	I-AB	12				15.0	15.0	9.0	8.0	1.8	5-71		desperdici
	3640	7300 B-1	(pozo reubicado)																
082 10 103-9	3640	7300 B-2	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CAS	I-AB	2				8.0	8.0	1.5					tapado
082 10 104-7	3640	7300 B-3	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CAS	I-AB	2				17.0	17.0	1.5					tapado
	3640	7300 B-4	(pozo reubicado)																
	3640	7300 B-5	(pozo reubicado)																
082 10 105-5	3640	7300 B-6	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 496	I-AB	2			P	18.0	18.0	2.0	10.5	1.6	-64		tapado
082 10 106-3	3640	7300 B-7	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 497	I-AB	2			P	22.0	10.6	1.4	3.1	0.8	-64		tapado
082 10 107-1	3640	7300 B-8	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 498	I-AB	2			P	10.0	10.0	1.5	7.0	2.0	3-64		tapado
082 10 108-K	3640	7300 B-9	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 499	I-AB	2			P	11.0	7.0	0.3	4.0	2.0	-64		tapado
082 10 109-8	3640	7300 B-10	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 500	I-AB	2			P	7.0	7.0	0.9	3.5	1.1	-64		tapado
082 10 110-1	3640	7300 B-11	PENCO	SUDAM FOSFATOS	COSAF	CELZAC 501	I-AB	2			P	7.0	7.0	1.0	4.0	1.5	-64		tapado
082 30 108-9	3640	7300 C-1	TALCAHUANO	ASERRADEROS SAN VICENTE	ASERRADEROS SAN VICEN	CRUZAT	I-AB	24				30.0	0.0				-88		tapado
082 30 110-0	3640	7300 C-2	TALCAHUANO	EMBOTELLADORA COCA-COLA	EMBOT. WILLIAMSON	CAS	I-AB	26				40.0	40.0	6.0	20.5	6.5	6-62		tapado
082 30 109-7	3640	7300 C-3	TALCAHUANO	EMBOTELLADORA COCA-COLA	EMBOT. WILLIAMSON	CAS	I-AB	26				36.0	36.0	15.0	16.0	1.8	11-61		tapado

CUADRO III.F.3-1 CATASTRO DE SONDAJES (Continuación)

ROL B.N.A.	ROL	IREN	COMUNA	NOMBRE DEL PREDIO	PROPIETARIO	CONSTRUCTOR	USO	COTA (msnm)	AN QUI	REG NIV	EST GEOLG	PROF PERF	PROF HAB	CAUDAL (l/s)	NIVEL DINAM (m)	NIVEL ESTAT (m)	FECHA TERM	NIVEL (m) 1990 N.D.	N.E.
082 30 111-9	3640	7300 C-4	TALCAHUANO	EMBOTELLADORA COCA-COLA	EMBOT. WILLIAMSON	CAS	I-SU	36				31.0	31.0	8.0	14.2	2.7			3.30
	3640	7300 D-1	(fuera del área de estudio)																
	3640	7300 D-2	(fuera del área de estudio)																
082 20 100-9	3640	7300 D-3	CONCEPCION	A.P. PUCHACAY		CAS	P-AB	9				30.0	30.0	12.0	20.8	3.4	1-60		no existe
082 20 101-7	3640	7300 D-4	CONCEPCION	A.P. PUCHACAY		CAS	P-AB	19				80.0	80.0	25.0	24.8	4.0	3-60		no existe
082 20 102-5	3640	7300 D-5	PENCO	A.P. COSMITO		CAS	I-AB	18				13.0	13.0	2.8	10.1	1.4	4-60		no existe
	3640	7300 D-6	(fuera del área de estudio)																
	3640	7300 D-7	(fuera del área de estudio)																
082 20 103-3	3640	7300 D-8	CONCEPCION	COMERCIAL STA ELENA	SOPROLE	CAS	I	9				24.0	24.0	6.0	17.3	4.9	12-67		3.85
082 20 104-1	3640	7300 D-9	CONCEPCION	VILLA UNIVERSITARIA		CAS 842	P-AB	7				29.0	29.0	3.5	17.9	5.2	4-65		no existe
082 20 105-K	3640	7300 D-10	CONCEPCION	COMERCIAL STA ELENA	SOPROLE		I-SU	9				18.0	18.0				63		4.44
081 34 109-5	3650	7200 A-1	SAN IGNACIO	PUEBLO QUIRIQUINA	A.P.R. SENDOS	CRUZAT	P-SU	183		I	P	19.0	19.0	4.4	9.6	3.8	5-66		3.87
081 31 100-5	3650	7200 A-2	SAN IGNACIO	PUEBLO SECO	A.P.R. SENDOS		P-AB	194		I									tapado
081 31 101-3	3650	7200 A-3	SAN IGNACIO	PUEBLO SECO	A.P.R. SENDOS	CORFO 1096	P	194	A		P	53.0	28.0	8.0	8.8	2.9	3-72	10.46	
081 34 111-7	3650	7200 A-4	SAN IGNACIO	PUEBLO QUIRIQUINA	A.P.R. SENDOS	ZACI	P	183				40.0	40.0				-87	3.80	
081 31 102-1	3650	7200 B-1	EL CARMEN	PLANTA A.P. EL CARMEN	SENDOS	CELZAC 260	P-AB	250		I	P	27.0	24.7	6.5	19.7	6.4	8-60		tapado
081 31 103-K	3650	7200 B-2	EL CARMEN	PLANTA A.P. EL CARMEN	SENDOS	CELZAC 261	P-SU	250			P	39.6	39.6	15.0	20.6	3.6	6-60		13.66
081 31 104-8	3650	7200 B-3	EL CARMEN	PLANTA A.P. EL CARMEN	SENDOS	CELZAC 801	P	250			P	40.0	40.0	3.8	20.0	9.7	3-67	22.43	
081 31 105-6	3650	7200 B-4	EL CARMEN	PLANTA A.P. EL CARMEN	SENDOS		P	250											10.06
081 32 100-0	3650	7200 C-1	PEMUCO	PLANTA A.P. PEMUCO	SENDOS 223	CELZAC 253	P-SU	200			P	103.0	100.4	20.0	37.0	27.9	12-59		27.45
081 32 101-9	3650	7200 C-2	PEMUCO	PLANTA A.P. PEMUCO	SENDOS 224	CELZAC 256	P	200			P	104.0	102.0	11.0	35.9	28.9	2-60		29.99
081 32 102-7	3650	7200 C-3	PEMUCO	PLANTA A.P. PEMUCO	SENDOS 1069	SAACOL 1069	P	200			P	154.0	154.0	25.0	39.5	20.9	5-74		28.22
081 32 104-3	3650	7210 A-1	PEMUCO	SAN MIGUEL DE DIGUILLIN	A.P.R. SENDOS	ZACI 1821	P-SU	94			P	55.0	55.0	27.5	16.7	12.7	11-88		N/medible
081 32 105-1	3650	7210 A-2	PEMUCO	SAN MIGUEL DE DIGUILLIN	A.P.R. SENDOS	C.P.A.	P-AB	94				30.0	30.0				-85		
081 24 100-7	3650	7210 C-1	PEMUCO	PUEBLO SAN PEDRO	A.P.R. SENDOS	CARLOS JARPA 1306	P	125			P	148.0	148.0	15.0	50.4	12.0	5-78		15.48
081 23 101-K	3700	7150 C-1	YUNGAY	PLANTA LOS PLACERES	SENDOS	SAACOL 842	P	314			P	80.0	80.0	25.0	67.7	21.8	12-70		N/medible
081 23 100-1	3700	7150 C-2	YUNGAY	PLANTA LOS PLACERES	SENDOS	SAACOL 853	P	314	A		P	80.0	80.0	15.0	21.5	13.0	2-71		28.25
081 23 102-8	3700	7200 D-1	YUNGAY	MADERAS CHOLGUAN	CHOLGUAN S.A.	CORFO 183	I-AB	260			P	78.0	0.0				3-56		tapado
081 22 100-6	3710	7150 A-1	TUCAPEL	PLANTA A.P. HUEPIL	SENDOS 230	CELZAC 252	P	362			P	94.0	94.0	18.0	22.0	6.2	1-60	23.70	
081 22 101-4	3710	7150 A-2	TUCAPEL	PLANTA A.P. HUEPIL	SENDOS 229	CELZAC 255	P	362			P	89.0	72.3	20.0	19.5	6.4	12-59		12.77

Es necesario señalar que la información proveniente de las encuestas relizadas a todos los sondajes del área, representa la situación de ellos al momento de esa encuesta, especialmente en lo relativo a caudales, frecuencia de uso y volúmenes extraídos.

1.3 Uso de las Aguas Subterráneas

La explotación de aguas subterráneas en la zona de estudio no es intensiva, dada la disponibilidad de aguas superficiales en la mayor parte del año. La extracción del recurso subterráneo está orientada de preferencia al uso potable y en menor grado al uso agrícola e industrial.

Dicha explotación se realiza en forma mecánica fundamentalmente, mediante bombas y también en forma natural, a través de pozos surgentes cuyas aguas son en general aprovechadas en regadío.

Se ha establecido que de los caudales actualmente extraídos, los valores porcentuales asociados a los distintos tipos de uso varían en los siguientes rangos:

	Promedio anual	Variación
- Agua Potable :	44.2 %	40 - 60 %
- Agua Industrial :	30.5 %	20 - 40 %
- Regadío :	25.3 %	0 - 40 %

Cabe señalar que los porcentajes reales de uso varían en estos rangos para las diferentes épocas del año y para diferentes años, especialmente en el riego, debido a la influencia del clima.

a) Agua Potable

El uso en agua potable de los recursos subterráneos extraídos es el de mayor importancia, siendo a la vez el que experimenta menor variación en las diferentes épocas del año.

La explotación para agua potable es realizada en gran medida por ESSBIO (ex-SENDOS), a través de sus Departamentos Rural y Urbano. En este sentido cabe señalar que los volúmenes extraídos con fines urbanos representan del orden del 80% del volumen total extraído para agua potable, a pesar de ser el número de captaciones rurales la de mayor importancia, lo que se ve reflejado en los siguientes porcentajes:

- A. P. Rural (ESSBIO)	:	49 %
- A. P. Urbano (ESSBIO)	:	35 %
- Pozos particulares	:	16 %

Estos porcentajes incluyen todos los sondajes y punteras (ESSBIO). Las norias y punteras particulares no han sido consideradas dada la escasa relevancia que representa el volumen extraído por ellas, a pesar del número considerable de éstas al existir al menos una noria por cada hogar campesino.

En el Cuadro III.F.3-2 se presenta un resumen con los pozos que son utilizados para agua potable; los casos en los cuales aparecen frecuencias de uso diferentes para un mismo pozo corresponden a situaciones en que, dependiendo del período del año, el uso de aguas subterráneas es más intenso (primevera-verano) o menos intenso (otoño-invierno). Con esta información ha podido calcularse que el volumen anual extraído para agua potable es en la actualidad de 6.42 millones de m3/año.

CUADRO III.F.3-2 SONDAJES PARA USO POTABLE

SONDAJE N°	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/día	FRECUENCIA DE USO mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
3610-7140 C1	3.0	8	6	15,573
3610-7140 C2	3.0	8	6	15,573
3610-7150 D1	3.0	4	12	15,768
3620-7140 A3	2.0	7	12	18,396
3620-7140 B1	3.5	1.5	12	6,899
3620-7140 C1	2.0	6	6	7,884
	2.0	4	6	5,256
3620-7140 C3	2.0	2	12	5,256
3620-7140 C5	3.0	2	6	3,942
	3.0	4	6	7,884
3620-7140 D2	5.0	3	12	19,710
3620-7150 A1	2.0	3	6	3,942
	2.0	2	6	2,628
3620-7150 C2	90.0	20	6	1,182,600
3620-7150 C3	90.0	18	6	1,064,340
3620-7150 D1	1.5	3	6	2,957
	1.5	2	6	1,971
3620-7150 D3	5.0	1	12	6,570
3620-7210 A1	0.6	1.5	6	591
	0.6	1	6	394
3620-7220 B2	0.5	3.5	12	2,300
3620-7220 B3	1.5	2	6	1,971
	1.5	1.5	6	1,478
3620-7240 D7	10.0	14	6	91,980
3620-7240 D8	12.0	14	6	110,376
	2.0	10	6	13,140
3630-7140 A2	1.5	6	12	11,826
3630-7140 C1	12.0	3	6	23,652
	12.0	4	6	31,536
3630-7140 C2	16.0	8.5	6	89,352
	16.0	12	6	126,144
3630-7140 C4	4.0	3	6	7,884
3630-7150 A1	2.5	2.5	6	4,106
	2.5	3.5	6	5,749
3630-7150 B2	2.0	2	6	2,628
	2.0	3	6	3,942
3630-7150 C3	3.0	3.5	6	6,899
	3.0	2.5	6	4,928
3630-7150 D3	2.0	4	6	5,256
	2.0	7	6	9,198
3630-7200 A5	1.6	4	6	4,205
	1.6	3	6	3,154
3630-7200 A6	5.0	2	6	6,570
	5.0	1.5	6	4,928
3630-7200 B1	1.0	1	12	1,314
3630-7200 C10	20.0	0.02	12	526
3630-7200 C3	15.0	15	6	147,825
	15.0	1	6	9,855
3630-7200 C9	15.0	9	5	73,913
3630-7200 D11	2.0	4	6	5,256
	2.0	6	6	7,884
3630-7200 D2 y 3630-7200 D10	8.0	2.5	12	26,280
3630-7210 B1	4.0	18	6	47,304
	4.0	12	6	31,536
3630-7210 C2	2.0	6	6	7,884
	2.0	2	6	2,628
3630-7220 A5	0.3	0.5	12	197
3630-7220 A6	5.0	8	6	26,280
	5.0	1	6	3,285

CUADRO III.F.3-2 SONDAJES PARA USO POTABLE (continuación)

SONDAJE N°	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/dia	FRECUENCIA DE USO mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
3630-7220 C1	1.5	6	6	5,913
	1.5	4	6	3,942
3630-7220 C2	1.5	6	6	5,913
	1.5	4	6	3,942
3630-7220 D1	5.0	6	12	39,420
3630-7230 D4	2.0	1.3	6	1,708
	2.0	2.5	6	3,285
3630-7230 D5	2.0	1.5	6	1,971
	2.0	6	6	7,884
3640-7140 A1	3.0	3	6	5,913
	3.0	2	6	3,942
3640-7150 B3	1.5	5	6	4,928
	1.5	8	6	7,884
3640-7150 B4	5.0	16	6	52,560
	5.0	12	6	39,420
3640-7150 C1	1.0	18	6	11,826
	1.0	12	6	7,884
3640-7200 D1	6.0	10	6	39,420
3640-7200 D2	6.0	5	6	19,710
3640-7210 A3	16.0	6	6	63,072
	16.0	5	6	52,560
3640-7210 A4	18.0	6	6	70,956
	18.0	5	6	59,130
3640-7210 A7	34.0	10	6	223,380
	34.0	16	6	357,408
3640-7210 C1	10.8	9.0	6	63,860
3640-7210 C2	10.8	6.5	6	46,121
3640-7210 D1	4.0	4	12	21,024
3640-7210 D2	1.0	3	6	1,971
	1.0	5	6	3,285
3640-7220 A3	2.0	3	6	3,942
	2.0	4.5	6	5,913
3640-7220 C1	3.3	6	6	13,009
	3.3	4	6	8,672
3640-7230 B1	1.5	6.5	6	6,406
	1.5	3	6	2,957
3650-7200 A3	17.0	8	6	89,352
	17.0	14	6	156,366
3650-7200 A4	2.0	4.5	6	5,913
	2.0	6	6	7,884
3650-7200 B3	7.0	10	6	45,990
	7.0	14	6	64,386
3650-7200 B4	8.0	10	6	52,560
	8.0	14	6	73,584
3650-7200 C2 y 3650-7200 C3	11.8	11	12	170,557
3650-7210 C1	3.0	1.5	6	2,957
	3.0	3	6	5,913
3700-7150 C1	12.0	5.5	6	43,362
	12.0	8	6	63,072
3700-7150 C2	14.0	6	6	55,188
	14.0	3.5	6	32,193
3710-7150 A1	20.0	15	6	197,100
3710-7150 A2	20.0	10	6	131,400
DREN PUNTA PARRA	3.0	16	6	31,536
DREN PUNTA PARRA	3.0	8	6	15,768
NORIA MINAS PRAD	3.0	5	6	9,855
NORIA MINAS PRAD	3.0	6	6	11,826
NORIA RUCAPEQUEN	1.0	8	6	5,256
NORIA RUCAPEQUEN	1.0	6	6	3,942
PUNT. GUARILIHUE	1.8	20	6	23,652
PUNT. GUARILIHUE	1.8	8	6	9,461

CUADRO III.F.3-2 SONDAJES PARA USO POTABLE (continuación)

SONDAJE N°	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/día	FRECUENCIA DE USO mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
PUNT. QUILLON	10.0	22	6	144,540
PUNT. QUILLON	10.0	14	6	91,980
PUNT. QUILLON	13.0	6.5	6	55,517
PUNT. QUILLON	13.0	15	6	128,115
PUNT. RANGUELMO	2.0	17	6	22,338
PUNT. RANGUELMO	2.0	8	6	10,512
PUNT. TREHUACO	3.0	5	6	9,855
PUNT. TREHUACO	3.0	15	6	29,565
PUNT. VEGAS ITA	1.3	3	6	2,562
PUNT. VEGAS ITA	1.3	7.5	6	6,406
VOLUMEN TOTAL ANUAL EXTRAIDO QUE SE UTILIZA : EN AGUA POTABLE (m3/año)				6,434,893

b) Agua Industrial

La explotación de aguas subterráneas con fines industriales se localiza en sectores bien definidos:

1. Sector San Carlos - Chillán: extraídas fundamentalmente por sondajes y algunas norias. Entre las industrias más importantes destacan: IANSA, DOLE, FRISAC, PROPA, FAENADORA DE CARNES, etc.

2. Sector Industrial Talcahuano: comprendido básicamente por pesqueras las cuales explotan el recurso principalmente con punteras.

3. Sector Forestal Coelemu: este sector de gran desarrollo en los últimos años recién ha comenzado la explotación de los recursos subterráneos a través de algunos sondajes.

En el Cuadro III.F.3-3 se presenta un resumen con los pozos que son utilizados con fines industriales; con ello se ha calculado que el volumen anual extraído para uso industrial es en la actualidad de 4.44 millones m3/año.

CUADRO III.F.3-3 SONDAJES PARA USO INDUSTRIAL

SONDAJE N°	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/día	FRECUENCIA DE USO mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
3620-7150 C5	6.0	24	6	94,608
	6.0	8	6	31,536
3620-7240 D3	8.0	12	12	126,144
3630-7150 C2	3.0	16	12	63,072
3630-7200 A1	35.0	6	6	137,970
	35.0	4	6	91,980
3630-7200 A3	7.0	15	6	68,985
	7.0	5	6	22,995
3630-7200 A4	50.0	8	12	525,600
3630-7200 A7	2.0	18	12	47,304
3630-7200 A8	20.0	24	12	630,720
3630-7200 B2	5.0	4	6	13,140

CUADRO III.F.3-3 SONDAJES PARA USO INDUSTRIAL (continuación)

SONDAJE N°	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/día	mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
3630-7200 B4 y 3630-7200 B7	26.0	24	6	409,968
3630-7200 B8	3.0	24	4	31,536
3630-7200 D9	32.0	12	12	504,576
3640-7300 A5	5.0	5	6	16,425
	5.0	8	6	26,280
3640-7300 D8	1.5	0.75	12	1,478
NORIA CARNES SAN CARLOS	1.0	7	12	9,198
NORIA LECHERA LONGAVI	0.5	24	12	15,768
NORIA MADERERA XILO	3.0	2	8	5,256
NORIAS CHILLAN	5.0	24	12	157,680
PUNTERAS TAL-CAHUANO	35.0	24	12	1,103,760
PUNTERAS COSAF	25.0	10	7	191,625
PUNTERAS FCA. MANTECA TALC.	6.0	14	12	110,376
VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO (m3/año) :				4,327,604

c) Regadío

La explotación del recurso subterráneo con fines agrícolas es nula en los meses de invierno, y en la temporada de primavera y verano este recurso es utilizado solamente como complemento de los recursos superficiales, con lo cual su nivel de explotación es relativamente bajo, aunque sensible a los cambios climáticos que puedan limitar los recursos superficiales provenientes de los deshielos.

El área que actualmente se beneficia con regadío proveniente de los recursos subterráneos es del orden de 400 há. No obstante, al entrar en operaciones los pozos que para este fin fueron perforados a comienzos de 1990, podrá llegarse a más de 600 há.

Los sectores de secano o deficitarios de riego son importantes en el área de estudio, no existiendo infraestructura de sondajes alguna para satisfacer al menos parcialmente sus necesidades. Los pozos utilizados con fines de riego abastecen principalmente sectores cercanos al río Chillán entre Coihueco, Pinto y Chillán, y sectores al Norte del río Cato entre el Puente Nahueltoro y San Carlos.

En el Cuadro III.F.3-4 se presenta un resumen con los pozos que son utilizados para regadío, resultando de esa información un volumen anual extraído en la actualidad de 3.69 millones de m3/año.

CUADRO III.F.3-4 SONDAJES PARA RIEGO

SONDAJE Nº	CAUDAL l/s	FRECUENCIA DE USO hr/dia	mes/año	VOLUMEN UTILIZADO m3/año
3610-7150 C1 *	27.9	24	12	879,338
3610-7150 C3 *	10.3	24	5	135,342
3610-7150 D1 *	3.0	20	12	78,840
3610-7150 D2 *	50.0	24	5	657,000
3620-7140 A2	25.0	8	2	43,800
3620-7240 D6	10.0	10	2	21,900
3630-7150 C1	65.0	10	3	213,525
3630-7150 C4	25.0	20	3	164,250
3630-7150 D1	100.0	1	3	22,995
3630-7150 D4	17.0	12	6	134,028
3630-7200 B6	16.8	12	5	110,376
3630-7200 C11	30.0	15	5	246,375
3630-7200 D1	70.0	10	3	229,950
3630-7200 D8	20.0	10	4	87,600
3640-7150 A1	35.0	24	4	367,920
3640-7150 B6	20.0	5	5	54,750
3640-7220 D1	8.0	24	4	84,096
EXCAV.PETROLEO *	2.0	24	12	63,072
EXCAV.PETROLEO *	1.0	24	12	31,536
PUNTERAS FDO.EL TRANQUE S.IGNACIO	15.0	8	3	39,420
VOLUMEN ANUAL EXTRAIDO (m3/año)				3,666,113

*: Sondaje Surgente

1.4 Explotación a través del tiempo

Un indicador válido y útil para analizar la variación en el tiempo de la explotación de los recursos subterráneos en la zona de estudio, es el de la tasa de aumento del número de pozos construidos a lo largo de los años, lo que se visualiza en el Cuadro III.F.3-5 y en el gráfico de la Figura III.F.3-1. En ese gráfico se puede observar lo siguiente :

- La mayor construcción de pozos se da en los años 1959 a 1960, del orden del 15 % del total actual, en el marco del Plan Chillán llevado a cabo por CORFO, con la finalidad de estudiar el comportamiento de los niveles de agua y de dar asesoría a los agricultores locales.

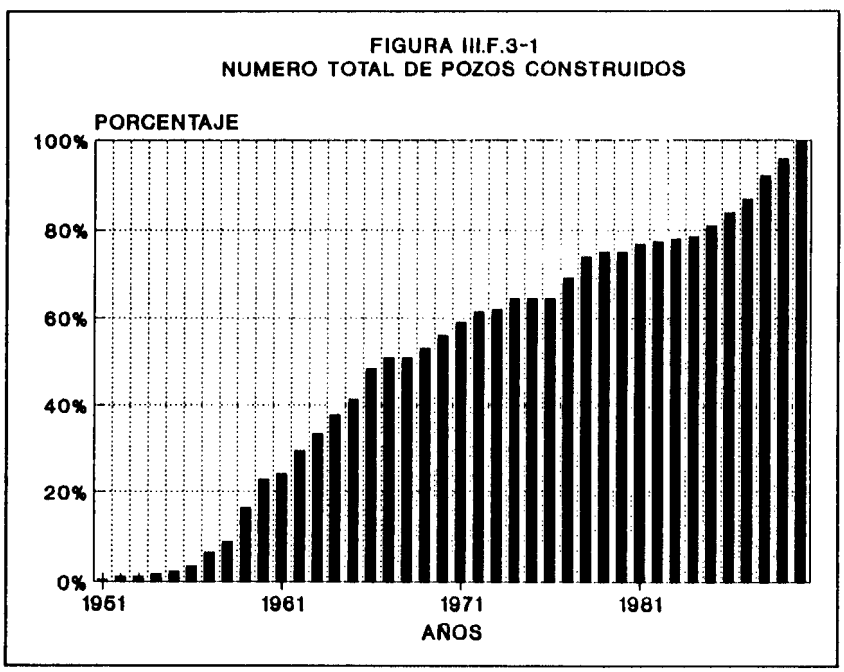
-Las sequías hacia fines de la década del 60 no tuvieron una clara respuesta en la zona, dado que no se produjo un aumento notorio en la perforación de pozos.

CUADRO III.F.3-5 CONSTRUCCION DE POZOS A TRAVES DEL TIEMPO

AÑO	POZOS CONSTRUIDOS PARCIAL	ACUMULADO	%
1951	1	1	0.6%
1952	1	2	1.2%
1953	0	2	1.2%
1954	1	3	1.8%
1955	1	4	2.4%
1956	2	6	3.6%
1957	5	11	6.5%
1958	4	15	8.9%
1959	13	28	16.6%

CUADRO III.F.3-5 CONSTRUCCION DE POZOS A TRAVES DEL TIEMPO

AÑO	POZOS CONSTRUIDOS		
	PARCIAL	ACUMULADO	%
1960	11	39	23.1%
1961	2	41	24.3%
1962	9	50	29.6%
1963	7	57	33.7%
1964	7	64	37.9%
1965	6	70	41.4%
1966	12	82	48.5%
1967	4	86	50.9%
1968	0	86	50.9%
1969	4	90	53.3%
1970	5	95	56.2%
1971	5	100	59.2%
1972	4	104	61.5%
1973	1	105	62.1%
1974	4	109	64.5%
1975	0	109	64.5%
1976	0	109	64.5%
1977	8	117	69.2%
1978	8	125	74.0%
1979	2	127	75.1%
1980	0	127	75.1%
1981	3	130	76.9%
1982	1	131	77.5%
1983	1	132	78.1%
1984	1	133	78.7%
1985	4	137	81.1%
1986	5	142	84.0%
1987	5	147	87.0%
1988	9	156	92.3%
1989	6	162	95.9%
1990	7	169	100.0%



- En líneas generales la curva de pozos construidos guarda estrecha relación con el desarrollo agroecónomico de la región y del país y con la materialización de los planes de abastecimiento de agua potable rural.

- En los últimos años, a partir de 1985, se ha construido cerca del 20% del total de pozos existentes en la zona.

- El uso en agua potable del recurso siempre ha sido prioritario. En particular, el mayor centro urbano de la zona, la ciudad de Chillán, hasta comienzos de la década del 70 satisfacía sus necesidades casi exclusivamente de la explotación de los recursos subterráneos; sin embargo, esta situación se ha revertido a partir de esa fecha, constituyéndose actualmente el recurso subterráneo en complementario de los recursos superficiales captados del río Chillán directamente.

2 HIDROGEOLOGIA CUALITATIVA

2.1 Introducción

Durante el desarrollo del presente estudio se consultó un gran número de informes, otros estudios y antecedentes varios, los cuales han servido como base para el análisis y conclusiones que aquí se incluyen. Los antecedentes más importantes fueron los siguientes:

- Mapa Geológico de Chile, escala 1:1.000.000, SERNAGEOMIN, 1982.
- Hoja Geológica Concepción- Chillán, escala 1:250.000, A. Gajardo, IIG, 1981 y Hoja Geológica Los Angeles- Angol, escala 1:250.000, F. Ferraris, IIG, 1981.
- Reconocimento Geológico de la Alta Cordillera de Los Andes entre los 35° y 38° de Latitud Sur, O. González y M. Vergara, U. de Chile, 1961.
- Los Depósitos de Relleno de la Depresión Central de Chile entre los ríos Lontué y Bío-Bío, J. Varela y H. Moreno, III Congreso Geológico de Chile, 1982.
- Informes hidrogeológicos de distintas localidades para el Programa de Abastecimiento de Agua Potable Rural, SENDOS (27 informes).
- Catastro de Pozos de la Hoya Nº312, Depto. de Recursos Hidráulicos de CORFO, 1973.
- Análisis Crítico de la Red de Medición de Niveles de Agua Subterránes VIII Región, Dirección General de Aguas, 1987.

Adicionalmente a las referencias señaladas, se consideró para la interpretación geológica el reconocimiento de campo realizado durante este estudio, el que fue de gran importancia para efectuar una adecuada interpretación, especialmente en casos en que algunos informes parecían contradictorios.

En la descripción geológica se han agrupado, según su importancia hidrogeológica, las formaciones más antiguas (Paleozoico - Terciario) en lo que se ha denominado Geología Regional. En forma separada se ha descrito más detalladamente las formaciones del Cuaternario, principalmente aquellas que se ubican en la Depresión Central y Precordillera, las cuales revisten la mayor importancia para la existencia de recursos hídricos subterráneos. Además, y con el objeto de situar mejor geográfica y geomorfológicamente la zona, se incluye una breve descripción de las diferentes unidades geomorfológicas, sus principales rasgos, extensión y límites que las caracterizan.

2.2 Geomorfología

La geomorfología del área considerada en el presente estudio, es típicamente la que se reconoce a lo largo de nuestro país y que aparece más marcada en la zona central. Es decir, queda caracterizada por la presencia de cinco unidades que son las siguientes:

Planicie Litoral, Cordillera de la Costa, Depresión Central, Precordillera y Cordillera de los Andes.

Las unidades geomorfológicas en el área corresponden a formaciones que constituyen lo que se ha denominado comúnmente Región Central de las Cuencas y del Llano Fluvio - Glacio - Volcánico. Las principales características y rasgos particulares de las cinco unidades señaladas se describen en forma general a continuación.

La Planicie Litoral se distribuye en forma discontinua de Norte a Sur a lo largo de la Costa presentando alturas medias entre 10 y 40 m.s.n.m. Las zonas de mayor extensión dentro del área del estudio se ubican al Sur, en la costa de Concepción.

La Cordillera de la Costa queda caracterizada por un relieve aplanado con cumbres que no sobrepasan los 800 m.s.n.m., formando una serie compleja, aunque orográficamente insignificante, de lomeríos con cuencas intermontanas de reducidos espacios. Este relieve, inscrito en el antiguo macizo rocoso paleozoico de naturaleza metamórfica y cristalina, es disectado por el curso bajo del río Itata con dirección general NW - SE. La Cordillera de la Costa presenta una gradual redución en su altura hacia el Sur terminando en un relieve envejecido y fuertemente aplanado en las inmediaciones del río Bío-Bío.

La Depresión Central por otra parte, constituye en general una fosa tectónica localizada entre dos muros orográficos que son la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes. Sin embargo, contiene rasgos particulares y diferentes a lo largo del sector central. Es así como en el área de estudio alcanza una altura media de 150 m.s.n.m. y está limitada al Oeste por la Cordillera de la Costa, de baja altura, y al Este por la formación geomórfica denominada Precordillera. El límite Norte se extiende más alla del área de estudio, al igual que el límite Sur. Se caracteriza por una llanura amplia de superficie ondulada, alcanzando su máxima amplitud a cerca de 40 km en la zona de Chillán, para ir paulatinamente reduciéndose hacia el Sur, hasta constituir lomajes menores y desaparecer al quedar en contacto con la Cordillera de Nahuelbuta y la Precordillera.

En el área se reconoce la existencia de un viejo sistema lacustre de espesor considerable que se mezcla con el cono glaciovolcánico del río Ñuble, el que tiene una sustancial importancia en la hidrogeología, por cuanto tendría asociado estratos de diferente permeabilidad. Sin embargo, el resto de la depresión intermedia constituye un relleno apto para contener acuíferos, aunque no de gran extensión debido al carácter heterogéneo del relleno.

La Precordillera, presenta un origen sedimentario con acumulación diversa de materiales volcánicos, glaciales y fluviales dispuestos al pie de la Cordillera Andina. Su altitud va de entre 400 a 500 m.s.n.m. Numerosos esteros afluentes de cursos importantes se forman en esta unidad, la que además es disectada por los ríos Ñuble, Chillán, Diguillín e Itata.

Desde el punto de vista morfogenético es un complejo sistema de conos y abanicos superpuestos, siendo los más antiguos de origen glaciovolcánico, luego fluviovolcánico, y los más recientes correspondientes a cenizas y arenas cohesionadas.

La Cordillera de Los Andes, la más oriental de las unidades geomórficas, es caracterizada por un relieve abrupto con cumbres de entre 1800 a 2000 m.s.n.m. En su seno presenta valles de importante desarrollo, labrados por mecanismos fluvioglaciales, tales como los constituidos por los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín, principalmente. El relieve lo configura gran cantidad de conos volcánicos activos e inactivos que han originado zonas de depositación piroclásticas, mezcladas con material degradacional.

El drenaje en este macizo estaría controlado en forma importante por la tectónica, por cuanto se reconoce asociado a un sistema ortogonal de fallas, condiciones hidrotermales (Termas de Chillán a 1750 m.s.n.m.), y de flujo subterráneo a través de fallas de edad reciente (cuaternarias).

2.3 Geología Regional

La geología regional de la zona de estudio se ha representado en un mapa a escala 1:250.000, englobando el área entre los 36°15' y 37°15' de latitud sur y los 71°30' y 73°00' longitud oeste (Plano N°31). En él, se ha sintetizado información de diferentes levantamientos geológicos efectuados por diversos autores, intentando identificar, definir y relacionar las diferentes unidades o formaciones que existen en el área. Esta integración de la geología a escala regional se ha efectuado con el fin de delimitar y dar una visión general que sirva de base para los estudios hidrogeológicos específicos posteriores, tendientes a la comprensión y caracterización cualitativa y cuantitativa de las aguas subterráneas.

A escala regional, la geología de la cuenca del río Itata y sus alrededores queda configurada por diversos tipos de roca en cuanto a su litología, disposición y edad. Es así como están presentes en el área cuerpos intrusivos cristalinos (Cordillera de la Costa y Andina), metamórficos (Cordillera de la Costa) sedimentarios y volcánicos de amplia extensión areal (Depresión Central y Montaña). La amplitud temporal se prolonga desde el Paleozoico o pre-Paleozoico hasta la actualidad, caracterizada por la presencia de sedimentos holocénicos.

Estas formaciones, en concordancia con los rasgos geomorfológicos, se disponen generalmente en cinturones de dirección NNE - SSW, aunque en ciertos sectores excepcionalmente lo hacen en forma discontinua y desagregada. Las formaciones más modernas, a excepción de los sedimentos fluviales y volcánicos actuales, se localizan en la Depresión Central y Precordillera.

Las formaciones más antiguas se presentan en el macizo costero y están conformadas por rocas metamórficas de gran extensión en el área y cuerpos intrusivos cristalinos, ambos de edad paleozoica. Su interés hidrogeológico es prácticamente nulo.

Formaciones más recientes y de mayor extensión reconocidas en la zona, se localizan en la Depresión Central y Precordillera, cuyo origen es principalmente volcánico- sedimentario, motivadas por procesos degradacionales post glaciales. Tales formaciones se caracterizan por la existencia de extensos conos o abanicos fluviales piroclásticos debidos a flujos de ceniza, glaciales y poligénicos constituidos por depósitos laháricos y preglaciales. Su amplitud temporal abarca todo el período Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno) y parte del Terciario Superior (Plioceno).

En los puntos siguientes se entrega una descripción geológica a escala regional de las diferentes formaciones que han sido reconocidas, con especial énfasis en aquellas susceptibles de constituir recursos aprovechables de aguas subterráneas. El marco geológico regional se puede apreciar en el Plano N°32, elaborado a partir de levantamientos geológicos a escala 1:1.000.000 (SERNAGEOMIN, 1982), 1:250.000 (Gajardo 1981 y Ferraris, 1981) y 1:250.000 (Varela y Moreno, 1982).

Basamento Metamórfico (Pz)

En la zona costera del área, afloran rocas metamórficas de edad paleozoica tales como esquistos, filitas, gneisses y metareniscas, que corresponderían a la serie oriental en que se ha dividido el basamento metamórfico que aparece en el sector central del país. Esta serie corresponde a un metamorfismo de baja presión y alta temperatura. La base de esta unidad es desconocida y su techo lo constituirían parcialmente rocas sedimentarias del Cretácico y Terciario (Gajardo, 1981).

Estas formaciones rocosas, provenientes posiblemente de la corteza terrestre, se distribuyen como una franja de dirección NNE - SSW y aparecen a ambos costados de la desembocadura del río Itata, el cual las atraviesa por un tramo de cerca de 10 Km.

Basamento Cristalino (Kg, Jg, Pzg)

Batolito Costero (Pzg)

Las rocas intrusivas de la Cordillera de la Costa están presentes como un complejo plutónico, compuesto fundamentalmente de tonalita y granodiorita, con intercalaciones menos extensas de diorita y granito. Se extienden como una ancha franja con dirección NNE - SSW al oriente del basamento metamórfico, configurando gran parte de esta cordillera (Batolito Costero). Este cuerpo presenta un contacto intrusivo con el basamento metamórfico e infrayace a las series sedimentario-volcánicas del Triásico (Formación Santa Juana) al SW del área. Este hecho permite asignarle una edad comprendida entre el Paleozoico Superior y el Triásico Inferior (Gajardo, 1981).

Intrusivos Costeros (Jg)

En el sector oriental de la Cordillera de la Costa se han reconocido afloramientos de cuerpos intrusivos discontinuos de dirección NNE - SSW que representan altos topográficos por sobre el macizo granítico paleozoico. De composición semejante a los granitos del Batolito Costero, sus contactos no están establecidos con certeza, pero aparentemente intruirían a éste último por lo que se le puede asignar una edad tentativa jurásica.

Intrusivos Andinos (Kg)

Se disponen discontinuamente en los contrafuertes occidentales de la Cordillera de los Andes. Corresponden a remanentes del macizo andino cordillerano (Batolito Andino) al oriente del área. Su composición consiste principalmente de cuerpos graníticos, tonalitas y granodioritas con un amplio espectro de edades, que van del Cretácico Superior al Terciario Inferior.

Formación Santa Juana (Tr)

Se reconoce al SW del área de estudio, en el curso inferior del río Bío-Bío como una secuencia de rocas sedimentarias dispuestas sobre el Basamento Metamórfico, siendo su techo la actual superficie de erosión. Se compone de areniscas, lutitas con restos fósiles marinos y escasos vegetales. Esta formación se habría depositado en un ambiente marino e infracontinental durante el Triásico Superior.

Formación Río Blanco (Krb)

Ubicada en el norte de la cuenca del río Itata y en la zona alta de los ríos Ñuble y Cato, corresponde a una secuencia volcánica de gran potencia compuesta principalmente por lavas andesíticas y brechas piroclásticas. Su extensión es reducida y de acuerdo a su litología no presentaría mayor interés hidrogeológico.

Formación Cura - Mallín (KTcm)

Los afloramientos más representativos de esta unidad, cuya base es desconocida, se ubican a lo largo de los cursos superiores de los ríos Chillán, Niblinto y Cato. El techo de la formación se dispone discordantemente con la denominada Cola de Zorro (Plioceno). Se compone de areniscas, lulitas y tobas y tendría una edad probable del Cretácico Inferior (Gajardo, 1981).

Formación Curanilahue (Ec)

De edad eocena (Terciario Inferior), esta formación se ubica en los sectores costeros que delimitan las bahías de Concepción, San Vicente y Coliumo. Compuesta por una secuencia sedimentaria consistente de areniscas, arcillas y capas de carbón, sobreyace discordantemente sobre las rocas ígneas y metamórficas paleozoicas de la Cordillera de la Costa.

Todas las formaciones antes descritas presentan prácticamente una nula importancia hidrogeológica, tanto desde el punto de vista de cobijar acuíferos de interés, como de la generación y ocurrencia de aguas subterráneas en el área de estudio. Las formaciones que a continuación se describen, del Terciario y Cuaternario, son de mayor importancia desde ese punto de vista.

2.4 Geología del Cuaternario

La presente descripción de las formaciones cuaternarias, que comprende el Pleistoceno y Holoceno, se refiere fundamentalmente a las presentes en la Depresión Central, Precordillera (Montaña) y parte del macizo Andino (Formación Cola de Zorro). Los estudios geológicos al respecto, presentan diversas interpretaciones en cuanto a la naturaleza y génesis de estas formaciones, aunque en forma global existe acuerdo en asignarles un origen sedimentario - volcánico y una constitución fluvio - glacio - volcánica, centrándose las diferencias en la importancia relativa de los mecanismos de formación.

Es así como según Gajardo y Ferraris (1981) y anteriormente Muñoz (1960), se definió a una parte oriental de la Depresión Central y la Precordillera como Formación Morrena de la Montaña, que según éstos autores correspondería a depósitos morrénicos de escasa compactación con fragmentos de rocas volcánicas. Brüggen (1950) reconoce la existencia de sedimentos glacio - fluviales en parte del sector oriental de la depresión entre los ríos Laja y Bío-Bío.

Al Oeste de ésta, también dentro de la Depresión Central, Muñoz (1960) llamó Formación Mininco a rocas sedimentarias lacustres y fluviales representadas por areniscas, limolitas y conglomerados, dispuestas principalmente en los valles de los ríos y esteros del costado occidental de la Depresión Central.

González y Vergara (1961) denominaron Formación Cola de Zorro a rocas volcánicas de carácter andesítico - basáltico ubicadas en la vertiente occidental de la Cordillera Andina y parte de la Precordillera, entre los ríos Cato y Cholguán.

Posteriormente, Varela y Moreno (1982) desarrollaron un estudio de detalle de los depósitos del relleno central entre los ríos Lontué y Bío-Bío. Estos autores efectuaron una interpretación basada en correlaciones geomorfológicas que permiten agrupar las diferentes formaciones mediante mecanismos simples o complejos, o de diversa génesis, pero que están relacionados entre sí. Con ello, se le dió un carácter principalmente fluvio - volcánico al sector oriental de la Depresión Central, en vez de predominantemente glacial como lo señalaran otros autores.

En el presente análisis descriptivo de las formaciones cuaternarias, se ha preferido éste último enfoque (Varela y Moreno, 1982), por cuanto se ajustaría mejor a las observaciones efectuadas en este estudio durante reconocimientos efectuados en terreno. En todo caso, se ha intentado mantener y relacionar puntos coincidentes entre la extensa bibliografía consultada y el conocimiento directo de terreno. Estas descripciones en todo caso presentan un carácter subjetivo y general para la presente parte del estudio de las aguas subterráneas, el cual ha sido complementado y caracterizado más profundamente en el desarrollo de la hidrogeología cuantitativa que se detalla más adelante.

Formación Cola de Zorro (PPlcz)

Se denomina Formación Cola de Zorro, al conjunto de volcanitas de carácter andesítico - basáltico y piroclastos y lavas basálticas que cubren una gran extensión del macizo andino y que tiene su mayor exposición en la quebrada Cola de Zorro afluente de un tributario del río Ñuble. En el área de estudio abarca gran parte de la Precordillera y Cordillera de los Andes, al Sur de los 36°40', aproximadamente. Esta formación se apoya discordantemente sobre las formaciones Río Blanco y Cura - Mallín. González y Vergara (1961) mencionan una potencia de alrededor de 750 m en el sector de la quebrada del mismo nombre. Su edad sería Pliocénica - Pleistocénica. Su composición litológica es bastante homogénea y comprende lavas y piroclastos, en que las primeras corresponderían a coladas andesíticas basálticas oscuras y los segundos a brechas de color gris oscuro con clastos andesíticos, interestratificadas en las coladas de lava.

Esta unidad penetra por debajo de las formaciones recientes que conforman el relleno central, lo que sumado a su carácter volcánico y estratificado, podría significar un medio importante de recarga de los acuíferos del relleno sedimentario.

Abanico de San Carlos (PlHlsc)

Esta formación del Pleistoceno - Holoceno es la que se ubica más al Norte del área de estudio, cubriendo a lo ancho toda la Depresión Central hasta el río Cato por el Sur. Está constituida por gravas arenosas con clastos mayores hasta el tamaño de bloque. Los depósitos pleistocénicos que constituyen esta formación corresponderían a la depositación producida por el río Ñuble y se presentan sobreyaciendo a depósitos fluvioglaciales ocasionados probablemente por lavado y erosión de cordones morrénicos acumulados al oriente del sector. Por la naturaleza de los materiales presentes, constituye un receptáculo propicio para la existencia de estratos acuíferos que pueden presentarse con diversos grados de confinamiento.

Abanico de Niblinto - Bustamante (Plnb)

Este corresponde a un pequeño abanico fluvial formado en el sector oriental de la Depresión Central en la zona de confluencia de los ríos Cato y Niblinto. Está formado por arenas y gravas arenosas aportadas por los ríos mencionados.

Cono El Carmen y Cono Minas del Prado (Plec) y (Plmp)

Presentan su desarrollo en el borde oriental de la Depresión Central entre la formación del abanico de San Carlos y los contrafuertes Andinos. Corresponden a un cono de fuerte pendiente, compuesto fundamentalmente por gravas descompuestas de clastos redondeados con matriz arenosa y arcillosa. Estos conos corresponderían a depositación desarrollada durante fases glaciales en la región cordillerana, siendo parte de lo que otros autores han definido como Formación Morrena de La Montaña.

Debido a la mezcla heterogénea de gravas, arenas, limos y arcillas, en esta formación es probable encontrar acuíferos más bien pobres, salvo en los depósitos fluviales de los ríos Ñuble y Cato, que atraviesan estas formaciones.

Abanico de Chillán (PlHlch)

Esta formación correspondería a un relleno aluvional de suave pendiente, constituido por gravas y ripios arenosos, depositados por el río Chillán. Se extiende en el interfluvio Chillán - Cato, abarcando prácticamente a todo lo ancho la Depresión Central. Por su naturaleza, constituye una unidad que contendría acuíferos potentes y permeables. Algunos sondajes revelan un espesor de por lo menos 100 m entre Pinto y Chillán.

Cono de Coihueco (PPlc)

Se desarrolla entre los ríos Cato y Chillán, entre la Formación Abanico de Chillán y las formaciones Cola de Zorro y Cura-Mallín. El origen de los materiales que componen la unidad podría corresponder a flujos de cenizas provenientes de los Nevados de Chillán, aunque cabe la posibilidad de que pertenezcan a un cono glacial tal como los serían las unidades ubicadas inmediatamente al Norte. (cono El Carmen y Minas del Prado).

Su litología corresponde principalmente a gruesos paquetes de arcillas con intercalaciones de depósitos lahári cos. Su interés hidrogeológico sería sensiblemente menor, en comparación al de los depósitos de la Formación Chillán.

Abanico piroclástico de San Ignacio (Plsi)

Esta formación ocupa prácticamente todo el ancho de la depresión intermedia y queda comprendida entre los ríos Chillán y Diguillín. Corresponde a un abanico plano de suave inclinación en cuyo nivel superior se reconocen cenizas de colores claros con diverso grado de cohesión. Bajo las cenizas se disponen arenas fluviales de cierta compactación y en algunos sectores depósitos lahári cos gruesos.

Los piroclastos corresponderían a flujos de cenizas (cineríticos) provenientes del grupo de los Nevados de Chillán. El caracter poligénico le daría características muy variables desde el punto de vista hidrogeológico pudiendo esperarse diversos tipos de acuíferos, de variada permeabilidad.

Abanico piroclástico de Pemuco (Plp)

Esta formación se extiende hacia el Sur de la anterior y abarca a todo lo ancho el relleno central hasta el río Itata.

Su pendiente es fuerte hacia el Este, ascendiendo desde 100 a 1100 m.s.n.m. en su extremo apical, donde se engrana con las secuencias volcánicas de la Formación Cola de Zorro. Su composición es parecida a la denominada San Ignacio, esto es, se reconocen paquetes de cenizas sobre un potente depósito lahárico muy consolidado. El origen de los flujos de cenizas y lahares estaría señalado por un centro de emisión volcánica en el extremo apical del abanico.

Sedimentos de arenas del Itata - Laja (Hlcrl)

Corresponden a depósitos de arenas basálticas de color oscuro y cenizas cineríticas, ubicadas entre los ríos Itata y Laja en el sector Suroeste del área de estudio. Estos depósitos holocénicos parecen corresponder a material fluvial depositado por los ríos Laja e Itata junto con material proveniente de un aluvión catastrófico que se habría originado en la zona Andina. También, algunos autores reconocen en esta zona occidental de la Depresión, material piroclástico transportado fluvialmente y eólicamente. Este material que adquiere cierta cohesión y posee una granulometría más bien fina, generaría acuíferos de mediana importancia.

Sedimentos de terrazas y valles actuales (Hsva, Hstf)

Los depósitos sedimentarios de terrazas fluviales se distribuyen en los principales ríos del área, configurando amplios niveles aterrazados en donde se han asentado diversas comunidades urbanas. Están compuestos, por lo general, por gravas y ripios, con clastos redondeados de andesitas y granitos con fracciones variables de arenas y limos, con espesores máximos del orden de 20 m.

En los valles, en torno a la mayor parte de las vías fluviales, se encuentra el relleno actual correspondiente a material no consolidado formado por gravas, ripios y arenas.

Precisamente en la Depresión Central, donde los ríos reducen su capacidad de arrastre, estos depósitos alcanzan su mayor acumulación y cubren las formaciones más antiguas existentes que han sido descritas previamente. Estos depósitos constituyen importantes sistemas acuíferos que a su vez estarían hidráulicamente conectados con las vías fluviales correspondientes.

2.5 Formaciones Acuíferas

La descripción de las formaciones acuíferas presentes en el relleno cuaternario, se efectuó sobre la base de los antecedentes de estudios recopilados, la interpretación de la geología del cuaternario presentada anteriormente y de la elaboración de cuatro perfiles estratigráficos.

La orientación de los perfiles se definió de tal forma de emplear la mayor cantidad de información estratigráfica obtenida de los planos de construcción de los sondajes, y dándole una dirección general Norte-Sur. Ello permite cortar las diferentes formaciones cuaternarias que configuran el valle, con lo cual se facilita la interpretación cualitativa de los acuíferos, mediante la compatibilización entre las características granulométricas del medio atravesado y la geología del entorno.

La ubicación de los perfiles se muestra en el Plano N°30, mientras que éstos, que se han trazado en las Figuras III.F.3-2 a la III.F.3-5, resumen las características hidrogeológicas cualitativas deducibles de acuerdo con los criterios ya señalados.

En general, los antecedentes disponibles indican la existencia de diferentes materiales no consolidados conformando acuíferos de diversos espesores, profundidad y características elásticas, apareciendo confinados, semiconfinados y libres según en qué zona del valle se ubican. Para una descripción más clara y ordenada de las formaciones, se siguió el orden establecido para los perfiles estratigráficos, que abarcan el valle de Oeste a Este. Sin perjuicio de ello, la interpretación se efectuó considerando una visión integrada desde el punto de vista hidrogeológico.

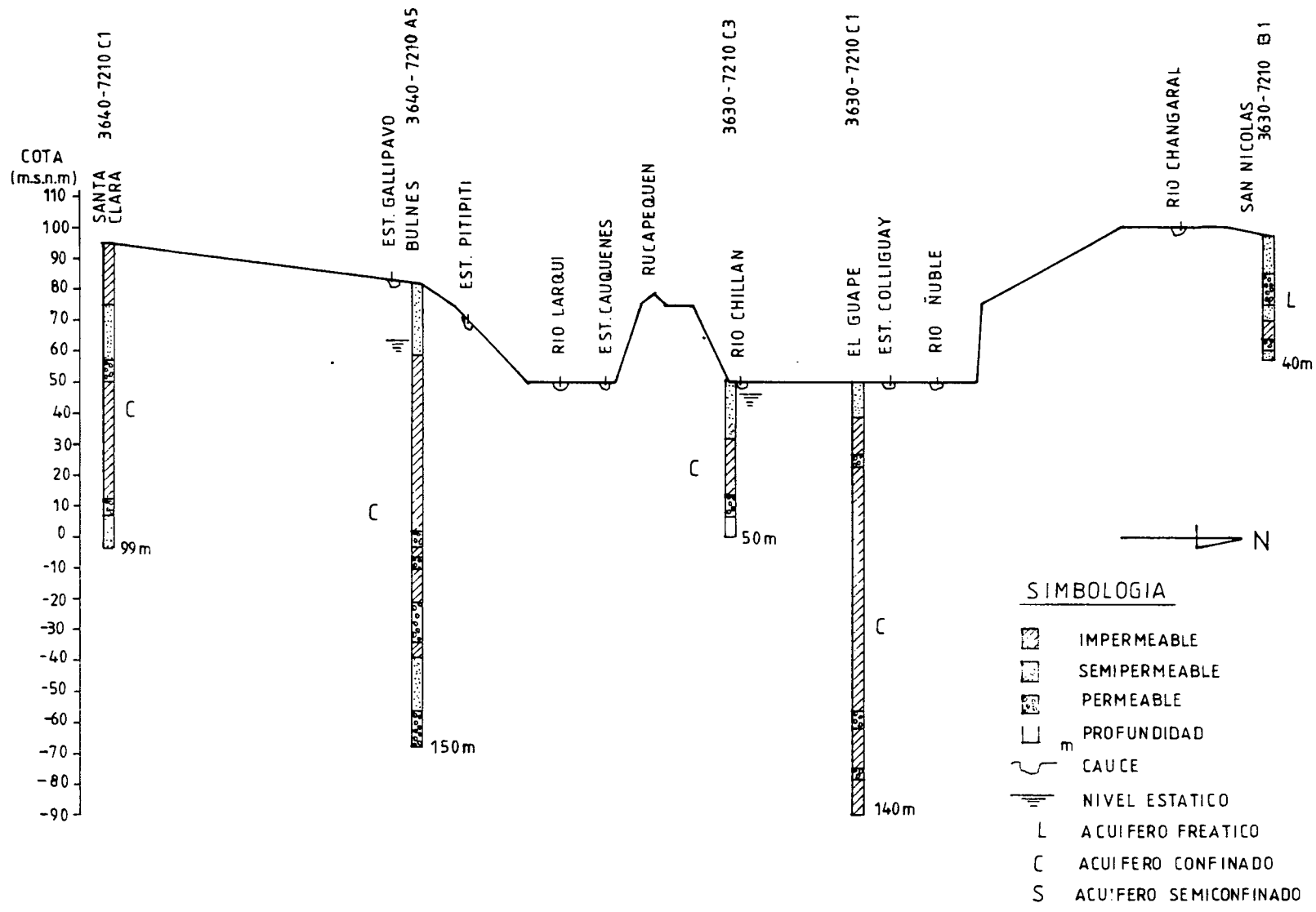


FIGURA III.F.3.-2.PERFIL ESTRATIGRAFICO A-A

ESCALA HORIZONTAL 1: 200.000

ESCALA GRAFICA

0 1 2 5Km

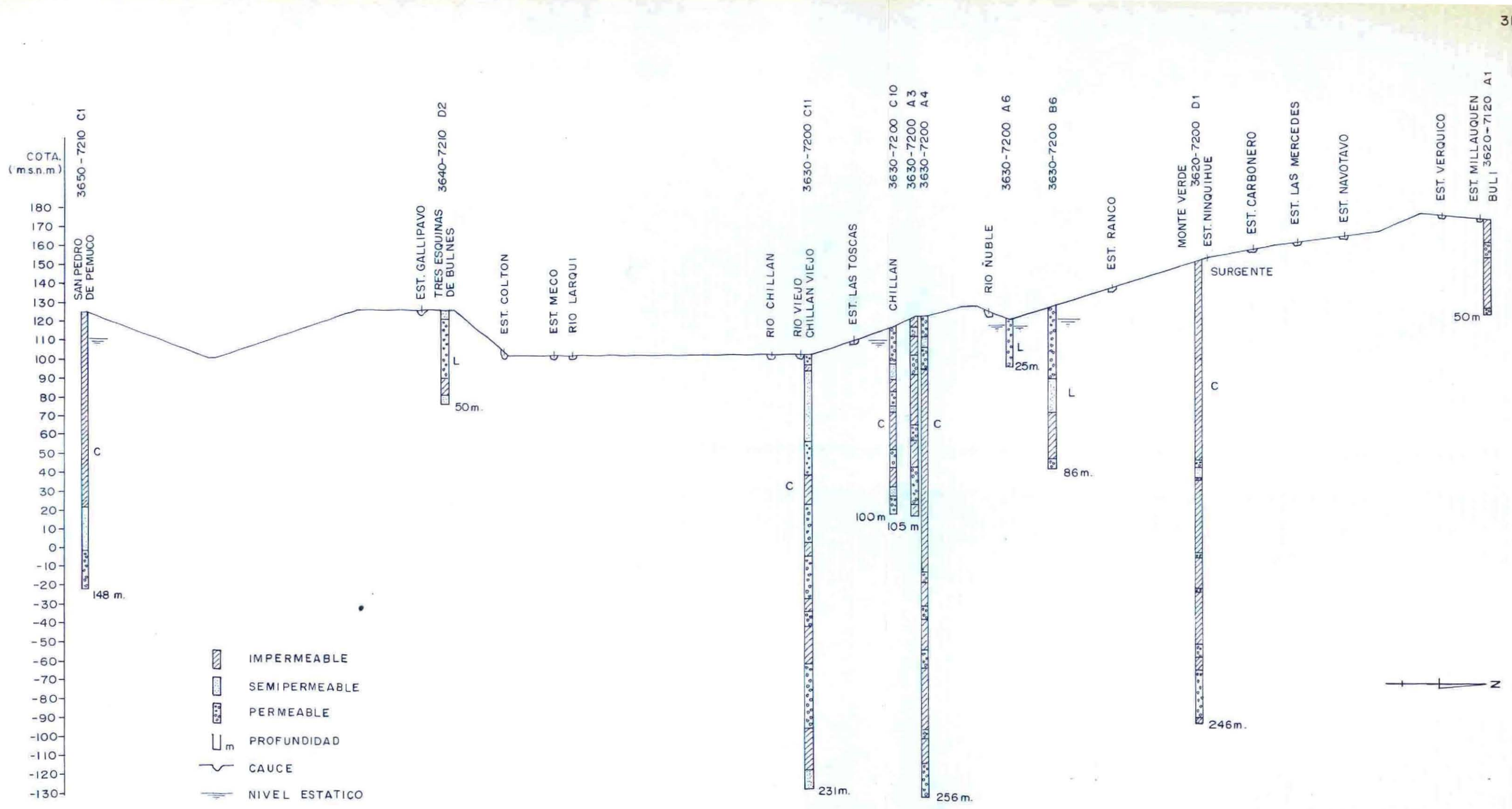


FIGURA III. F. 3-3 PERFIL ESTRATIGRAFICO B-B

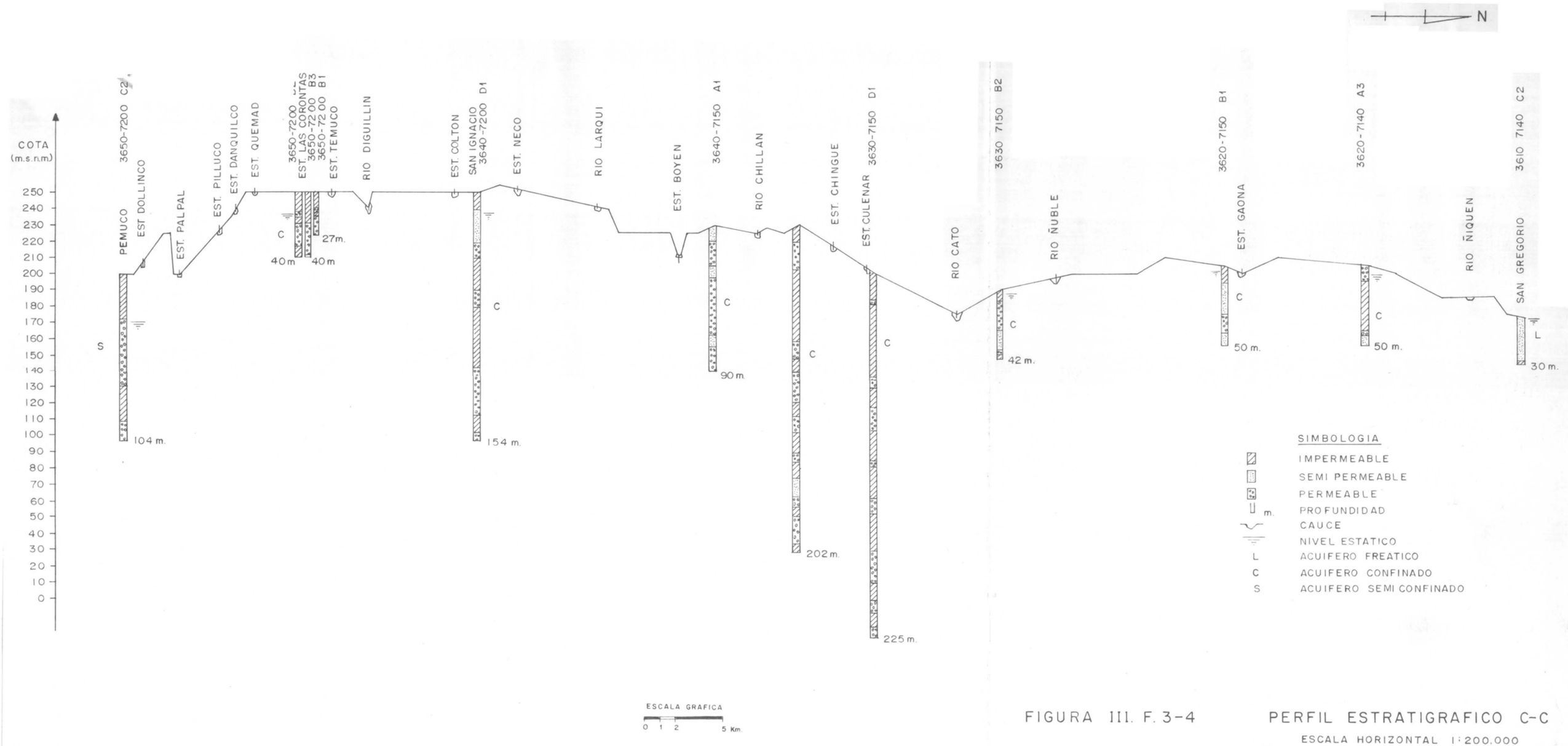


FIGURA III. F. 3-4 PERFIL ESTRATIGRAFICO C-C

ESCALA HORIZONTAL 1:200.000

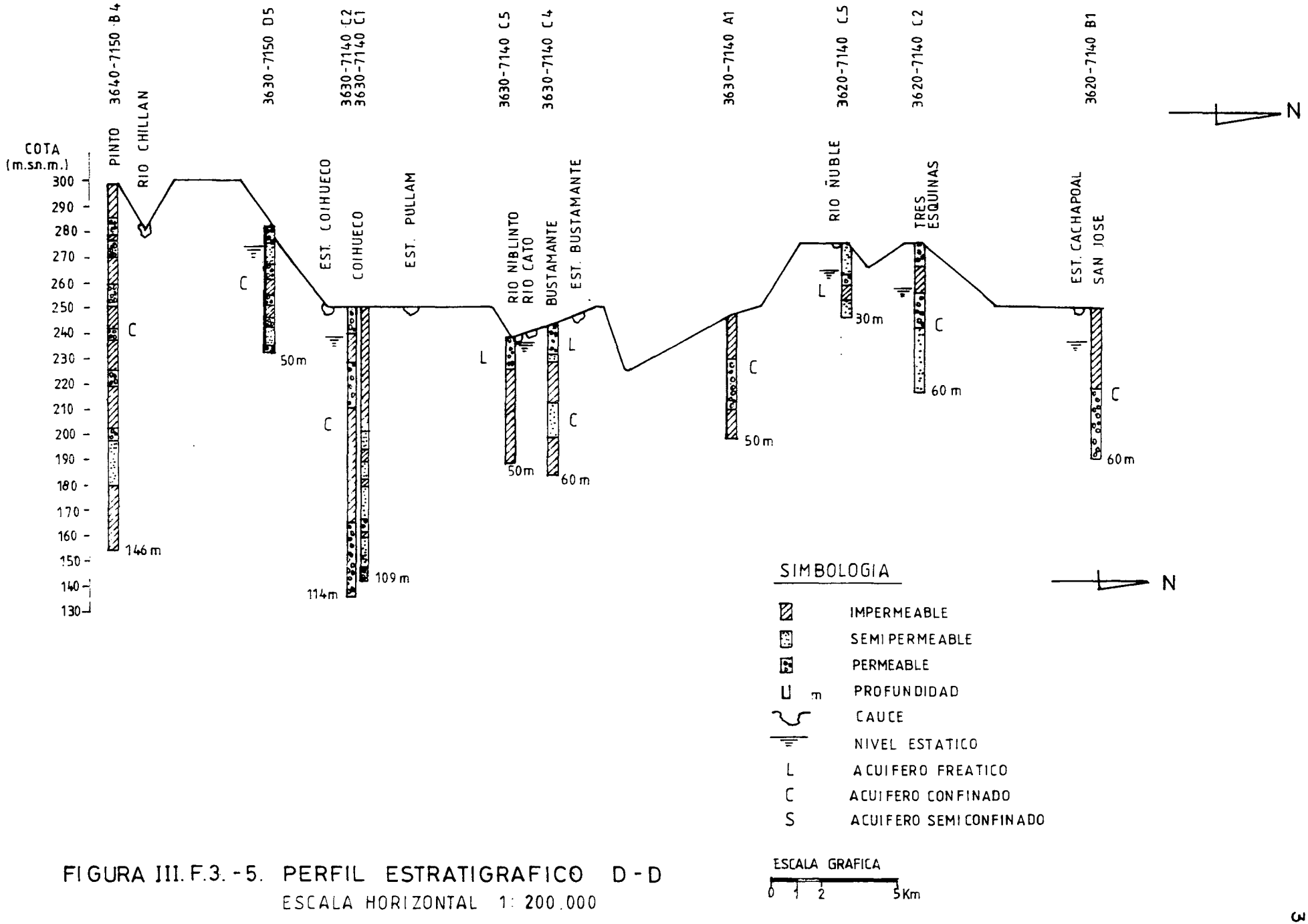


FIGURA III.F.3.-5. PERFIL ESTRATIGRAFICO D-D

ESCALA HORIZONTAL 1: 200.000

a) Perfil A-A

Se extiende desde la localidad de Santa Clara por el Sur hasta San Nicolás por el Norte, cruzando la ciudad de Bulnes. Las formaciones presentes en todo el sector SW del Valle, presentan confinamiento, productos de la existencia de estratos de origen volcánico (cenizas), que sobreyacen a depósitos laháricos, bajo los cuales se han reconocido depositos fluviales atribuidos probablemente a antiguos cursos de los ríos Itata y Diguillín. Estos últimos constituirían buenos acuíferos que se ubican a grandes profundidades que van desde los 40 a 50 m y desde los 80 a 90 m. Una situación similar se observa mas al norte, específicamente en la zona de Bulnes, en donde las formaciones acuíferas de carácter confinado, subyacen a depósitos piroclásticos mezclados con arenas de cierta compactación. Es así como en el sector de Bulnes, se ha encontrado estratos a profundidades de entre 80 a 90 m y entre 100 y 140 m constitutivos de acuíferos de mediana calidad. Entre el río Chillán y el río Ñuble, se observa la presencia de formaciones del tipo semiconfinado y libre motivadas por la depositación de gravas y ripios arenosos provenientes del río Chillán. Los espesores son considerables aunque menores y de menor permeabilidad que los ubicados hacia el Este (sector de la ciudad de Chillán). En general, se aprecia la existencia de grados de confinamiento de los acuíferos hacia el sector SW, desapareciendo tal situación hacia el Norte, pasando por formaciones semiconfinadas a la altura del río Chillán.

b) Perfil B-B

Abarca de Sur a Norte la depresión central desde San Pedro de Pemuco hasta Buli al estremo NE de la zona de estudio.

A lo largo del perfil se observan diferentes estratos acuíferos que presentan características confinadas y libres, dependiendo de la zona y cercanía a cauces fluviales de importancia. Los sondajes mas profundos, ubicados en Chillán, evidencian potentes estratos acuíferos intercalados hasta profundidades de 250 m. Los espesores son variables entre 10 y 30 m. El sondaje 3630-7200 C-11, de excelentes características como productor de agua (100 l/s), constituye un sistema de multiestratos ubicados a profundidades medias de 50, 90, 120, 140, 180 y 220 m.

Hacia el Sur, en el interfluvio de los ríos Larqui y Diguillín, se observan acuíferos confinados de características similares a los descritos en la zona Sur del perfil A-A, donde juega un papel importante el depósito de cenizas piroclásticas de las formaciones Pemuco (Plp) y San Ignacio (Plsi).

Al Norte del río Ñuble, se hace sentir el efecto de la depositación de gravas atribuidas al río Ñuble, generando acuíferos libres tal como el que se observa en el sondaje 3630- 7200 A-6. Más hacia el Norte todavía, los sondajes profundos atraviesan depósitos fluvioglaciales provenientes del lavado y erosión de cordones morrénicos, generando confinamiento como en el sondaje 3620-7200 D-1 por ejemplo, y probablemente disminuyendo la calidad de los acuíferos como productores de agua. Finalmente, en el extremo Norte del perfil, hacia Ñiquén, se observan napas surgentes, como en el sondaje 3610-7150 D-1 y otros.

c) Perfil C-C

Se extiende desde Pemuco hasta la localidad de San Gregorio, cerca del límite Norte de la cuenca del Itata. Al igual que los anteriores perfiles, corta transversalmente las formaciones cuaternarias constituidas por abanicos piroclásticos, que sobreyacen a depositaciones fluviales de gravas, arenas y otros materiales granulares que conforman buenos acuíferos.

Hacia el extremo Norte del perfil, se aprecia una depositación fluvial reciente y superficial, atribuida a los ríos Cato y Chillán, dando origen a acuíferos freáticos. Estos se presentan con mayor frecuencia al NW de la ciudad de San Carlos, tal como en los sondajes 3620-7140 A-3 y 3610-7140 C-2, con potencias de entre 10 y 30 m, y con rendimientos específicos de hasta 6.0 l/s/m.

Hacia el extremo SW en cambio se observan potentes estratos confinados con espesores de hasta 50 m en Pemuco, 30 m en San Ignacio y acuíferos multi-estratificados entre los ríos Chillán y Cato. En particular, en este interfluvio existen sondajes que presentan gastos específicos de poco más de 2 l/s/m.

d) Perfil D-D

Este perfil se extiende desde Pinto hasta poco más al Norte del río Ñuble en la localidad de San José.

En el sector de Pinto, las formaciones acuíferas se presentan bajo confinamiento debido al depósito piroclástico de Pemuco. Más al Norte, en la zona de Coihueco hasta el río Cato, los formaciones son pobres desde el punto de vista hidrogeológico, debido a que en general su litología corresponde a arcillas con intercalaciones de depósitos laháricos, tal como se comprueba en el sondaje 3630-7140 C-1, el cual presenta un gasto específico de sólo 0.3 l/s/m.

En las cercanías del río Cato en cambio, se observan pequeños estratos acuíferos de tipo freático, que están asociados a dicho río y sus afluentes, con espesores de no más de 20 m; su importancia hidrogeológica sería mediana y muy localizada.

Al Norte de ese último sector, la calidad hidrogeológica es igualmente deficiente, debido a la presencia de formaciones constituidas por clastos mezclados con una matriz arenoso-arcillosa correspondiente a depósitos preglaciares; ilustrativo de esto es el sondaje 3620-7140 C-5 con un gasto específico de 0.2 l/s/m y el 3630-7140 A-1 con 0.5 l/s/m.

En síntesis, en relación a la caracterización cualitativa de las formaciones acuíferas existentes en el relleno cuaternario del valle, se pueden consignar los siguientes hechos de carácter general:

La potencia del relleno estaría comprendida entre 100 y 200 m, tal como ha sido reconocido en muchos puntos del valle y sería superior a los 250 m. en algunos sectores.

La mayor parte de los acuíferos son del tipo confinado y en menor proporción semiconfinados. Acuíferos libres se localizan principalmente en las cercanías de los cauces de ríos y esteros, formados por el propio material fluvial depositado por éstos.

El carácter confinado de las formaciones acuíferas se observa en forma general en todo el valle, pero especialmente en la zona Suroeste del relleno central. Esto se debería a depósitos recientes del tipo conos y abanicos piroclásticos, además de algunas depositaciones de material morrénico que se localizan hacia la zona Noroeste del valle.

Por último, los numerosos cauces que han disectado las formaciones cuaternarias mencionadas, han generado formaciones acuíferas de poca extensión areal, circunscritas a dichos cursos fluviales, dando origen a napas freáticas de espesores más reducidos.

3 HIDROGEOLOGIA CUANTITATIVA

3.1 Niveles Estáticos y Movimiento del Aqua Subterránea

En el valle del río Itata no se ha efectuado control alguno de los niveles del agua subterránea. La Dirección General de Aguas, encargada de tal labor, no la ha iniciado y los antecedentes históricos que hubiesen podido ser registrados por instituciones como CORFO, tampoco existen. No obstante ello, para el presente estudio se efectuó una extensa campaña de terreno que permitió, entre otras cosas, la determinación de niveles estáticos, con énfasis en aquellos pozos ubicados en la zona de interés hidrogeológico correspondiente a la depresión central o relleno cuaternario. La medición se efectuó en los meses de Febrero y Marzo de 1990. Los niveles utilizados para el estudio regional del comportamiento del sistema de flujo se muestran en el Cuadro III.F.3-6 en el cual se indica la profundidad del nivel estático y su cota absoluta referida al nivel del mar. Las cotas de terreno de los pozos se obtuvieron a partir de las cartas 1:50.000 del IGM.

En el plano general del área (Nº32), se muestra el trazado de las curvas isofreáticas o equipotenciales cada 25 m, respecto del nivel del mar. Las curvas trazadas abarcan todo el valle, comprendiendo fundamentalmente las formaciones post-pleistocénicas mencionadas en la geología del cuaternario.

En el Plano N°33, se muestra en forma zonificada la profundidad a la cual se encuentra el nivel saturado. Las zonas comprenden rangos de entre 0 y 5 m; 5 y 10 m; 10 y 15 m; 15 y 20 m; 20 y 25 m y más de 25 m. Esta interpretación fue efectuada con la misma información con que se elaboró las curvas equipotenciales. La información de profundidades de los niveles ha sido presentada de esta forma y no como curvas de isoprofundidad, ya que por las condiciones variables de la topografía en la zona estas últimas curvas resultan algo erráticas y poco útiles a los fines del estudio.

El patrón general de flujo, muestra claramente una tendencia de escurrimiento similar a la de la cuenca hidrográfica. La orientación general de las curvas equipotenciales es SW - NE, perpendiculares al flujo superficial de ríos y esteros, y el flujo por consiguiente se orienta preferentemente con dirección SE - NW, entre el río Chillán y el estero Pemuco. De la forma de las curvas es posible extraer algunas conclusiones sobre el funcionamiento del sistema subterráneo que son significativas.

En primer lugar, en la zona comprendida al Oriente de la carretera Panamericana y entre los ríos Chillán y Diguillín, las curvas son paralelas y muestran un gradiente hidráulico aproximadamente constante entre 0.007 y 0.008. Esta zona, con un gradiente medio de 0.0075, corresponde espacialmente a la denominada formación San Ignacio (Plano Nº31) la cual siendo principalmente de origen piroclástico y fluvial, constituiría una unidad hidrogeológica homogénea, por lo menos desde el punto de vista del movimiento del agua subterránea. No se observa, a escala regional, la existencia de drenaje del acuífero o descarga hacia los cursos superficiales. Este hecho es confirmado por la profundidad del agua subterránea, que va entre 25 m hacia el sector de Bulnes y valores tal vez mayores al oriente de San Ignacio y Pemuco hasta niveles cercanos a la superficie, entre 0 y 5 m de profundidad en el entorno al camino entre Chillán y Pemuco. Este sector tendría una importante recarga, inmediatamente del Oriente, en la formación Cola de Zorro, y tal vez aportes al sistema superficial de drenaje en el sector de poca profundidad del agua subterránea antes mencionado.

En el sector Sur del área de estudio, cerca del río Itata, las profundidades a las que se encuentra el agua subterránea son grandes, superiores a los 25 m en gran parte del sector. El escurrimiento presenta una dirección preferentemente SSE - NNW, con un gradiente medio de 0.006, siendo bastante improbable el aporte subterráneo al sistema superficial.

CUADRO III.F.3-6. NIVELES ESTATICOS DEL AGUA SUBTERRANEA

POZO			FEBRERO 1990		HISTORICO	
CORFO		COMUNA	PROF.	COTA	PROF.	FECHA
			m	msnm	m	
3610-7140	C2	Ñiquén	1.92	172.1	2.0	3/87
3620-7140	A3	Ñiquén	6.47	198.5	3.3	8/78
3620-7140	B1	Ñiquén	13.70	235.3	11.9	9/86
3620-7140	C1	San Carlos	18.45	256.6	17.0	6/86
3620-7140	C2	San Carlos	18.63	256.4	17.1	9/86
3620-7140	C4	San Carlos	4.36	220.6	-	
3620-7140	C5	San Carlos	11.43	263.6	9.3	12/77
3620-7140	D2	San Carlos	6.39	290.6	7.6	-
3620-7150	A1	San Carlos	2.24	167.8	1.2	5/78
3620-7150	B1	San Carlos	4.23	200.8	3.8	5/87
3620-7150	C4	San Carlos	8.55	169.5	Surg.	12/70
3620-7150	D1	San Carlos	2.55	185.5	1.4	8/78
3620-7150	D3	San Carlos	4.41	218.6	3.8	9/78
3620-7210	D2	San Nicolás	5.26	91.7	4.7	9/66
3620-7240	D6	Coelemu	4.81	45.2	-	-
3630-7140	C2	Coihueco	10.80	239.2	3.6	11/59
3630-7140	C5	Coihueco	2.33	235.7	2.7	9/77
3630-7150	B1	Chillán	3.32	178.7	-	
3630-7150	B2	Coihueco	2.74	187.3	2.8	9/78
3630-7150	B3	Coihueco	2.25	179.8	-	
3630-7150	C5	Chillán	2.33	235.7	2.7	9/77
3630-7150	D5	Coihueco	8.52	273.5	6.7	7/85
3630-7200	B5	San Carlos	6.94	125.1	-	
3630-7200	B6	San Nicolás	7.35	117.7	1.1	/64
3630-7200	B9	San Carlos	4.47	125.5	-	
3630-7200	C1	Chillán	4.08	111.9	2.9	12/51
3630-7200	C10	Chillán	7.72	107.3	3.7	10/65
3630-7200	C12	Chillán	1.40	90.6	-	
3630-7200	C2	Chillán	2.61	111.4	2.6	10/56
3630-7200	C3	Chillán	4.34	109.7	2.9	10/54
3630-7200	C5	Chillán	3.73	109.3	8.0	5/57
3630-7200	C6	Chillán	1.35	112.7	-	
3630-7200	C7	Chillán	3.57	110.4	-	
3630-7200	C8	Chillán	3.70	110.3	-	
3630-7200	C9	Chillán	6.27	100.7	3.8	/60
3630-7200	D2	Chillán	12.77	110.2	4.4	1/59
3630-7200	D3	Chillán	9.67	112.3	10.6	11/62
3630-7200	B1	San Carlos	10.91	122.1	-	
3630-7200	D7	Coihueco	1.62	149.4	1.2	9/69
3630-7200	D8	Coihueco	2.77	150.2	1.3	10/69
3630-7220	D1	Chillán	3.81	36.2	1.0	8/77
3630-7230	D1	Ranquil	2.29	47.7	2.10	/63
3630-7230	D4	Portezuelo	6.84	18.2	6.8	3/78
3630-7230	D5	Ranquil	6.00	19.0	4.5	10/77
3640-7150	B5	Pinto	5.00	320.0	4.9	8/86
3640-7150	B6	Pinto	12.08	266.9	-	
3640-7150	B7	Pinto	7.48	272.5	6.0	7/85
3640-7200	C1	San Carlos	4.56	175.4	-	
3640-7200	C2	San Ignacio	3.33	157.7	-	
3640-7200	D1	San Ignacio	13.46	236.5	9.5	4/60
3640-7210	C2	Bulnes	24.12	69.9	15.8	8/60
3640-7210	D1	Bulnes	24.56	89.4	-	
3650-7200	A1	San Ignacio	3.87	179.1	3.8	5/66
3650-7200	A5	San Ignacio	2.60	162.4	-	
3650-7200	B2	El Carmen	13.66	236.3	3.6	6/60
3650-7200	B4	El Carmen	10.06	239.9	-	
3650-7200	C1	Pemuco	27.45	172.6	27.9	12/59
3650-7200	C2	Pemuco	29.99	170.0	28.9	2/60
3650-7200	C4	Pemuco	28.22	171.8	-	
3650-7210	C1	Pemuco	15.48	109.5	12.0	5/78
3700-7150	C2	Yungay	28.25	285.4	13.0	2/71

En el extremo Norte del valle se aprecia la divisoria subterránea del flujo, la cual queda aproximadamente definida por una línea de dirección SEE-NWW que pasaría un poco al Norte de San Carlos. El flujo hacia la cuenca del Itata en este sector presenta una dirección de Este a Oeste con un gradiente variable gradualmente entre 0.003 en el extremo Oeste, en San Nicolás hasta 0.013 hacia el Este, en el inicio de la precordillera. En gran parte de esta zona, el nivel de agua subterránea está cercano a la superficie, entre 0 y 5 m, apareciendo una zona de surgencia en la localidad de Ñiquén, la cual se alimentaría con parte del caudal subterráneo que escurre fuera de la cuenca hacia el río Perquilauquén.

Más hacia el Sur, entre los ríos Ñuble y Chillán, las curvas equipotenciales tienden a converger hacia el interfluvio definido entre ambos ríos, en particular en el sector central donde se encuentra el río Cato; ello estaría indicando un probable aporte subterráneo a la red de drenaje que existe en dicho interfluvio. Por lo demás, en gran parte de esta zona el nivel saturado se ubica entre 0 y 5 m de la superficie. La pendiente varía gradualmente, aumentando de Oeste a Este, en magnitud similar a la de la zona ubicada al Norte. Otro aspecto que interviene en la forma de las curvas equipotenciales, es el hecho de existir un sector hidrogeológicamente impermeable al Este de Coihueco, el cual sería el causante de la existencia de un flujo de recarga por el Norte y otro por el Sur de Coihueco.

Finalmente, al Oeste de la Carretera Panamericana, hacia el término de la depresión intermedia, las equipotenciales señalan un flujo convergente con el río Itata, con un gradiente mucho menor que en las otras zonas, de aproximadamente 0.002, correspondiendo con lo plano que se presenta la superficie del terreno en ese sector.

En cuanto a las fluctuaciones de los niveles, aún cuando no se tiene registros históricos (limnigramas de niveles), es posible extraer, a partir de un análisis comparativo entre los niveles actuales y los medidos cuando fueron construidos los sondajes (Cuadro III.F.3-6), ciertas conclusiones de carácter general.

En aquellos sondajes que fueron construidos en una época del año coincidente con la de las mediciones realizadas para este estudio (meses de Enero a Marzo), no se observa una variación significativa en los niveles, lo que indica que no existirían zonas en donde se esté sobreexplotando el acuífero, lo cual es bastante lógico de esperar en una zona de abundantes lluvias que precipitan sobre formaciones relativamente permeables como para generar una recarga importante a los acuíferos.

3.2 Parámetros Elásticos

En la zona del valle del río Itata correspondiente a la depresión intermedia, se efectuó una caracterización de las propiedades elásticas de los acuíferos, que consistió en una interpretación espacial del coeficiente de transmisibilidad, de modo de obtener zonas con diferentes rangos que mostraran la capacidad de los acuíferos para conducir aguas subterráneas. Puesto que no existen antecedentes suficientes de pruebas de bombeo de gasto constante, y las pocas disponibles son poco confiables (7 en total), se prefirió emplear las pruebas de agotamiento existentes (cerca de 120) para realizar la caracterización. Hay que destacar, que esto conduce a una descripción más bien cualitativa del comportamiento de este parámetro, auque es posible mostrar tendencias relativas del coeficiente entre las distintas zonas del valle. En el Cuadro III.F.3-7, se muestra los valores calculados a partir de las pruebas de agotamiento de gasto variable y de las escasas pruebas de gasto constante. Se indica también la profundidad habilitada de los sondajes como antecedente adicional, lo que se usó en el cálculo de los valores consignados. A partir de ellos según ciertos criterios, se adoptó los valores incluidos en dicho Cuadro, los cuales sirvieron de base para realizar una zonificación espacial de este coeficiente.

El criterio empleado para la interpretación y correlación espacial de los valores del coeficiente de transmisibilidad, consistió en tomar en cuenta los valores obtenidos de la prueba de agotamiento y de la prueba de gasto constante cuando esta sea confiable; además de ello se dio mayor importancia a los resultados que se obtuvo en el caso de los pozos más profundos. En cualquier caso, se consideró prioritariamente los pozos que captan los acuíferos principales, que como se ha señalado, en la mayor parte de la zona serían confinados y profundos.

En el Plano N°34 se muestra la discretización espacial del coeficiente de transmisibilidad de acuerdo con el criterio antes mencionado. Los rangos de valores usados fueron seis: menos de 50 m²/día, 50 a 150 m²/día, 150 a 250 m²/día, 250 a 350 m²/día, 350 a 450 m²/día y más de 450 m²/día.

CUADRO III.F.3-7. TRANSMISIBILIDADES (T)
Pruebas de gasto variable y constante

POZO ROL IREN		PROF. HAB. (m)	T (m²/día) GASTO VARIABLE	T (m²/día) GASTO CONSTANTE Agotamiento	Recuperación	T ADOPTADO (m²/día)
3610-7140	C-1	25.5	1242			-
3610-7140	C-2	30.0	115			100
3610-7150	C-1	318.0	604			600
3610-7150	C-3	200.0	1325	391	-	400
3610-7150	D-1	210.0	324	155	276	280
3610-7150	D-2	222.5	173			170
3620-7140	A-1	265.0	1054	2324	6402	1050
3620-7140	A-2	50.0	210			210
3620-7140	A-3	50.0	681			680
3620-7140	B-1	60.0	158			160
3620-7140	C-1	30.0	43			-
3620-7140	C-2	60.0	396			350
3620-7140	C-5	30.0	55			-
3620-7140	D-1	35.1	48			-
3620-7140	D-2	59.0	710			700
3620-7150	A-1	50.0	70			70
3620-7150	B-1	50.0	275			270
3620-7150	C-2	80.5	235			-
3620-7150	C-3	81.0	566			-
3620-7150	C-4	80.0	160			160
3620-7150	D-1	40.0	160			160
3620-7150	D-3	45.0	262			260
3620-7200	D-1	246.9	198			200
3620-7210	D-1	21.0	26			-
3620-7210	D-2	33.2	19			-
3620-7220	B-3	8.0	166			160
3620-7240	D-1	30.0	480			-
3620-7240	D-2	30.0	483			-
3620-7240	D-3	60.0	210			200
3620-7240	D-5	39.0	296			300
3630-7140	A-1	46.9	103			100
3630-7140	C-1	100.5	28			
3630-7140	C-2	114.5	1444			(*)
3630-7140	C-4	50.0	121			-
3630-7140	C-5	20.0	38			-
3630-7140	C-6	40.0	787			-
3630-7150	A-1	50.0	113			110
3630-7150	B-2	41.0	1203			
3630-7150	C-1	200.8	251	89 183	95	250
3630-7150	C-3	45.0	158			
3630-7150	D-1	196.0	-	162	191	190
3630-7150	D-3	45.0	201			
3630-7150	D-4	122.9	73			120
3630-7150	D-5	50.0	120			380
3630-7200	A-1	214.3	385			380

CUADRO III.F.3-7. TRANSMISIBILIDADES (T) (Continuación)

POZO ROL IREN		PROF. HAB. (m)	T (m²/día) GASTO VARIABLE	T (m²/día) GASTO CONSTANTE		T ADOPTADO (m²/día)
				Agotamiento	Recuperación	
3630-7200	A-3	105.2	375			
3630-7200	A-4	253.0	91			
3630-7200	A-5	20.0	35			
3630-7200	A-6	24.5	114			
3630-7200	A-7	50.0	90			
3630-7200	A-8	80.0	103			
3630-7200	B-6	86.0	196			190
3630-7200	C-5	119.0	113			
3630-7200	C-6	160.0	241			240
3630-7200	C-7	174.5	250			250
3630-7200	C-8	187.0	91			
3630-7200	C-9	50.5	211			210
3630-7200	C-10	100.0	80			
3630-7200	D-11	198.0	240			220
3630-7200	D-2	75.0	42			
3630-7200	D-3	230.0	80			
3630-7200	D-4	202.5	290			290
3630-7200	D-7	76.6	140			
3630-7200	D-8	85.5	138			
3630-7200	D-9	80.0	147			
3630-7200	D-11	45.0	51			
3630-7210	B-1	40.0	95			95
3630-7210	C-1	-	-	21	19	
3630-7210	C-2	25.0	96			
3630-7210	C-3	50.0	354			350
3630-7220	A-2	30.0	5			
3630-7220	C-2	20.0	6248			(*)
3630-7220	D-1	50.0	495			
3630-7230	D-1	34.7	49			
3630-7230	D-2	20.6	53			
3630-7230	D-3	39.0	4			
3630-7230	D-4	20.0	147			
3630-7230	D-5	30.0	230			230
3630-7230	D-8	15.0	287			290
3640-7140	A-1	35.0	5775			(*)
3640-7150	A-1	90.0	155			160
3640-7150	B-4	137.0	116	74	106	100
3640-7150	B-5	50.0	103			100
3640-7150	B-7	50.0	34			-
3640-7150	C-1	20.2	73			100
3640-7200	D-1	152.7	203			200
3640-7200	D-2	103.0	149			
3640-7210	A-2	122.0	96			
3640-7210	A-3	113.0	72			
3640-7210	A-4	150.0	185			
3640-7210	A-5	150.0	290			250
3640-7210	A-7	150.0	203			200
3640-7210	C-1	99.5	201			150
3640-7210	C-2	99.0	102			150
3640-7210	D-2	49.0	-			
3640-7220	A-1	42.6	32			
3640-7220	A-2	59.7	33			
3640-7220	A-3	31.4	125			130
3640-7220	C-1	70.0	256			250
3640-7220	C-2	25.0	25			25
3640-7300	A-3	36.0	61			50
3640-7300	A-4	32.4	50			50
3640-7300	A-6	20.0	385			
3640-7300	B-6	18.0	30			50
3640-7300	B-7	10.6	73			50
3640-7300	B-8	10.0	50			50

CUADRO III.F.3-7. TRANSMISIBILIDADES (T) (Continuación)

POZO ROL IREN		PROF. HAB. (m)	T (m²/día) GASTO VARIABLE	T (m²/día) GASTO CONSTANTE		T ADOPTADO (m²/día)
				Agotamiento	Recuperación	
3640-7300	B-9	7.0	18			50
3640-7300	B-10	7.0	44			50
3640-7300	B-11	7.0	50			
3650-7200	A-1	19.0	140			140
3650-7200	A-3	28.0	160			160
3650-7200	B-1	24.7	47			
3650-7200	B-2	39.6	85			
3650-7200	B-3	40.0	35			
3650-7200	C-1	100.4	212			160
3650-7200	C-2	102.0	162			160
3650-7200	C-4	154.0	126			160
3650-7210	A-1	55.0	730			
3650-7210	C-1	148.0	44			50
3700-7150	C-1	80.0	177			180
3700-7150	C-2	80.0	180			180
3710-7150	A-1	94.0	110			130
3710-7150	A-2	72.3	147			130

(*) Existiría conección directa río-acuífero

En general, en la zona próxima a los cauces se tiene antecedentes de valores altos de la transmisibilidad, de hasta más de 6000 m²/día (río Itata aguas abajo de Quinchamalí), pero que constituyen cifras puntuales y representan las características propias de napas en conexión directa con el curso superficial y conformadas por materiales de granulometría gruesa. En cambio, la característica general de la transmisibilidad en las formaciones cuaternarias, excluidos los sedimentos de cauces actuales, señala que, en forma preliminar, los valores son relativamente bajos, siendo la mayoría menores de 500 m²/día, lo cual se relacionaría con la naturaleza volcánico y glacio-fluvial de los sedimentos que constituyen gran parte de la cuenca intermedia.

En forma relativa, se aprecia un aumento significativo hacia la zona de la confluencia del río Itata con el río Ñuble. Desde este sector y hasta la desembocadura en el mar, las transmisibilidades asociadas a los rellenos laterales del cauce van de 250 a 350 m²/día hasta Coelemu y de 150 a 250 m²/día aguas abajo de esta última localidad. En el sector de la planicie costera donde se ubican las ciudades de Concepción y Talcahuano, se presentan valores bajos de alrededor de 50 m²/día en concordancia con el origen y constitución geológica del sector correspondiente a una terraza de abrasión marina cubierta de sedimentos areno-limosos. En medio del batolito costero, al NE de Ninhue, los depósitos sedimentarios provenientes del río Lonquén presentan valores de alrededor de 150 m²/día, aunque dichos rellenos son de reducida extensión.

Al Este de la confluencia de los ríos Itata y Ñuble y hacia la ciudad de Chillán, se produce una reducción de la transmisibilidad en forma paulatina, encontrándose valores de entre 250 a 350 m²/día entre Bulnes y Chillán, y de menos de 250 m²/día hacia el Oriente, hasta finalmente valores en torno a 100 m²/día entre Pinto y Coihueco.

En la zona de la ciudad de Chillán se observa una disminución de Norte a Sur, encontrándose valores de poco más de 350 m²/día inmediatamente al Norte, hasta cercanos a 200 m²/día al Sur de Chillán.

Por otra parte, aparece claramente una cierta homogeneidad del parámetro en una amplia zona que se extiende a lo largo del camino que une Chillán con Yungay. Esta zona, comprendida dentro de un contorno definido por las ciudades de Chillán, San Ignacio, Yungay y Bulnes, presenta formaciones acuíferas con valores entre 150 y 250 m^2/día, localizándose los mayores hacia las cercanías de Bulnes y Chillán. Al Sur y al Este de esta amplia zona, las transmisibilidades son más reducidas (50 a 150 m^2/día) correspondiendo en gran parte a la ubicación de la formación precordillerana Cola de Zorro.

Entre Chillán y San Carlos se presentan transmisibilidades de 150 a 250 m^2/día, aumentando a valores cercanos a los 300 m^2/día al Norte de San Carlos y próximos al río Ñiquén que corresponde a un sector de napas surgente. En el extremo Norte y casi fuera de la cuenca del río Itata, aguas abajo de la confluencia del estero Buli con el río Ñiquén, las transmisibilidades llegan a más de 500 m^2/día, indicando tal vez una mejor calidad de los acuíferos de la cuenca del río Perquilauquén en relación a los del río Itata.

Por último, hay que señalar que no se dispone de antecedentes como para poder definir local o regionalmente valores del coeficiente de almacenamiento, por cuanto en las pocas pruebas de gasto constante que se hicieron, sólo se midió las depresiones en el mismo pozo de bombeo. No obstante, cabría esperar valores típicos del coeficiente de almacenamiento de entre 0.0001 a 0.0030 para napas confinadas y de entre 0.03 a 0.06 para el rendimiento específico de napas libres, dadas las características granulométricas de las formaciones.

3.3 Balance General

Con la finalidad de establecer un balance general del sistema de aguas subterráneas en la depresión intermedia del valle, se procedió a calcular los caudales subterráneos entrantes y salientes a esta zona, a partir de las curvas equipotenciales y las transmisibilidades establecidas por zonas.

Como sección de entrada se tomó aquella que se extiende a lo largo de todo el límite oriental de la depresión intermedia antes del comienzo de la precordillera, la que queda definida aproximadamente por la equipotencial 300 m.s.n.m. Como sección de salida se consideró el sector donde el río Itata entra en la Cordillera de la Costa, que queda definida aproximadamente por la línea equipotencial intermedia entre 25 y 50 m.s.n.m. Según ello se obtuvo los siguientes caudales subterráneos:

Caudal entrante sector oriental : 700 (l/s)

Caudal saliente sector occidental : 70 (l/s)

Considerando estos valores como representativos de caudales medios anuales, y que además no habría variación del volumen almacenado en el sistema acuífero, se puede establecer en forma simple el siguiente balance:

$$Q_E = Q_S - Q_I + Q_B + Q_R$$

donde:

Q_E : Caudal entrante
Q_S : Caudal saliente
Q_I : Caudal entrante por infiltración producto de percolación de riego o de precipitación
Q_B : Caudal medio total de bombeo
Q_R : Caudal saliente producto de recuperaciones a la red superficial de drenaje

De acuerdo a las estimaciones hechas en 1.3, el caudal total de bombeo en términos medios anuales asciende a alrededor de 450 l/s , con lo que es posible despejar el valor (Q_R - Q_I), denominándolo como QRN o caudal neto de recuperación que alcanzaría un valor de aproximadamente 180 l/s , cifra meramente estimativa e indicativa del valor neto de recuperación por sobre las infiltraciones hacia el sistema de aguas subterráneas en la depresión intermedia. Las recuperaciones reales, que constituyen los afloramientos que alimentan los cursos superficiales en conjunto con aguas provenientes de retornos de riego, probablemente no sean muy superiores a la cifra anterior, por cuanto la percolación profunda producto ya sea de la precipitación como del riego, no debe ser muy importante, dada la naturaleza más bien impermeable de los sedimentos depositados en los primeros horizontes de suelo, en su mayoría piroclásticos, y que puede comprobarse por la existencia de extensas zonas confinadas.

3.4 Sectorización Hidrogeológica

Con el fin de facilitar el análisis posterior respecto a captaciones subterráneas tipo que serían recomendables, y a modo de resumen de los antecedentes, se definió una serie de sectores con características hidrogeológicas, relativamente similares. Ellos se describen a continuación y corresponden al interfluvio costero, la planicie costera en la zona de Concepción, y la depresión intermedia del valle del río Itata dividida en tres zonas. Esta sectorización se presenta en forma esquemática en el Plano Nº30.

a) Interfluvio Costero al Norte del Río Itata

Este sector presenta características comunes en todo el litoral, siendo importante desde el punto de vista hidrogeológico los sedimentos que sobreyacen a las terrazas marinas, cuyo espesor en general se aproxima a los 15 m, estando constituidos por arenas y limos con intercalaciones de cenizas volcánicas. Debido a ello, son limitados en cuanto a la formación de acuíferos productores. Estos sedimentos se localizan en forma discontinua dentro de la zona de estudio, desde Cobquecura hasta la desembocadura del río Itata, en donde se observa su mayor extensión areal hasta aproximadamente 10 km aguas arriba. No se tiene antecedentes cuantitativos sobre las características acuíferas de estos depósitos.

b) Planicie Litoral de Concepción

En la zona circundante a la desembocadura del río Bío-Bío, tanto al Sur como al Norte, se localizan sedimentos areno-limosos que sobreyacen a una terraza de abrasión marina en forma similar a los del interfluvio costero ya mencionado, pero de mucho mayor extensión. En la planicie donde se ubican Concepción, Huachipato y Penco, se tiene algunos antecedentes de las características acuíferas tales como transmisibilidad, niveles y gastos específicos de los sondajes, destinados fundamentalmente a abastecer industrias.

La transmisibilidad es del orden de 50 m²/día con niveles freáticos localizados entre 1 a 2 m de profundidad en Penco. El gasto específico promedio es de alrededor de 1 l/s/m en la zona de Talcahuano, mientras que en Penco el gasto específico es menor, alcanzando una cifra promedio de 0.3 l/s/m. En el área NE de Concepción, cerca del río Andalién, se tiene gastos específicos de poco menos de 1 l/s/m como promedio y niveles freáticos a 4 m de profundidad en promedio. Esta zona presenta una recarga principal proveniente del río Andalién. La potencia del relleno es mayor, pudiendo alcanzar hasta más de 80 m hacia el Este de la ciudad.

c) Depresión Intermedia

Sector Norte

Comprende la zona de rellenos cuaternarios entre el estero Ñiquén y el río Ñuble, hacia el Oriente de la Carretera Panamericana. Este sector es uno de los mejores desde el punto de vista de la calidad de los acuíferos como productores de agua subterránea. Geológicamente corresponde a la formación San Carlos, con predominio de sedimentos fluviales que sobreyacen a depósitos fluvio-glaciales antiguos, lo que da origen a algunos grados de confinamiento y surgencia en el extremo Norte. La calidad de los acuíferos queda de manifiesto indirectamente en los gastos específicos, que son los más altos observados en la zona de estudio, siendo mayores que 2.5 l/s/m y llegando hasta 6 l/s/m. La transmisibilidad varía entre 150 y 350 m²/día. Los niveles estáticos se ubican en promedio a 5 m de profundidad, disminuyendo hasta ser surgentes hacia el Norte y mayores hacia el SE del sector.

Sector Poniente

Se extiende a lo largo del límite Poniente de la depresión intermedia, fundamentalmente en torno a la confluencia de los ríos Itata y Ñuble y hacia el Sur de ella. Este sector es de buenas características hidrogeológicas, con transmisibilidades altas que van de 350 a 450 m²/día. La profundidad del nivel estático varía casi en todo el sector, entre la superficie y 5 m. Los gastos específicos son relativamente altos, alcanzando en promedio 2 l/s/m. Puntualmente se observa algunos sondajes con alto rendimiento que se ubican en la cercanía del río Itata. En este sector, debido a su naturaleza geológica, es posible encontrar acuíferos freáticos de alta permeabilidad constituidos por sedimentos fluviales actuales depositados por los ríos Itata y Ñuble, y acuíferos de buena permeabilidad formados por estratos intercalados de cenizas y arenas fluviales.

Sector Central-Sur

Comprende una extensa zona entre las localidades adyacentes a Chillán, San Ignacio, Pemuco y Yungay.

Al Sur de Chillán, en dirección a Pemuco, el nivel del agua subterránea es menor de 5 m de profundidad, aumentando gradualmente hasta 15 m a la altura de Pemuco y alcanzando más al Sur profundidades de más de 25 m. La transmisibilidad varía en todo el sector entre 150 y 250 m²/día, siendo mayor hacia el Norte y Noroeste y menor hacia el Sur. Los gastos específicos van desde 1 a 2.5 l/s/m, ubicándose los valores más altos en el centro de la depresión intermedia y los menores hacia el Oriente y Poniente. En general, dentro de este sector, se puede afirmar que los acuíferos con mejores características se ubican a lo largo de una línea que va de Chillán a Pemuco. La mayor variabilidad de las características de los acuíferos, se explica por el carácter poligénico de las formaciones cuaternarias existentes en este sector.

4 POSIBILIDADES DE NUEVAS CAPTACIONES Y COSTOS

4.1 Características Físicas y de Funcionamiento

A fin de dar recomendaciones de carácter general y como orientación sobre la conveniencia de construir nuevas captaciones en distintos sectores, se efectuó un análisis sobre la base de los antecedentes elaborados previamente. Se definió captaciones tipo en diferentes sectores, las cuales se describen a continuación. En el Cuadro III.F.3-8 se entregan las características generales que cabría esperar para las captaciones tipo en cada sector.

Sector A

Entre el estero Ñiquén y el río Ñuble, al Oriente de San Carlos.

En este sector que se observan sondajes con gastos específicos altos, superiores a 2.0 l/s/m y transmisibilidades entre 150 y 350 m²/día, con niveles estáticos promedio de 5 m de profundidad, captaciones de 50 m de profundidad podrían entregar caudales de unos 30 l/s, generándose niveles dinámicos a unos 20 m de profundidad.

Sector B

Al Poniente de Rucapequén en la junta de los ríos Itata y Ñuble.

Los gastos específicos de algunos sondajes en este sector serían altos y las transmisibilidades estarían entre 350 y 450 m²/día.

Allí pozos de 45 m podrían producir caudales de 15 l/s con niveles dinámicos a 15 m de profundidad.

Sector C

Comprendido entre las localidades de Chillán, San Ignacio y Pemuco. Este sector ha sido dividido, en tres, ubicándose cada uno de los subsectores en torno a una de las tres localidades que lo definen.

En toda esta zona se observan gastos específicos típicos entre 1.0 y 2.5 l/s/m, en pozos bastante más profundos que en los sectores anteriores, con transmisibilidades entre 150 y 250 m²/día en la mayor parte del área.

Las características que podrían tener los sondajes en cada subsector se muestra en el Cuadro III.F.3-8. En ese Cuadro N.D. representa al nivel dinámico esperado, N.E. el nivel estático y G.E. el gasto o caudal específico.

CUADRO III.F.3-8 CAPTACIONES TIPO PARA CADA SECTOR CARACTERISTICO

SECTOR	PROF (m)	Q (l/s)	N.D. (m)	N.E. (m)	G.E. (l/s/m)
A. Interfluvio oriental ríos Ñiquén y Ñuble	50	30	20	5.0	2.0
B. Junta ríos Itata y Ñuble	45	15	15	5.0	2.0
C. Chillán-San Ignacio-Pemuco					
Norte (Chillán)	150	50	30	5	2.0
Centro (San Ignacio)	125	20	20	10	2.0
Sur (Pemuco)	60	15	25	10	1.0

4.2 Costos de las Captaciones

En el punto anterior se definió las características generales que podrían tener las captaciones, de acuerdo con la hidrogeología de los sectores en que se dividió la zona de estudio. Para cada sector se ha considerado un pozo tipo que representaría las características de profundidad, caudal y nivel dinámico de todo el sector y para el cual se ha evaluado los costos de construcción y explotación.

a) Características de las captaciones

Las principales características de cada captación tipo correspondiente a los 5 sectores, se presentan en el Cuadro III.F.3-9. En dicho cuadro se indica la profundidad de perforación, caudal de explotación probable, altura de elevación, potencia de la bomba en H.P. y diámetro de la habilitación de cada pozo. En la altura de elevación se han considerado 10 m adicionales a la altura de elevación entre el nivel dinámico y la superficie del terreno para contemplar eventuales efectos sobre los niveles producidos por, por ejemplo, sequías prolongadas.

b) Bases de Cálculo

En el Cuadro III.F.3-10 se entregan deglosados los costos de construcción de cada una de las captaciones, en miles de US$, según las siguientes pautas:

- Los costos de perforación y habilitación incluyen: perforación, revestimiento en cañería de acero con tubo ranurado como medio captante, desarrollo, filtro de grava y prueba de bombeo.

- En los costos de la red eléctrica de alta tensión y transformadores, se incluyen los costos de estos últimos más un costo fijo de US$ 3900 por concepto de red eléctrica entre el transformador y la línea de alta tensión. Es un costo promedio que corresponde a aproximadamente 1 km de línea, ya que las distancias de las captaciones a la red pueden ser variables en cada sector. La red de conducción considera 3 cables de alta tensión y postes de concreto cada 100 m.

- La instalación y puesta en servicio incluye montaje del equipo, instalaciones eléctricas, tablero, protecciones, caseta, sistema de instrumentación y cableado para la instalación.

En el Cuadro III.F.3-11 se resumen los costos de explotación, divididos en directos e indirectos. Las bases sobre los cuales se realiza el cálculo son:

- El costo de energía eléctrica es de US$ 0.047/KWH

- Los equipos funcionan 10 horas diarias durante 4 meses al año.

- El costo de reparación es un 4% del costo de bombeo y motor, y el costo de supervisión y gastos generales, un 5% del costo de construcción de la planta.

- La amortización de los equipos se considera como se detalla a continuación:

  - Pozo: 30 años de vida útil sin valor residual
  - Bomba y Motor: 15 años (18000 hrs) de vida útil y 20% de valor residual
  - Red de A.T.y transformador: 50 años de vida útil y 20% de valor residual
  - Instalaciones: 20 años de vita útil sin valor residual.
  - No se considera los intereses de la inversión

- El costo representativo, se obtiene dividiendo los costos directos e indirectos de la explotación anual por el volumen de agua bombeada en el año.

c) Análisis de resultados

Puede observarse que los costos de construcción son variables de un sector a otro, dependiendo de las características de las captaciones, siendo mayores en aquellos sectores en donde se requiere perforar más profundo, tal como ocurre por ejemplo en las zonas de Chillán y Pemuco.

Por otro lado, debido al mejor rendimiento que cabría esperar de las captaciones de la zona al Norte del río Ñuble y en Chillán, resulta en en estos sectores un costo de explotación menor. Puede apreciarse las ventajas comparativas que cabría esperar entre un sector y otro desde el punto de vista económico.

CUADRO III.F.3.9 CARACTERISTICAS DE LAS CAPTACIONES

Sector	Prof. m	Q l/s	Altura de Elevación m	P HP	Diámetro Hábil Pulg.
A Interfluvio Ñiquén-Ñuble	50.0	30.0	30.0	25	8.0
B Junta Itata-Ñuble	45.0	15.0	25.0	10	8.0
C Chillán-San Ignacio Pemuco					
Norte	150.0	50.0	40.0	50	12.0
Centro	125.0	20.0	30.0	15	8.0
Sur	60.0	15.0	35.0	15	8.0

NOTA : POT = 0.0264 * Q * H

CUADRO III.F.3 10 COSTOS DE CONSTRUCCION (Miles US$)

Sector	Perf. y Habilit. (1)	Bomba y Motor (2)	Red elec. A.T. y Trans.(3)	Inst. y Puesta en Marcha (4)	Total
A Interfluvio Ñiquén-Ñuble	11.7	8.6	5.8	2.7	28.8
B Junta Itata-Ñuble	10.5	4.9	5.0	2.7	23.1
C Chillán-San Ignacio Pemuco					
Norte	35.0	8.6	6.2	2.8	52.6
Centro	29.2	4.9	5.0	2.7	41.8
Sur	14.0	4.9	5.0	2.6	26.5

CUADRO III.F.3-11 COSTOS ANUALES DE EXPLOTACION (Miles US$)

Sector	Costos Directos		Costos Indirectos Amortizaciones				TOTAL	Costo Representativo US $/m3
	Energía	Reparaciones, supervisión, gastos grales.	Pozo	Bomba y Motor	Red A.T. y Transformador	Instalaciones		
A. Interfluvio Ñiquén-Ñuble	1.3	1.9	0.4	0.5	0.1	0.1	4.3	0.033
B. Junta Itata-Ñuble	0.6	1.5	0.4	0.3	0.1	0.1	3.0	0.046
C. Chillán-San Ignacio Pemuco								
Norte	2.8	3.5	1.2	0.5	0.1	0.1	8.2	0.038
Centro	0.9	2.7	1.0	0.3	0.1	0.1	5.1	0.059
Sur	0.9	1.7	0.5	0.3	0.1	0.1	3.6	0.056

CAPITULO III.F.4
PERDIDAS Y RECUPERACIONES

1 INTRODUCCION

La recuperación de un río es un fenómeno frecuente en los ríos de la zona central y Norte de Chile que consiste en un incremento o recuperación del caudal del mismo, a pesar de haber podido ser agotado por las extracciones de canales en secciones de aguas arriba y sin que existan nuevos afluentes superficiales.

A su vez, las pérdidas de un río consisten en la disminución de su caudal, a pesar de no haber sido agotado por extracciones en secciones de aguas arriba y de recibir aportes intermedios de aguas. Las pérdidas suelen ocurrir en los primeros tramos del río ubicados en la zona comúnmente llamada primera sección de regadío del valle, donde el nivel fréatico se encuentra profundo y los materiales suelen ser de granulometría más gruesa favoreciendo la infiltración, sobretodo en épocas de grandes escurrimientos.

En las secciones más bajas de los ríos suelen presentarse recuperaciones debido a la presencia de menores transmisibilidades causadas por materiales más finos que ocasionan afloramientos de la napa subterránea. También se producen retornos de riego y sobrantes causados por dotaciones altas empleadas en las secciones de más arriba y por no existir suficiente capacidad de regulación dando origen a sobrantes nocturnos y de fin de semana.

Para el estudio y planificación de los recursos hidráulicos de una cuenca es importante considerar este fenómeno, ya que incide directamente en los recursos disponibles.

Un análisis completo de ello exige contar con experiencias de aforos sistemáticas, periódicas y bien planificadas, además de antecedentes complementarios sobre los acuíferos y áreas de riego de la zona en estudio.

En el caso de la cuenca del río Itata no se cuenta con suficientes antecedentes. Existen corridas de aforo en los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín, las que se han recopilado y analizado en este estudio, complementándolas con aforos efectuados en los ríos Ñuble y Chillán durante el mes de marzo de 1990.

Se ha formulado un planteamiento teórico general que permite determinar los retornos de riego sobre la base de lo que se ha denominado la tasa efectiva, concepto que corresponde a los consumos efectivos de agua incluyendo pérdidas en la conducción y aplicación del agua a los terrenos, pero tal que si se aplicara, no se producirían retornos de riego.

Se ha planteado la ecuación de continuidad para los tramos de río, para un acuífero y para una cuenca completa a nivel de piso del valle, estableciendo el papel y la relación entre las variables que intervienen en cada elemento así como la utilidad de cada planteamiento.

En esta forma el análisis de los tramos de río con los datos de las corridas de aforo y el conocimiento de los niveles freáticos, así como de la red de riego, permite caracterizar cada tramo en cuanto a pérdidas y recuperaciones.

El balance de la cuenca a nivel de piso del valle permitiría obtener la evapotranspiración y la tasa de riego efectiva del valle.

Los antecedentes sobre el agua subterránea entregan valores sobre los diferentes términos que intervienen en su balance cuando se concibe el acuífero como un embalse de agua subterránea. Relacionando las variaciones de los volúmenes acumulados en el acuífero con la descarga total, se podría obtener una relación aproximadamente lineal, lo que es de gran ayuda para la posterior simulación del acuífero con fines de planificación de recursos hidráulicos.

2 PLANTEAMIENTO TEORICO

El fenómeno conocido como las recuperaciones y pérdidas de un río se aborda mediante la aplicación de la ecuación de continuidad al tramo de río que se desea analizar.

El planteamiento de la ecuación de continuidad para un tramo de río permite apreciar la necesidad de considerar el análisis de otros elementos, tales como acuíferos, áreas de riego y drenaje de las mismas, con el objeto de poder determinar las variables que intervienen en el proceso y al mismo tiempo las relaciones que puedan regirlas. Estas últimas son de importancia para predecir el efecto de obras tales como embalses de regulación, medidas de tecnificación del riego, etc., sobre los recursos de agua con que se cuenta aguas abajo, así como también sobre las recargas que experimenta un acuífero, las cuales son de importancia en el estudio de los caudales máximos de explotación del mismo.

2.1 Tramo de Río

Se analiza un tramo de río general desde el cual se efectúan extracciones para diferentes usos tales como riego, agua potable, etc. El tramo experimenta pérdidas de agua por infiltración en el lecho del río, caso típico de los tramos de río de las primeras secciones legales, afloramientos de la napa subterránea en su parte inferior, aportes de tributarios con caudales propios de su cuenca no influídos por el riego, y retornos de riego tanto superficiales como subsuperficiales o flujo intermedio.

Teniendo presente el esquema adjunto, puede plantearse la ecuación de continuidad de la siguiente manera:

$$Qe+P+At+(Rr+Af-I)=Qs+Qc+Ev\pm\frac{V}{\delta t}$$

Qe : Caudal superficial del río al inicio del tramo
P : Precipitación sobre el tramo
At : Caudal del o los tributarios del tramo
Rr : Retornos de riego que llegan al tramo
Af : Afloramientos de la napa subterránea
I : Infiltración del río en su lecho
Qs : Caudal superficial del río al fin del tramo
Qc : Caudal total captado por los canales del tramo
EV : Evaporación en el tramo
V/δt : Variación de almacenamiento del tramo en el intervalo de tiempo δt

Para el análisis se considera un régimen permanente del escurrimiento de modo que $\delta V/\delta t = 0$. Este último término es de importancia en régimen impermanente, como es por ejemplo el caso de propagación de crecidas. Por ello, debe evitarse efectuar experiencias de recuperaciones cuando exista una variación importante del caudal con el tiempo. De igual manera, si se trabaja con períodos mensuales, dicha variación de almacenamiento será despreciable.

En el caso de corridas de aforo se suele elegir días sin lluvia, de modo que $P = 0$. Además, la evaporación directa desde el tramo de río es de poca importancia frente a los demás términos, así que también se omite. Al trabajar con períodos de tiempo más largos, tales como diarios o mensuales, habrá que considerar estas componentes.

Bajo las condiciones anteriores la ecuación queda:

$$Qe+At+(Rr+Af-I)=Qs+Qc$$

luego:

$$Rr+Af-I=Qs+Qc-Qe-At$$

El primer miembro de esta ecuación es la recuperación neta del tramo, la cual puede obtenerse conocidos los términos del segundo miembro. Esto es lo que se hace justamente en las corridas de aforo.

La ecuación obtenida permite analizar ciertas situaciones que ayudan en la definición misma de los tramos, al igual que en la interpretación de los resultados de experiencias en tramos ya definidos.

Se considera un tramo de río sin afloramientos de la napa subterránea. Ello puede determinarse con los antecedentes sobre la profundidad del nivel freático que existan. En ese caso se cumple:

$$Rr-I=Qs+Qc-Qe-At$$

Si por otro procedimiento es posible obtener los retornos de riego que llegan al tramo, se podrá obtener la infiltración del río en su lecho y efectuar un análisis para establecer su relación con el caudal del río al inicio del tramo, o bien, con el que no es captado por los canales. Esta relación es de indudable valor para el estudio y aprovechamiento de los recursos de agua subterránea.

Considerando ahora un tramo sin infiltración del río en su lecho, es decir, tramos en que el nivel del agua subterránea prácticamente coincide con la superficie.

$$Rr+Af=Qs+Qc-Qe-At$$

Si al igual que antes, se ha podido determinar en forma independiente el retorno de riego, será posible obtener el afloramiento que ocurre en el tramo y combinarlo con las demás variables que se estén considerando en un balance del acuífero y así obtener, por ejemplo, las recargas provenientes del riego o del río, según lo que interese, supuesto conocido los demás términos.

Por último, puede indicarse la conveniencia de elegir tramos sin que ocurran al mismo tiempo afloramientos e infiltraciones.

2.2 Areas de Riego

El análisis de las áreas de riego se efectúa con el objeto de contar con una determinación independiente de los retornos de riego que escurren hacia el tramo de río que se analiza y así poder separar la recuperación neta que se obtiene del análisis de un tramo de río.

Los retornos de riego de un área provienen de aguas captadas en exceso de las necesidades, a las cuales se agregan sobrantes que no pueden ser aprovechados por falta de regulación predial y derrames de riego que no son vueltos a utilizar en la misma área y que retornan al cauce original desde el cual se captó el agua.

Para obtener los retornos de riego de un área, es necesario efectuar un balance entre el agua disponible y el agua efectivamente consumida. Debe tenerse presente la red de drenaje del área y el reuso interno de las aguas. La red de drenaje debe estudiarse con el objeto de establecer las áreas que realmente contribuyen a las recuperaciones del tramo de río.

No todos los derrames y sobrantes que se produzcan en los predios retornan a su fuente original, ya que comúnmente son interceptados por esteros y vueltos a captar por canales de riego más bajos. Se produce así un cierto grado de reuso que implica una mayor eficiencia en el uso del agua.

Los retornos de riego pueden determinarse con la metodología planteada en el "Estudio de Prefactibilidad. Hoya del río Rapel", de la Comisión Nacional de Riego (Agro-Ipla- Engineering Science, 1978).

Se considera un sector de riego formado por un área de riego directo y otra de riego indirecto que aprovecha los retornos de riego de la primera.

Los retornos de riego se obtienen con la expresión

$$Rr = (1 - \frac{Te}{Ts}) \cdot Ds$$

en que:

Rr : Retorno de riego final del área, descontado ya el aprovechamiento interno por parte del área de riego indirecto

Te : Tasa efectiva; corresponde al consumo efectivo de agua en riego, siendo equivalente a una tasa en bocatoma tal que si se utilizara, no se producirían retornos de riego; es decir, la eficiencia de utilización del agua de riego a nivel predial implica que no hay derrames superficiales, o bien, que ellos son completamente aprovechados y existe suficiente capacidad de regulación predial como para que no se produzcan sobrantes nocturnos o de fin de semana

Ts : Tasa o dotación en bocatoma actualmente en uso, pero a nivel de sector, es decir, descontado el reuso interno de las aguas.

Ds : Demanda suplida en el área en el período de análisis

La tasa a nivel de sector se determina como sigue:

$$Ts = (\frac{S1}{S1+S2}) \cdot Tb \qquad para \quad Tb > (\frac{S1}{S1+S2}) \cdot Te$$

$$Ts = \frac{S2 \cdot Tb + S1 \cdot Te}{S1+S2} \qquad para \quad Tb < (\frac{S1}{S1+S2}) \cdot Te$$

Siendo:

Tb : la tasa en bocatoma actualmente en uso sin considerar el reuso interno en el área
S1 : la superficie de riego directo del área
S2 : la superficie de riego indirecto del área

2.3 Piso del Valle

Se considera el área de riego completa de una cuenca exlcuyendo los faldeos de los cerros vecinos, es decir, el valle propiamente tal. La ecuación de continuidad aplicada a este sistema permite determinar el consumo evapotranspirativo del período de riego y por tanto la tasa efectiva a nivel de cuenca.

Teniendo presente el esquema adjunto, la ecuación de continuidad puede escribirse del siguiente modo:

$$Qse+Qze+Qce+Qel+P=Qss+Qzs+Qcs+Qsb+Et\pm\frac{V}{\delta t}$$

en que:

Qse : es el caudal total superficial entrante por los ríos del valle
Qze : es el caudal subterráneo total entrante
Qce : es el caudal que entra al sistema por canales que traen agua de otras cuencas
Qel : es el caudal producido por la escorrentía en los faldeos de los cerros vecinos al piso del valle
P : es la precipitación directa sobre el piso del valle
Qsb : caudal extraído por bombeo
Qss : es el caudal superficial saliente
Qzs : es el caudal subterráneo saliente
Qcs : es el caudal que sale del sistema a través de canales que llevan aguas a otras cuencas.
Et : es el consumo evapotranspirativo
V/δt: es la variación de almacenamiento total que ocurre en el intervalo δt; comprende el almacenamiento en acuíferos, embalses, zona de aireación del suelo, etc.

Cuando se elige como sistema el piso del valle de toda la cuenca, es posible despreciar los flujos subterráneos entrantes, pues a la entrada del valle central suelen ser muy pequeños. Análogamente, si la sección de término está cerca de la desembocadura al mar, el flujo subterráneo saliente podrá ser despreciado, pues suele ser pequeño por las bajas transmisibilidades en dichas zonas. Aceptando también que no existen exportaciones ni importaciones de agua a través de canales de trasvases, los términos correspondientes serán nulos.

Considerando el período de riego de Octubre a Marzo las precipitaciones son pequeñas frecuentemente e insuficientes como para producir escorrentía en los faldeos de los cerros de modo que es razonable despreciar el término Qel. Aceptando también que la variación de almacenamiento sea pequeña en el período indicado, es decir trabajando con años normales y excluyendo los muy húmedos, puede obtenerse la evapotranspiración Et conocidos los demás términos de la ecuación. Este es frecuentemente el caso, por cuanto las cuencas poseen normalmente controles fluviométricos a la entrada del valle central y cerca de la desembocadura al mar. Además es corriente contar con antecedentes suficientes como para obtener la precipitación media sobre el valle.

Bajo los supuestos anteriores, la evapotranspiración será:

$$Et=Qse+P-Qss$$

Obtenida la evapotranspiración Et puede calcularse la tasa efectiva anual considerando una eficiencia de utilización del agua de riego prudentemente racional y un factor que represente el porcentaje Octubre a Marzo frente al total anual.

En esta forma:

$$Te=\frac{Et}{f \cdot e}$$

siendo

e : la eficiencia de utilización
f : evapotranspiración de Octubre a Marzo dividida por la de todo el año.

2.4 Acuífero

Se considera el acuífero relacionándolo con el tramo de río y área de riego en análisis tratándolo como un embalse de agua subterránea. La aplicación de la ecuación de continuidad a este elemento permite obtener, por ejemplo, la recarga proveniente del regadío, si de los análisis del tramo de río se han obtenido las infiltraciones en el lecho de este último, supuesto conocidos los demás términos que intervienen en el proceso.

La ecuación de continuidad para el acuífero puede escribirse de la manera siguiente:

$$Qze+Ir+Ip+Irg=Qzs+Af+Qpz \pm \frac{V}{\delta t}$$

en que:

Qze : es el caudal subterráneo entrante al sistema
Ir : es la infiltración del río en su lecho que recarga el acuífero
Ip : es la infiltración proveniente de las precipitaciones que logra pasar la zona de aireación y se incorpora al acuífero
Irg : es la infiltración proveniente del agua aplicada en el regadío de las tierras que también alcanza a incorporarse al acuífero
Qzs : es el caudal subterráneo saliente del sistema
Af : es el caudal que aflora
Qpz : es el caudal extraído por los pozos o sondajes en explotación.
V/δt: es la variación de almacenamiento en el período δt

La aplicación de la ecuación de continuidad al caso de un acuífero exige contar con gran cantidad de antecedentes, cuya elaboración demanda también bastante trabajo. Es necesario disponer de controles de niveles freáticos en los sondajes existentes durante todo el período de análisis, al igual que de los caudales que se ha extraído de los mismos. Para conocer la variación de almacenamiento en cada período deben trazarse las curvas de igual nivel o isofreáticas al comienzo y al término de cada período, para luego integrar y obtener la variación total de volumen, y enseguida aplicar un coeficiente de almacenamiento que entregue la variación efectiva de volumen de agua almacenada. El cálculo de los caudales entrantes y salientes del acuífero implica el conocimiento de las transmisibilidades en las zonas de entrada y salida para poder aplicar la ley de Darcy. Por último, de acuerdo con los antecedentes adicionales que se disponga, es necesario estimar los términos Ip e Irg, si se conoce Ir, para obtener Af; o bien, si se conoce Af, se estiman Ip e Irg para obtener Ir. Otras combinaciones también pueden darse según sea el caso.

3 ANALISIS DE PERDIDAS Y RECUPERACIONES

3.1 Antecedentes Existentes y Experiencias Efectuadas

La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas, con el Instituto de Asuntos Interamericanos, realizaron una serie de corridas de aforo en los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín en la temporada de Octubre 1956 a Abril 1957.

En el río Chillán el Ing. Agrónomo Eugenio Garrido efectuó, como parte de su tesis de grado, tres corridas de aforo, una por mes, en los meses de Diciembre 1981 y Enero y Febrero de 1982.

En el río Diguillín se cuenta también con las mediciones del caudal del río y de los canales que efectúa regularmente desde Noviembre de 1983 el juez del río Sr. Heitmanek.

Finalmente, y como parte del presente estudio, durante Marzo de 1990 se efectuaron aforos en los ríos Ñuble y Chillán, buscando detectar tramos de infiltración y tramos de ganancia neta de agua o recuperación.

La Figura III.F.4-1 adjunta corresponde a un plano de ubicación general de los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín, señalando estaciones fluviométricas y lugares de aforo durante las experiencias efectuadas por la Dirección de Riego.

3.2 Experiencias en el Río Ñuble

En la Figura III.F.4-2 se muestra un esquema de los canales de este río.

En el Cuadro III.F.4-1 se presentan los resultados resumidos de las experiencias de la Dirección de Riego.

En ellas el río se dividió en dos tramos. El primero va de San Fabián al Puente Nahueltoro y el segundo desde este último hasta el Camino Longitudinal. Además se engloba todo el río desde San Fabián hasta el Longitudinal.

CUADRO III.F.4-1 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS

Río Ñuble: San Fabián a Pte Nahueltoro (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	16.10.56	165.00	5.35	170.35	27.59	162.00	19.24
2	13.11.56	165.00	3.87	168.87	38.28	190.00	59.41
3	22.11.56	140.00	1.97	141.97	30.64	162.00	50.67
4	06.12.56	92.00	0.65	92.65	33.47	97.00	37.82
5	27.12.56	63.50	0.36	63.86	31.68	36.00	3.82
6	10.01.57	38.10	0.22	38.32	26.19	17.50	5.37
7	18.01.57	34.70	0.10	34.80	24.85	15.50	5.55
8	08.02.57	26.00	0.05	26.05	18.35	13.50	5.80
9	20.02.57	21.80	0.18	21.98	16.30	9.50	3.82
10	06.03.57	21.30	0.12	21.42	14.59	7.97	1.14
11	25.03.57	20.60	0.08	20.68	12.73	7.33	-0.62
12	10.04.57	19.00	0.04	19.04	12.33	9.13	2.42
13	22.04.57	17.20	0.03	17.23	10.72	6.56	0.05
	Promedio	63.40	1.00	64.40	22.90	56.46	14.96

CUADRO III.F.4-1. ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN (continuación)
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS

Río Ñuble: Pte Nahueltoro a Longitudinal (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	20.10.56	152.50	0.00	152.50	15.37	124.10	-13.03
2	14.11.56	190.00	0.00	190.00	22.71	140.00	-27.29
3	23.11.56	162.00	0.00	162.00	22.23	122.30	-17.47
4	06.12.56	97.00	0.00	97.00	20.03	63.40	-13.57
5	27.12.56	36.00	0.00	36.00	21.34	12.53	-2.13
6	11.01.57	17.50	0.00	17.50	14.54	3.02	0.06
7	19.01.57	15.50	0.00	15.50	13.15	1.95	-0.40
8	09.02.57	13.50	0.00	13.50	11.66	0.79	-1.05
9	21.02.57	9.50	0.00	9.50	10.66	0.76	1.92
10	07.03.57	7.97	0.00	7.97	10.92	0.67	3.62
11	26.03.57	7.33	0.00	7.33	9.71	0.71	3.09
12	11.04.57	9.13	0.00	9.13	9.07	0.99	0.93
13	23.04.57	6.56	0.00	6.56	8.76	0.98	3.18
	Promedio	55.73	0.00	55.73	14.63	36.32	-4.78

Río Ñuble: San Fabián a Longitudinal (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	16.10.56	165.00	5.35	170.35	42.96	124.10	-3.29
2	13.11.56	165.00	3.87	168.87	60.99	140.00	32.12
3	22.11.56	140.00	1.97	141.97	52.87	122.30	33.20
4	06.12.56	92.00	0.65	92.65	53.50	63.40	24.25
5	27.12.56	63.50	0.36	63.86	53.02	12.53	1.69
6	10.01.57	38.10	0.22	38.32	40.73	3.02	5.43
7	18.01.57	34.70	0.10	34.80	38.00	1.95	5.15
8	08.02.57	26.00	0.05	26.05	30.01	0.79	4.75
9	20.02.57	21.80	0.18	21.98	26.96	0.76	5.74
10	06.03.57	21.30	0.12	21.42	25.51	0.67	4.76
11	25.03.57	20.60	0.08	20.68	22.44	0.71	2.47
12	10.04.57	19.00	0.04	19.04	21.40	0.99	3.35
13	22.04.57	17.20	0.03	17.23	19.48	0.98	3.23
	Promedio	63.40	1.00	64.40	37.53	36.32	9.45

Los datos representan el caudal del río al comienzo del tramo, Qa, el caudal aportado por esteros, Qe, su suma Qa+Qe, el caudal total extraído por los canales, Qc, el caudal del río al final del tramo, Qb y la recuperación o pérdida neta del tramo, R, obtenida como balance del tramo. Un valor positivo implica recuperación y uno negativo, pérdida.

De acuerdo con estas cifras, el primer tramo sería principalmente uno con recuperaciones que varían entre 59 m3/seg y cero. También se aprecia una pérdida pequeña de 0,6 m3/seg en Marzo.

Se advierten cifras bastante altas en primavera, las que segun la teoría sólo pueden atribuirse a escorrentía generada por la lluvia, a retornos y sobrantes de riego y a afloramientos de la napa.

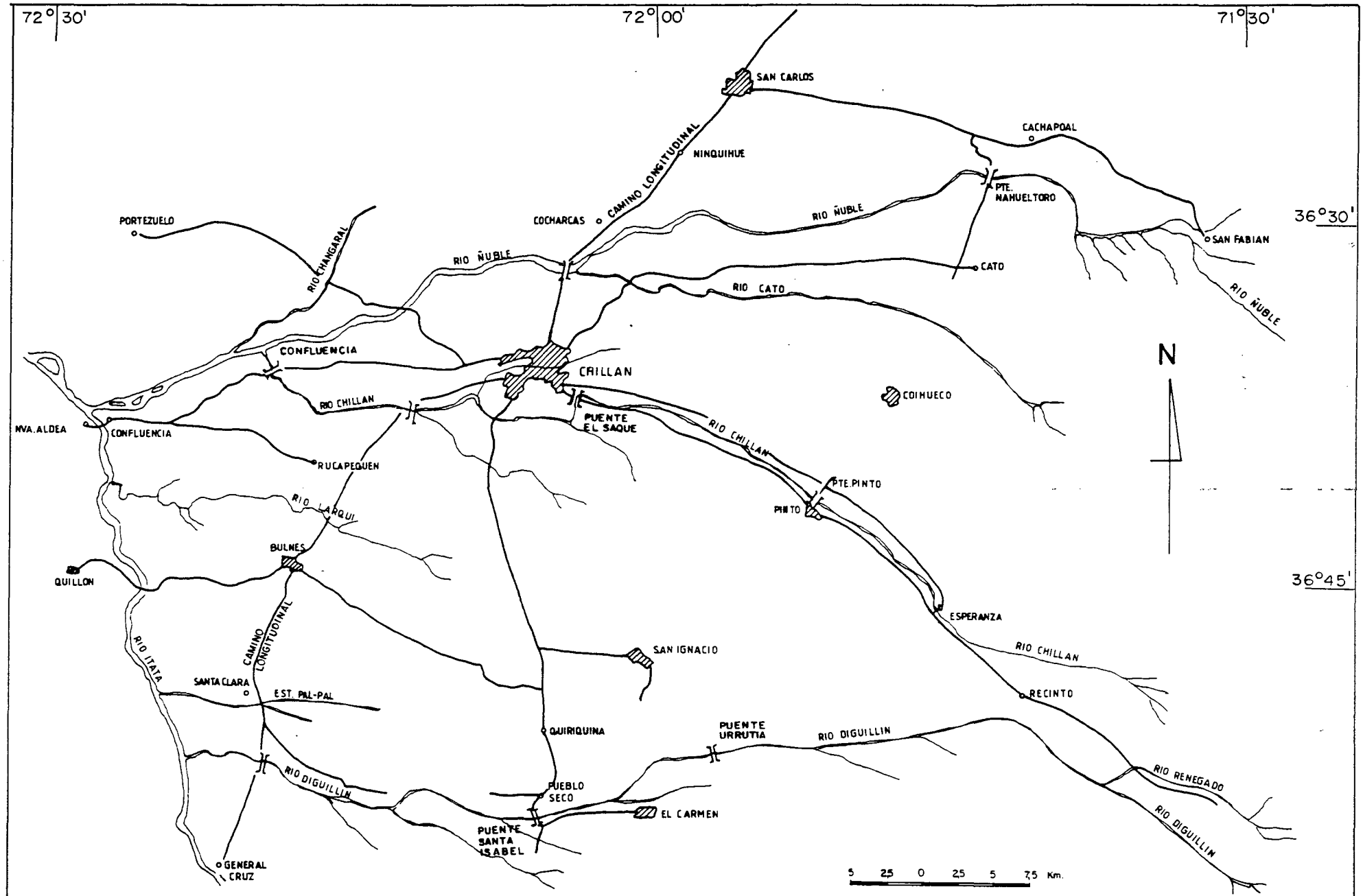


FIGURA III. F. 4.-1. ESQUEMA DE UBICACION GENERAL

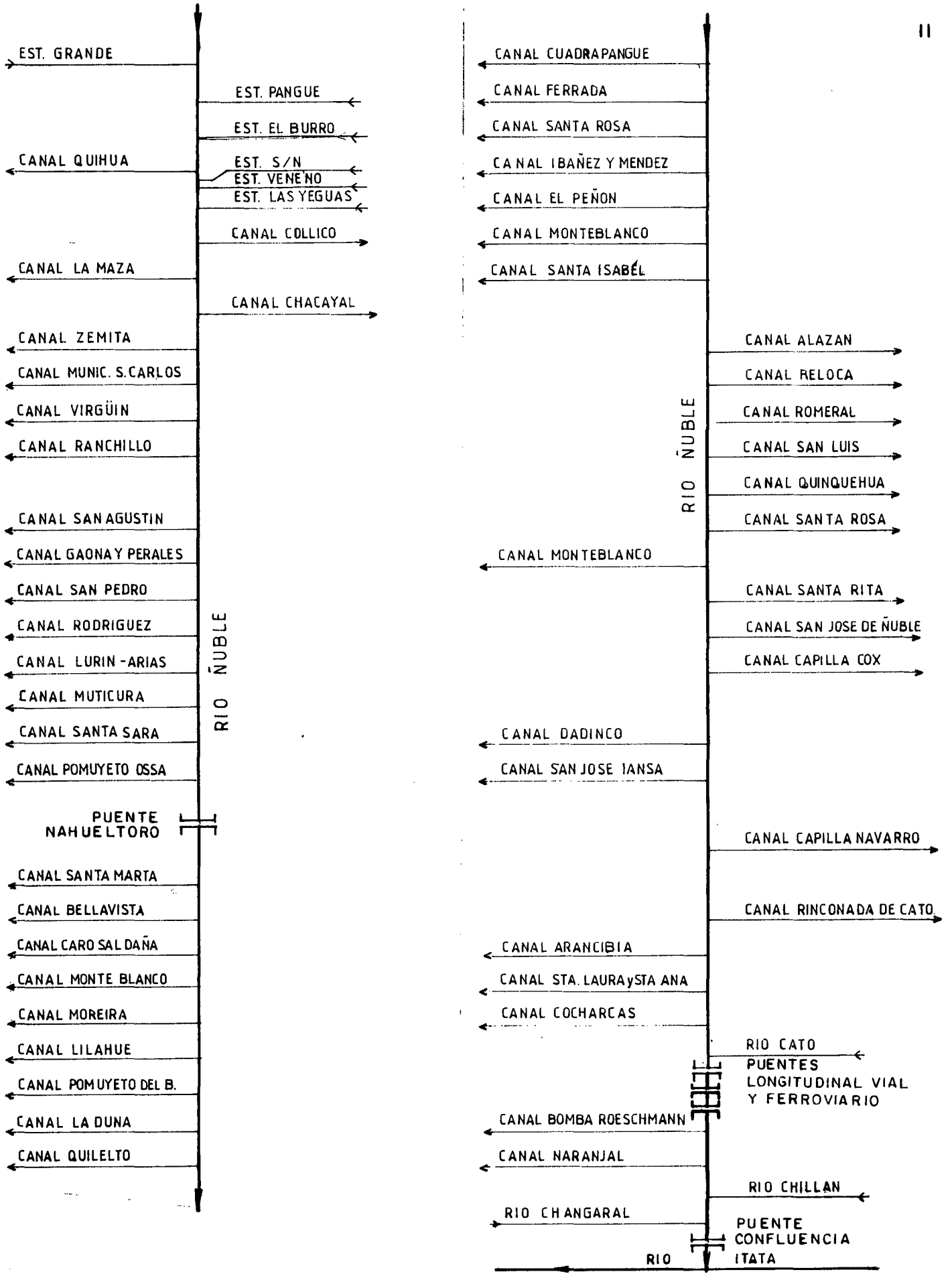


FIGURA III.F.4.-2. CANALES DERIVADOS DEL RIO ÑUBLE

Las dos primeras explicaciones son poco probables ya que, de haber llovido, los esteros registrarían caudales importantes y no hay retornos de riego relevantes hacia el río. De modo que la recuperación provendría de la napa subterránea, cosa que parece ser efectiva, pues, según personas del lugar, hay afloramientos poco aguas abajo del estero Las Yeguas. En este caso la napa estaría en relación muy directa con las crecidas de deshielo del río.

También existe la posibilidad de que no se hayan aforado todos los esteros aportantes al tramo.

Durante el verano las cifras son moderadas, con recuperaciones que van bajando desde los 6 m3/seg hasta anularse, apareciendo incluso una pérdida en la experiencia de Marzo.

En consecuencia, y considerando que se trata de una sola temporada, las cifras deben tomarse sólo como una indicación del fenómeno.

El segundo tramo aparece como uno de infiltraciones o pérdidas desde Octubre hasta mediados de Febrero. Hay cifras de pérdidas entre 27 y 13 m3/seg hasta Diciembre. Desde Febrero hasta Abril se detectan recuperaciones entre 1 y 4 m3/seg. Luego éste sería un tramo mixto.

Al analizar el río en forma global tomando los datos entre San Fabián y Longitudinal, el río aparece con recuperaciones entre 33 y 1,7 m3/seg y con una pérdida de 3 m3/seg en Octubre. Las recuperaciones son más importantes al comienzo de la temporada, esto es en primavera, y decrecen a medida que se avanza hacia el verano y fin de temporada.

En el informe de la Dirección de Riego se plantea una regresión lineal múltiple entre la recuperación calculada R y las variables Qa+Qe y Qc del tipo

$$R=(a+b\cdot(Qa+Qe))+c\cdot Qc$$

La idea proviene de considerar que la recuperación se forma por un aporte de la napa y por retornos de riego. El término (a + b*(Qa+Qe)) sería representativo del aporte de la napa, con un flujo constante y otro función del caudal del río y una parte de Qc explicaría el retorno de riego.

La Dirección de Riego calculó estas regresiones para el río completo sin separar en tramos.

En este caso se calculó global y por tramos, obteniéndose los siguientes resultados :

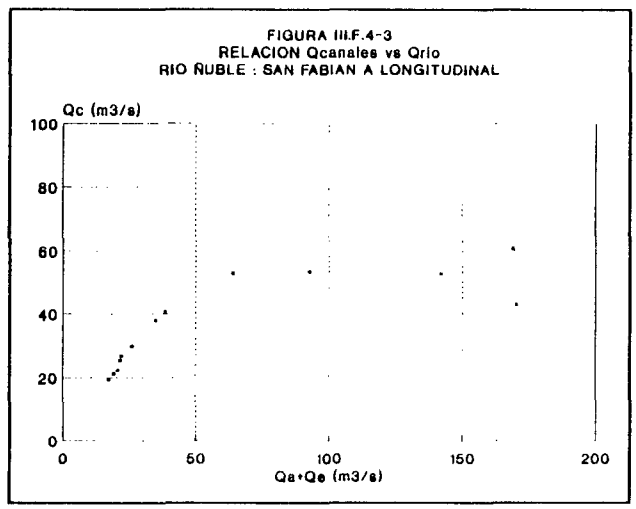
	a	b	c	r^2
Tramo 1	-13.7	0.218	0.638	0.751
Tramo 2	6.5	-0.119	-0.317	0.952
Global	-10.1	0.026	0.476	0.451

El coeficiente de determinación r^2 es relativamente alto para los tramos por separado, pero bajo para el río entero. Si bien r^2 es alto para el segundo tramo, no parece razonable un coeficiente "c" negativo.

Además, los coeficientes de Qc resultan muy altos e implicarían que en el tramo 1 el 64 % del agua de los canales retornaría al río; a nivel global esta cifra sería de 48 % lo que no calza con la realidad pues la ribera norte drena principalmente hacia el río Ñiquén y hacia el río Changaral y la ribera sur hacia el Cato.

Al respecto cabe reiterar que la información disponible es limitada y debiera contarse con datos de varias temporadas para poder obtener conclusiones válidas.

Por último, los datos disponibles para el río completo se han representado gráficamente en la Figura III.F.4-3 relacionando el total de los caudales de canales con la suma Qa+Qe, río más esteros. Esta representación es de utilidad para determinar una posible ley de captación del conjunto de canales.



Para caudales del río inferiores a un cierto valor, los puntos tienden a agruparse entorno a una recta a 45 grados que pasa por el origen, pero superado ese valor los puntos se distribuyen entorno a una recta horizontal.

Esto último refleja la limitación de la capacidad de los canales y comienza a ocurrir cuando el río trae un caudal tal que permite que todos los canales copen su capacidad. Para caudales superiores del río, no aumenta el caudal de los canales pues ya no tienen capacidad.

En el caso del río Ñuble el caudal límite a partir del cual los canales quedan copados es del orden de los 60 m3/seg.

3.3 Experiencias en el Río Chillán

En la Figura III.F.4-4 se muestra un esquema de los canales de este río.

En el Cuadro III.F.4-2 se presentan los resultados resumidos de las experiencias de la Dirección de Riego.

En ellas el río se dividió en cuatro tramos. El primero va de Esperanza al puente Pinto, el segundo desde este último hasta puente El Saque, el tercero desde puente El Saque hasta el camino Longitudinal y el cuarto desde el Longitudinal hasta la confluencia. En el presente caso se consideran sólo los tres primeros tramos y además se engloba todo el río desde Esperanza hasta el Longitudinal.

Un examen de las cifras obtenidas revela que no existen tendencias claras; todos los tramos y el río completo presentan tanto recuperaciones como pérdidas.

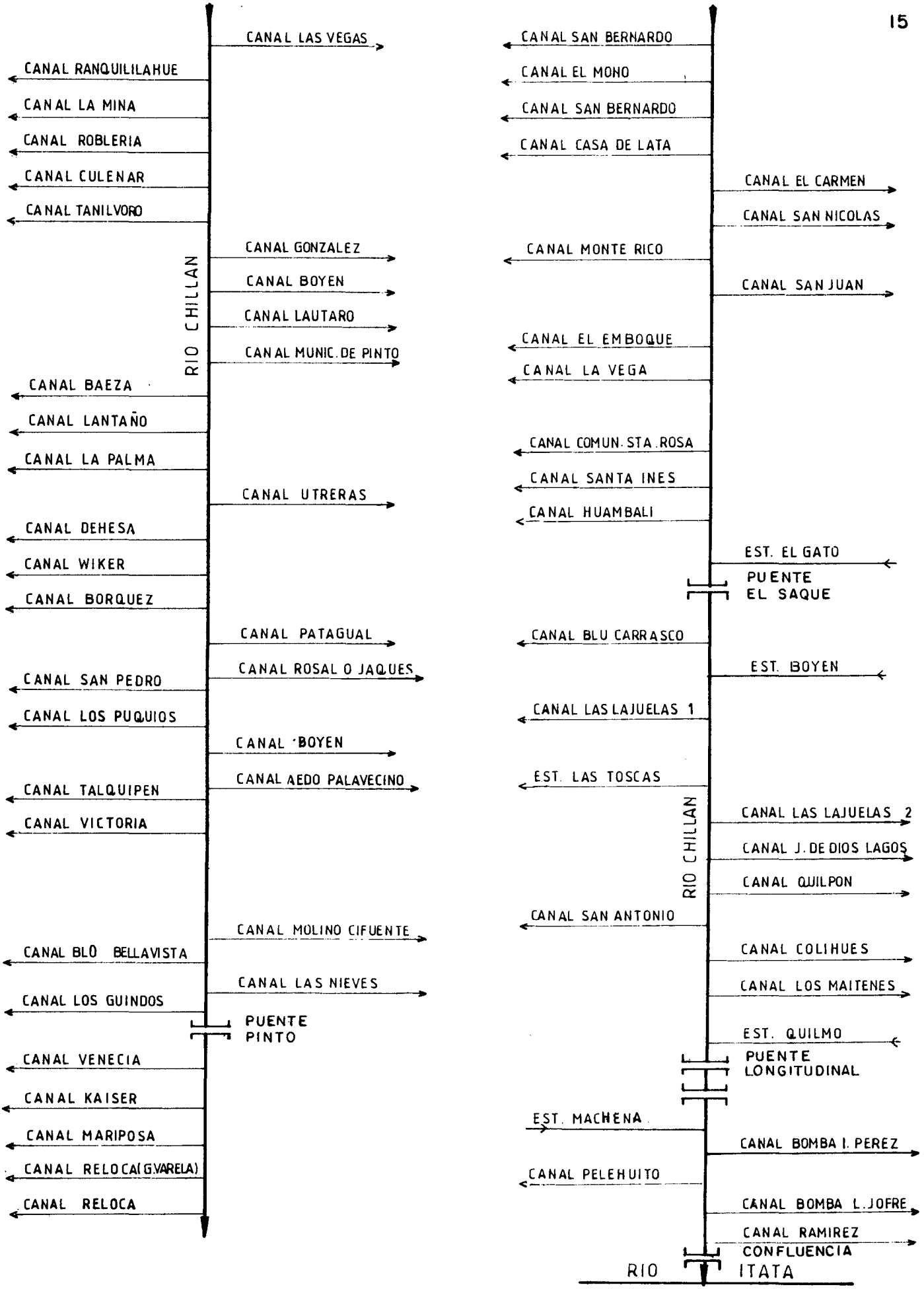


FIGURA III.F.4-4. CANALES DERIVADOS DEL RIO CHILLAN

En el primer tramo las pérdidas varían entre 0,02 y 2,9 m3/seg, en tanto que las recuperaciones están entre 0,08 y 1,45 m3/seg. El valor medio es +0,02 m3/seg.

En el segundo tramo las pérdidas van de 0,22 a 1,11 m3/seg, mientras que las recuperaciones van, a su vez, de 0,01 a 2,3 m3/seg. En promedio se tiene +0,27 m3/seg.

En el tercer tramo hay dos experiencias con pérdidas con valores de 0,01 y 0,33 m3/seg. Las demás entregan recuperaciones en el rango 0,01 a 7,60 m3/seg. En promedio el tramo aparece con una recuperación de 0,86 m3/seg.

Al considerar todo el río desde Esperanza hasta el Longitudinal, se tienen pérdidas entre 0,02 y 0,44 m3/seg y recuperaciones que varían entre 0,45 y 6,08 m3/seg. En promedio hay una recuperación de 1,05 m3/seg.

La regresión lineal múltiple del tipo

$$R=(a+b\cdot(Qa+Qe))+c\cdot Qc$$

entrega los siguientes resultados :

	a	b	c	r^2
Tramo 1	2.2	-0.135	-0.201	0.528
Tramo 2	-0.8	-0.096	0.657	0.800
Tramo 3	-0.1	0.354	-1.074	0.734
Global	3.1	0.219	-0.559	0.674

CUADRO III.F.4-2 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS

Río Chillán: Esperanza a Puente Pinto(m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	02.10.56	17.70	0.00	17.70	3.49	13.80	-0.41
2	22.10.56	11.30	0.00	11.30	5.20	6.20	0.10
3	08.11.56	15.60	0.00	15.60	7.09	5.60	-2.91
4	19.11.56	12.00	0.00	12.00	6.08	6.00	0.08
5	03.12.56	8.50	0.00	8.50	7.00	1.48	-0.02
6	17.12.56	8.80	0.00	8.80	7.04	1.64	-0.12
7	03.01.57	7.60	0.00	7.60	5.41	1.40	-0.79
8	14.01.57	4.80	0.00	4.80	5.09	1.16	1.45
9	04.02.57	4.47	0.00	4.47	5.10	0.57	1.20
10	18.02.57	5.06	0.00	5.06	4.35	0.94	0.23
11	04.03.57	4.82	0.00	4.82	4.04	0.99	0.21
12	19.03.57	4.30	0.00	4.30	4.05	0.81	0.56
13	02.04.57	3.78	0.00	3.78	3.71	0.69	0.62
14	30.04.57	3.70	0.00	3.70	3.73	0.42	0.45
	Promedio	8.36	0.00	8.36	5.20	3.18	0.02

CUADRO III.F.4-2 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN (continuación)
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS

Río Chillán: Puente Pinto a Puente El Saque (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	02.10.56	13.80	0.79	14.59	1.38	12.10	-1.11
2	22.10.56	6.20	1.76	7.96	3.04	4.70	-0.22
3	08.11.56	5.60	1.49	7.09	4.83	4.60	2.34
4	19.11.56	6.00	0.90	6.90	4.42	3.65	1.17
5	03.12.56	1.48	0.80	2.28	2.50	0.45	0.67
6	17.12.56	1.64	1.38	3.02	2.38	0.42	-0.22
7	03.01.57	1.40	0.60	2.00	1.93	0.33	0.26
8	14.01.57	1.16	0.60	1.76	1.66	0.11	0.01
9	04.02.57	0.66	0.55	1.21	1.42	0.12	0.33
10	18.02.57	0.94	0.61	1.55	1.11	0.08	-0.36
11	04.03.57	0.99	0.56	1.55	1.64	0.16	0.25
12	19.03.57	0.81	0.42	1.23	1.26	0.11	0.14
	Promedio	3.39	0.87	4.26	2.30	2.24	0.27

Río Chillán: Puente El Saque a Puente Longitudinal (m3/seg)

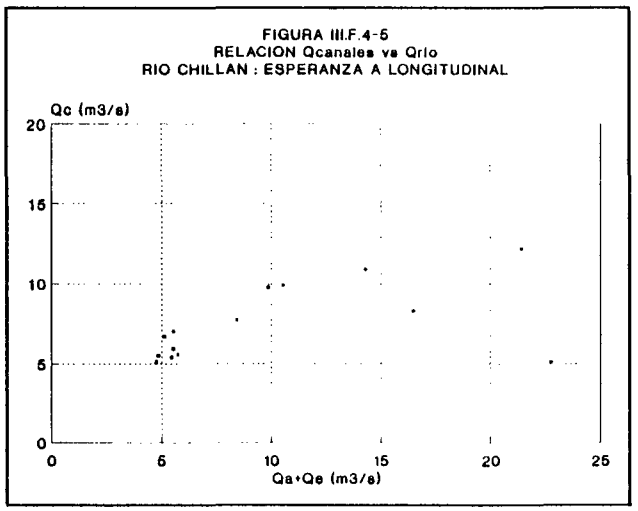
Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	02.10.56	12.10	4.24	16.34	0.24	23.70	7.60
2	22.10.56	4.70	3.40	8.10	0.04	9.80	1.74
3	08.11.56	4.60	4.30	8.90	0.25	9.20	0.55
4	19.11.56	3.65	1.39	5.04	0.41	4.30	-0.33
5	03.12.56	0.45	0.55	1.00	0.25	0.87	0.12
6	17.12.56	0.42	0.34	0.76	0.48	0.57	0.29
7	03.01.57	0.33	0.22	0.55	0.37	0.27	0.09
8	14.01.57	0.11	0.13	0.24	0.26	0.12	0.14
9	04.02.57	0.12	0.11	0.23	0.16	0.06	-0.01
10	18.02.57	0.08	0.07	0.15	0.13	0.07	0.05
11	04.03.57	0.16	0.14	0.30	0.27	0.06	0.03
12	19.03.57	0.11	0.13	0.24	0.21	0.04	0.01
	Promedio	2.24	1.25	3.49	0.26	4.09	0.86

Río Chillán: Esperanza a Puente Longitudinal (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	02.10.56	17.70	5.03	22.73	5.11	23.70	6.08
2	22.10.56	11.30	5.16	16.46	8.28	9.80	1.62
3	08.11.56	15.60	5.79	21.39	12.17	9.20	-0.02
4	19.11.56	12.00	2.29	14.29	10.91	4.30	0.92
5	03.12.56	8.50	1.35	9.85	9.75	0.87	0.77
6	17.12.56	8.80	1.72	10.52	9.90	0.57	-0.05
7	03.01.57	7.60	0.82	8.42	7.71	0.27	-0.44
8	14.01.57	4.80	0.73	5.53	7.01	0.12	1.60
9	04.02.57	4.47	0.66	5.13	6.68	0.06	1.61
10	18.02.57	5.06	0.68	5.74	5.59	0.07	-0.08
11	04.03.57	4.82	0.70	5.52	5.95	0.06	0.49
12	19.03.57	4.30	0.55	4.85	5.52	0.04	0.71
13	02.04.57	3.78	0.96	4.74	5.12	0.07	0.45
14	30.04.57	3.70	1.75	5.45	5.41	2.35	2.31
	Promedio	8.36	2.03	10.40	7.67	3.78	1.05

Estos resultados tampoco son muy alentadores, ni por los r^2 ni por los coeficientes de las regresiones, sobretodo los de Qc que son negativos, cosa que no tiene sentido.

En la Figura III.F.4-5 se muestra la relación entre el caudal de los canales y el caudal del río más esteros para el tramo Esperanza a Longitudinal. Puede apreciarse la existencia de valores extraños para caudales altos de la variable independiente. No se puede precisar el caudal límite.



En el Cuadro III.F.4-3 presentan los resultados de las experiencias del Ing. Agrónomo Eugenio Garrido en el río Chillán. La definición de tramos es común con la de la Dirección de Riego.

De acuerdo con estos resultados sólo el segundo tramo presenta pérdidas y los demás son de recuperaciones.

Los valores promedios para cada tramo son, respectivamente, +1,057; -0,282; +0,393 y +0,458 m3/seg.

CUADRO III.F.4-3 ANALISIS DE RECUPERACIONES RIO CHILLAN
Experiencias de Ing. Agrónomo Eugenio Garrido

Río Chillán Tramo I: Esperanza a Pte Pinto (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	dic 81	4.385	0.000	4.385	3.602	2.495	1.712
2	ene 82	4.563	0.000	4.563	3.165	2.083	0.685
3	feb 82	4.411	0.000	4.411	2.912	2.273	0.774
	Promedio	4.453	0.000	4.453	3.226	2.284	1.057

Río Chillán Tramo II: Pte Pinto a Pte El Saque (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	dic 81	2.548	0.000	2.548	1.756	0.377	-0.415
2	ene 82	2.093	0.000	2.093	1.390	0.314	-0.389
3	feb 82	2.351	0.000	2.351	1.791	0.517	-0.043
	Promedio	2.331	0.000	2.331	1.646	0.403	-0.282

CUADRO III.F.4-3 ANALISIS DE RECUPERACIONES RIO CHILLAN (continuación)
Experiencias de Ing. Agrónomo Eugenio Garrido

Río Chillán Tramo III: Pte El Saque a Longitudinal (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	dic 81	0.395	0.000	0.395	0.257	0.546	0.408
2	ene 82	0.336	0.000	0.336	0.423	0.157	0.244
3	feb 82	0.566	0.000	0.566	0.152	0.942	0.528
	Promedio	0.432	0.000	0.432	0.277	0.548	0.393

Río Chillán Tramo IV: Longitudinal a Confluencia (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	dic 81	0.546	0.000	0.546	0.042	0.588	0.084
2	ene 82	0.157	0.000	0.157	0.031	0.647	0.521
3	feb 82	0.942	0.000	0.942	0.054	1.657	0.769
	Promedio	0.548	0.000	0.548	0.042	0.964	0.458

3.4 Experiencias en el río Diguillín

En la Figura III.F.4-6 se muestra un esquema de los canales de este río.

En el Cuadro III.F.4-4 se presentan los resultados resumidos de las experiencias de la Dirección de Riego.

El río se dividió en tres tramos. El primero va de San Lorenzo y Renegado a puente Urrutia, el segundo desde allí este hasta el puente Sta. Isabel y el tercero desde el puente Sta. Isabel hasta el Camino Longitudinal.

De acuerdo con estas experiencias, el primer tramo es de recuperaciones francas que oscilan entre 16,7 y 4,5 m3/seg, presentando un valor medio de 8,8 m3/seg. Se aprecia un decrecimiento a medida que avanza la temporada de riego.

El segundo tramo presenta más experiencias con pérdidas que con recuperaciones. Las pérdidas están entre 0,26 y 2,33 m3/seg y las recuperaciones entre 0,09 y 1,8 m3/seg. El valor promedio del tramo es de -0,23 m3/seg.

En el tercer tramo hay tres experiencias con pérdidas con valores entre 0,03 y 0,55 m3/seg. Las recuperaciones varían entre 0,46 y 5,18 m3/seg. El valor promedio es de +1,12 m3/seg.

El río completo hasta el Longitudinal aparece con recuperaciones solamente. Ellas están entre 5,6 y 14,55 m3/seg. El promedio alcanza a 9,29 m3/seg y se aprecia una disminución de la recuperación con el tiempo.

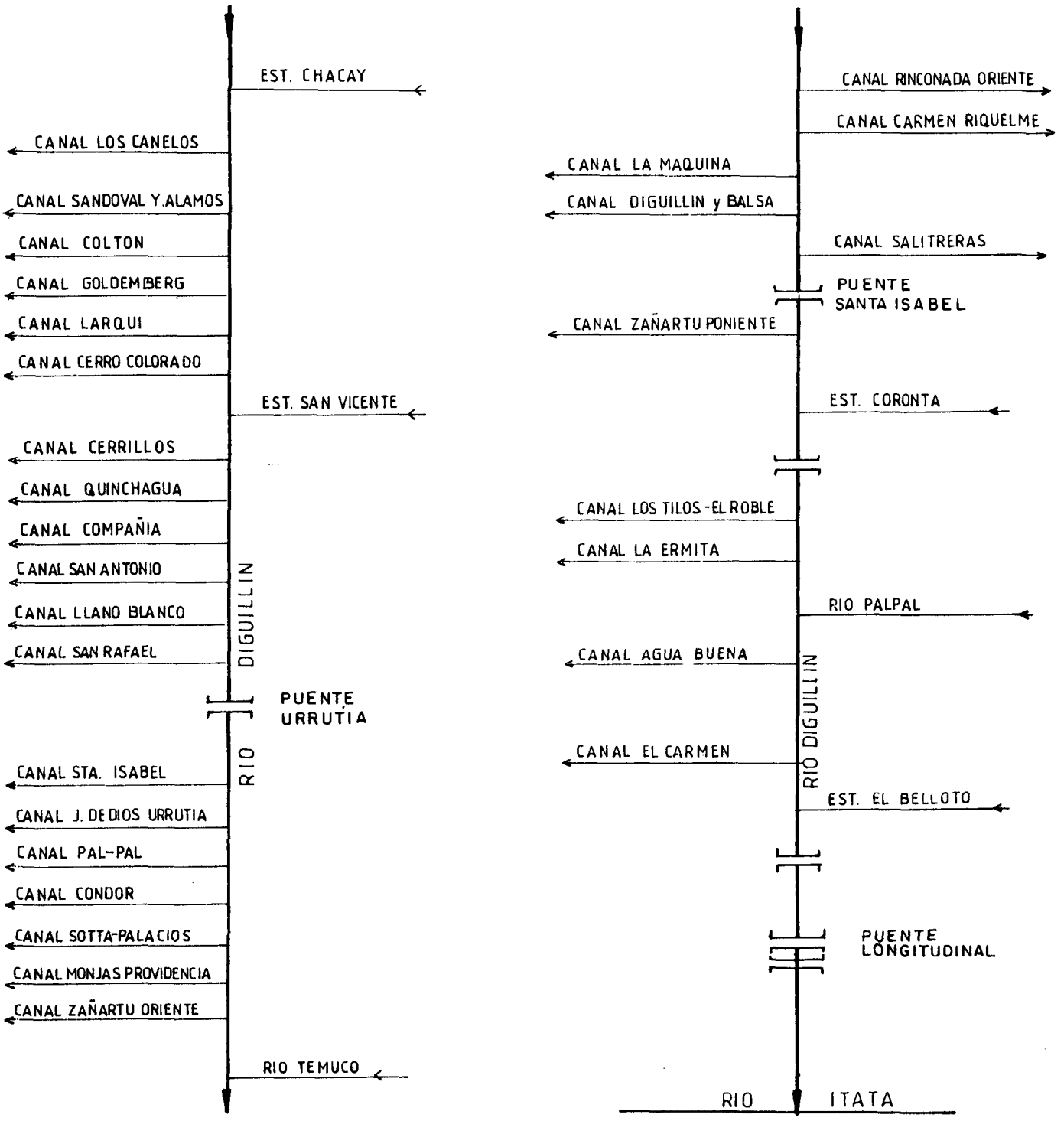


FIGURA III.F.4-6. CANALES DERIVADOS DEL RIO DIGUILLIN

La regresión lineal múltiple del tipo

$$R=(a+b\cdot(Qa+Qe))+c\cdot Qc$$

entrega los siguientes resultados :

	a	b	c	r^2
Tramo 1	2.7	0.397	0.528	0.815
Tramo 2	0.4	0.031	-0.178	0.107
Tramo 3	-2.4	-0.130	1.442	0.356
Global	1.5	0.070	0.485	0.946

El primer tramo y el río completo muestran coeficientes r^2 altos lo que implica que un porcentaje elevado de la varianza queda explicado por la regresión. Sin embargo, la situación no es muy real ya que, al igual que en el río Ñuble, la mayor parte del área de riego drena hacia el norte, en este caso el río Larqui.

CUADRO III.F.4-4 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS

Río Diguillín: San Lorenzo + Renegado a Puente Urrutia (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	11.10.56	18.00	4.90	22.90	4.62	35.00	16.72
2	25.10.56	14.00	3.93	17.93	7.80	21.70	11.57
3	15.11.56	14.00	4.10	18.10	10.10	20.60	12.60
4	26.11.56	8.11	2.19	10.30	8.78	15.40	13.88
5	10.12.56	5.45	1.08	6.53	8.42	9.63	11.52
6	20.12.56	4.60	0.71	5.31	6.91	8.85	10.45
7	07.01.57	3.92	0.56	4.48	6.08	5.04	6.64
8	16.01.57	4.36	0.55	4.91	4.96	5.60	5.65
9	06.02.57	2.87	0.87	3.74	4.53	5.45	6.24
10	19.02.57	2.49	0.61	3.10	4.52	5.58	7.00
11	05.03.57	2.31	0.50	2.81	3.18	4.69	5.06
12	20.03.57	1.87	0.38	2.25	3.95	4.16	5.86
13	04.04.57	1.98	0.44	2.42	3.22	3.73	4.53
14	24.04.57	1.86	0.42	2.28	3.34	3.82	4.88
	Promedio	6.13	1.52	7.65	5.74	10.66	8.76

Río Diguillín: Puente Urrutia a Puente Sta Isabel (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	12.10.56	30.00	8.22	38.22	8.02	32.00	1.80
2	26.10.56	21.70	5.49	27.19	7.79	17.07	-2.33
3	16.11.56	20.60	4.52	25.12	9.98	14.34	-0.80
4	27.11.56	15.40	2.92	18.32	9.14	7.74	-1.44
5	11.12.56	9.63	1.68	11.31	9.27	2.13	0.09
6	21.12.56	8.85	0.98	9.83	6.85	2.86	-0.12
7	08.01.57	5.04	0.86	5.90	4.15	2.15	0.40
8	17.01.57	5.60	1.05	6.65	4.07	2.28	-0.30
9	07.02.57	5.45	0.70	6.15	3.63	2.06	-0.46
10	19.02.57	5.58	0.67	6.25	3.19	2.09	-0.97
11	05.03.57	4.69	0.62	5.31	3.05	2.00	-0.26
12	20.03.57	4.16	0.60	4.76	3.00	2.00	0.24
13	05.04.57	3.73	0.57	4.30	2.79	2.12	0.61
14	24.04.57	3.82	0.66	4.48	3.06	1.75	0.33
	Promedio	10.30	2.11	12.41	5.57	6.61	-0.23

CUADRO III.F.4-4 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE, CHILLAN Y DIGUILLIN
Experiencias temporada 1956 - 1957
de DIRECCION DE RIEGO e INSTITUTO DE ASUNTOS INTERAMERICANOS (continuación)

Río Diguillín: Puente Sta Isabel a Longitudinal (m3/seg)

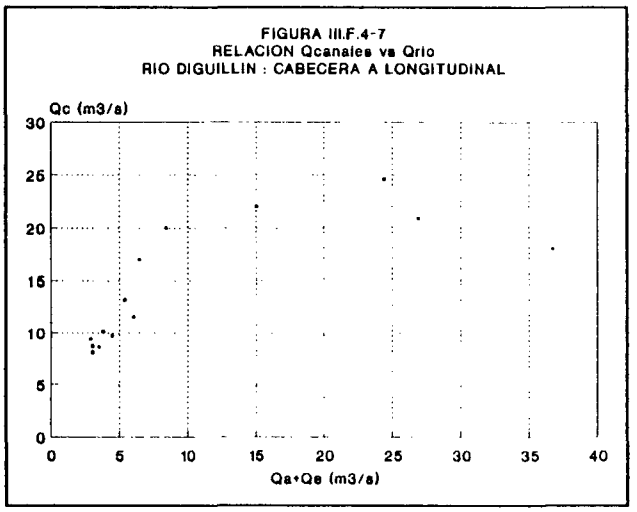
Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	12.10.56	32.00	5.60	37.60	5.44	31.70	-0.46
2	26.10.56	17.07	3.46	20.53	5.39	20.32	5.18
3	16.11.56	14.34	1.77	16.11	4.56	14.30	2.75
4	27.11.56	7.74	1.82	9.56	4.16	4.85	-0.55
5	11.12.56	2.13	0.21	2.34	2.37	1.04	1.07
6	21.12.56	2.86	0.18	3.04	3.27	0.91	1.14
7	08.01.57	2.15	0.08	2.23	2.99	0.68	1.44
8	17.01.57	2.28	0.07	2.35	2.50	0.63	0.78
9	07.02.57	2.06	0.05	2.11	1.59	0.49	-0.03
10	19.02.57	2.09	0.06	2.15	2.45	0.45	0.75
11	05.03.57	2.00	0.08	2.08	2.45	0.64	1.01
12	20.03.57	2.00	0.05	2.05	2.45	0.49	0.89
13	05.04.57	2.12	0.06	2.18	2.13	0.51	0.46
14	24.04.57	1.75	0.10	1.85	2.37	0.67	1.19
	Promedio	6.61	0.97	7.58	3.15	5.55	1.12

Río Diguillín: San Lorenzo+Renegado a Longitudinal (m3/seg)

Exp N°	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1	12.10.56	18.00	18.72	36.72	18.08	31.70	13.06
2	26.10.56	14.00	12.88	26.88	20.98	20.32	14.42
3	16.11.56	14.00	10.39	24.39	24.64	14.30	14.55
4	27.11.56	8.11	6.93	15.04	22.08	4.85	11.89
5	11.12.56	5.45	2.97	8.42	20.06	1.04	12.68
6	21.12.56	4.60	1.87	6.47	17.03	0.91	11.47
7	08.01.57	3.92	1.50	5.42	13.22	0.68	8.48
8	17.01.57	4.36	1.67	6.03	11.53	0.63	6.13
9	07.02.57	2.87	1.62	4.49	9.75	0.49	5.75
10	19.02.57	2.49	1.34	3.83	10.16	0.45	6.78
11	05.03.57	2.31	1.20	3.51	8.68	0.64	5.81
12	20.03.57	1.87	1.03	2.90	9.40	0.49	6.99
13	05.04.57	1.98	1.07	3.05	8.14	0.51	5.60
14	24.04.57	1.86	1.18	3.04	8.77	0.67	6.40
	Promedio	6.13	4.60	10.73	14.47	5.55	9.29

En los tramos 2 y 3 los coeficientes r^2 son bajísimos y los coeficientes de Qc son absurdos, así que este análisis de recuperaciones por regresión no es confiable.

En la Figura III.F.4-7 se muestra la relación entre el caudal de los canales y el caudal del río más esteros para el tramo San Lorenzo más Renegado hasta Longitudinal. Puede apreciarse la existencia de algunos valores extraños para caudales altos de la variable independiente. El caudal límite es difícil de precisar.



Los datos obtenidos de la Junta de Vigilancia del río Diguillín se consignan en el Cuadro III.F.4-5.

Esta información abarca un período de varios años, 1983 a 1990 y contempla, por lo general, mediciones semanales.

Se afora el río, en la cabecera y en la sección terminal, y los esteros afluentes; el caudal de los canales se obtiene a partir de la lectura de las reglillas limnimétricas, las que los canalistas están obligados a mantener en buen estado, so pena de que el juez de aguas les cierre el canal.

Según estas mediciones las recuperaciones del río Diguillín entre su cabecera y el Longitudinal varían entre 8,93 y 0,05 m3/seg, siendo el promedio de 3,23 m3/seg.

Los valores anteriores son bastante más bajos que los de las experiencias de la Dirección de Riego, que sólo abarcan una temporada y se consideran más confiables dado que comprenden siete temporadas con mediciones semanales.

CUADRO III.F.4-5 AFOROS JUNTA VIGILANCIA RIO DIGUILLIN
Período 1983 a 1990. Valores en m3/seg

Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
17-Nov-83	21.62	3.65	25.27	20.90	6.61	2.24
24-Nov-83	18.60	2.05	20.65	18.23	5.19	2.77
01-Dec-83	16.82	1.31	18.13	21.04	1.63	4.54
13-Dec-83	13.91	1.55	15.46	20.22	0.00	4.76
26-Dec-83	11.61	1.02	12.63	15.17	0.00	2.54
05-Jan-84	10.41	1.11	11.52	14.56	0.00	3.04
13-Jan-84	9.71	0.99	10.70	13.60	0.00	2.90
21-Jan-84	9.97	0.90	10.87	12.89	0.00	2.02
26-Jan-84	9.01	0.66	9.67	12.44	0.00	2.77
03-Feb-84	9.21	0.67	9.88	12.00	0.00	2.12
10-Feb-84	9.19	1.14	10.33	14.90	0.00	4.57
17-Feb-84	9.59	0.85	10.44	12.47	0.00	2.03
25-Feb-84	9.16	0.70	9.86	14.13	0.00	4.27
02-Mar-84	9.02	0.92	9.94	12.50	0.00	2.56
09-Mar-84	8.49	0.82	9.31	12.18	0.00	2.87
16-Mar-84	8.81	1.05	9.86	11.87	0.00	2.01
23-Mar-84	8.66	1.10	9.76	12.64	0.00	2.88
30-Mar-84	7.80	0.82	8.62	11.31	0.00	2.69

Qa :Diguillín en San Lorenzo + Renegado en Invernada
Qb :Diguillín en Longitudinal

CUADRO III.F.4-5 AFOROS JUNTA VIGILANCIA RIO DIGUILLIN (Continuación)
Período 1983 a 1990. Valores en m3/seg

Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
05-Apr-84	8.91	1.06	9.97	11.23	0.00	1.26
13-Apr-84	7.28	1.03	8.31	10.48	0.00	2.17
13-Apr-84	7.28	1.03	8.31	10.48	0.00	2.17
22-Dec-84	22.64	2.42	25.06	29.18	4.81	8.93
28-Dec-84	21.92	2.50	24.42	23.74	4.47	3.79
04-Jan-85	20.42	3.29	23.71	25.10	3.80	5.19
11-Jan-85	17.27	2.05	19.32	22.56	1.68	4.92
18-Jan-85	15.71	2.47	18.18	21.42	1.56	4.80
25-Jan-85	15.71	2.47	18.18	20.03	0.70	2.55
01-Feb-85	13.04	2.54	15.58	17.96	0.13	2.51
08-Feb-85	13.83	1.93	15.76	17.05	0.14	1.43
15-Feb-85	11.46	1.60	13.06	15.79	0.00	2.73
22-Feb-85	9.59	1.78	11.37	15.38	0.00	4.01
01-Mar-85	9.75	2.28	12.03	14.81	0.00	2.78
08-Mar-85	9.70	1.45	11.15	12.25	0.00	1.10
15-Mar-85	9.50	1.65	11.15	13.86	0.13	2.84
22-Mar-85	9.22	1.46	10.68	13.90	0.06	3.28
29-Mar-85	8.97	1.78	10.75	13.78	0.04	3.07
06-Apr-85	11.44	4.58	16.02	18.11	1.22	3.31
12-Apr-85	9.59	2.42	12.01	14.26	1.23	3.48
14-Dec-85	15.76	2.99	18.75	21.49	0.70	3.44
21-Dec-85	14.11	1.12	15.23	19.46	0.12	4.35
28-Dec-85	13.08	0.80	13.88	16.76	0.10	2.98
04-Jan-86	12.45	1.08	13.53	15.53	0.02	2.02
11-Jan-86	11.65	1.71	13.36	14.81	0.01	1.46
18-Jan-86	11.32	1.43	12.75	13.12	0.02	0.39
25-Jan-86	10.64	1.65	12.29	12.85	0.06	0.62
01-Feb-86	10.36	1.23	11.59	12.35	0.00	0.76
09-Feb-86	10.37	1.08	11.45	12.23	0.00	0.78
16-Feb-86	11.11	1.39	12.50	13.17	0.01	0.68
22-Feb-86	9.80	1.42	11.22	11.27	0.00	0.05
01-Mar-86	9,23	1.14	10.37	11.23	0.00	0.86
15-Mar-86	10.06	1.91	11.97	13.32	0.26	1.61
22-Mar-86	9.37	1.53	10.90	12.94	0.02	2.06
05-Apr-86	9.49	2.55	12.04	12.15	0.02	0.13
12-Apr-86	9.53	1.70	11.23	13.00	1.26	3.03
02-Jan-87	15.69	4.69	20.38	20.71	5.46	5.79
09-Jan-87	14.37	3.25	17.62	19.38	2.60	4.36
19-Jan-87	13.86	2.30	16.16	20.47	0.00	4.31
24-Jan-87	11.42	1.78	13.20	17.57	0.00	4.37
31-Jan-87	11.26	1.87	13.13	17.58	0.15	4.60
07-Feb-87	10.52	1.59	12.11	17.00	0.00	4.89
14-Feb-87	9.83	1.48	11.31	16.18	0.00	4.87
21-Feb-87	9.87	1.55	11.42	15.51	0.00	4.09
28-Feb-87	9.67	1.59	11.26	14.42	0.00	3.16
07-Mar-87	9.23	1.47	10.70	14.71	0.00	4.01
14-Mar-87	8.84	1.40	10.24	13.61	0.00	3.37
21-Mar-87	8.24	1.61	9.85	13.17	0.00	3.32
04-Apr-87	8.78	2.43	11.21	11.07	2.86	2.72
11-Apr-87	8.23	2.08	10.31	10.94	2.31	2.94
19-Apr-87	8.74	2.68	11.42	8.60	6.34	3.52
25-Apr-87	8.32	2.06	10.38	6.39	6.48	2.49
21-Nov-87	24.57	6.12	30.69	21.68	12.47	3.46
28-Nov-87	20.10	6.12	26.22	22.62	11.16	7.56
04-Dec-87	17.68	4.36	22.04	20.67	6.73	5.36
12-Dec-87	16.54	3.23	19.77	22.19	4.16	6.58
20-Dec-87	12.21	2.58	14.79	19.78	0.00	4.99
27-Dec-87	12.61	1.77	14.38	19.65	0.00	5.27
11-Jan-88	10.66	1.53	12.19	15.43	0.00	3.24
16-Jan-88	10.21	1.50	11.71	15.60	0.00	3.89
24-Jan-88	11.04	2.14	13.18	15.93	0.00	2.75
30-Jan-88	11.60	1.80	13.40	15.10	0.00	1.70

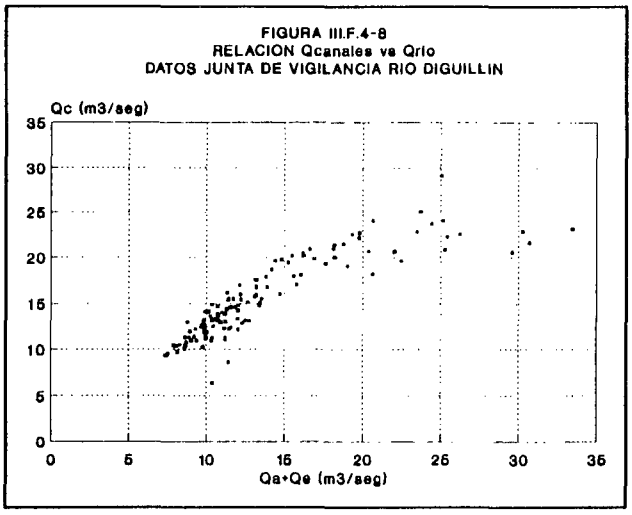
Qa :Diguillín en San Lorenzo + Renegado en Invernada
Qb :Diguillín en Longitudinal

CUADRO III.F.4-5 AFOROS JUNTA VIGILANCIA RIO DIGUILLIN (Continuación)
Período 1983 a 1990. Valores en m3/seg

Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
06-Feb-88	10.38	1.44	11.82	14.60	0.00	2.78
13-Feb-88	9.35	1.61	10.96	14.03	0.00	3.07
20-Feb-88	8.93	1.41	10.34	13.34	0.00	3.00
27-Feb-88	9.30	1.40	10.70	13.14	0.00	2.44
05-Mar-88	8.56	1.40	9.96	14.12	0.00	4.16
11-Mar-88	9.20	2.08	11.28	14.33	0.74	3.79
19-Mar-88	8.54	1.80	10.34	13.15	0.00	2.81
04-Apr-88	7.58	1.37	8.95	11.96	0.00	3.01
16-Apr-88	8.74	1.38	10.12	14.15	0.00	4.03
22-Apr-88	7.16	1.61	8.77	12.97	0.57	4.77
29-Apr-88	8.15	1.62	9.77	10.23	2.60	3.06
11-Nov-88	24.02	5.56	29.58	20.61	16.36	7.39
18-Nov-88	21.07	4.10	25.17	24.10	7.36	6.29
25-Nov-88	18.79	3.67	22.46	19.66	7.56	4.76
02-Dec-88	17.07	2.71	19.78	22.74	5.64	8.60
10-Dec-88	16.83	2.19	19.02	19.07	3.03	3.08
16-Dec-88	14.83	2.06	16.89	19.87	1.84	4.82
31-Dec-88	12.61	1.19	13.80	17.91	0.00	4.11
07-Jan-89	12.08	1.10	13.18	16.78	0.00	3.60
14-Jan-89	10.68	1.02	11.70	15.50	0.00	3.80
21-Jan-89	9.47	0.96	10.43	13.31	0.00	2.88
01-Feb-89	8.81	0.89	9.70	12.57	0.00	2.87
11-Feb-89	8.95	1.00	9.95	11.57	0.00	1.62
18-Feb-89	8.55	0.83	9.38	10.95	0.00	1.57
25-Feb-89	8.01	0.87	8.88	11.28	0.00	2.40
04-Mar-89	8.26	0.95	9.21	11.35	0.00	2.14
11-Mar-89	7.76	0.95	8.71	10.77	0.00	2.06
18-Mar-89	7.75	0.91	8.66	10.44	0.00	1.78
28-Mar-89	7.21	0.87	8.08	10.35	0.00	2.27
04-Apr-89	7.08	0.97	8.05	10.37	0.00	2.32
11-Apr-89	7.11	0.90	8.01	10.38	0.00	2.37
18-Apr-89	7.24	0.89	8.13	9.71	0.00	1.58
25-Apr-89	6.44	1.08	7.52	9.55	0.00	2.03
30-Apr-89	6.50	0.93	7.43	9.35	0.00	1.92
09-May-89	6.43	0.90	7.33	9.34	0.00	2.01
17-May-89	6.45	1.41	7.86	10.45	0.00	2.59
22-Oct-89	27.45	6.00	33.45	23.16	12.34	2.05
28-Oct-89	22.07	8.17	30.24	22.88	11.41	4.05
04-Nov-89	18.90	6.51	25.41	22.32	8.18	5.09
11-Nov-89	19.03	4.45	23.48	22.85	5.63	5.00
18-Nov-89	18.40	2.26	20.66	24.08	2.65	6.07
25-Nov-89	14.62	1.99	16.61	20.95	0.31	4.65
02-Dec-89	12.79	1.37	14.16	18.68	0.32	4.84
09-Dec-89	12.91	1.79	14.70	16.05	0.25	1.60
17-Dec-89	14.46	1.78	16.24	20.21	0.91	4.88
23-Dec-89	10.78	1.38	12.16	15.97	0.23	4.04
31-Dec-89	10.11	1.10	11.21	13.03	0.10	1.92
06-Jan-90	8.88	1.19	10.07	11.88	0.00	1.81
13-Jan-90	8.08	0.95	9.03	10.95	0.00	1.92
19-Jan-90	7.72	0.88	8.60	10.08	0.00	1.48
Promedio	11.69	1.91	13.60	15.41	1.42	3.23
Máximo	27.45	8.17	33.45	29.18	16.36	8.93
Mínimo	6.43	0.66	7.33	6.39	0.00	0.05

Qa :Diguillín en San Lorenzo + Renegado en Invernada
Qb :Diguillín en Longitudinal

En la Figura III.F.4-8 se muestra la relación gráfica entre Qc y Qa+Qe que se obtiene con los datos de la Junta de Vigilancia.



La gran cantidad de puntos contribuye a una mejor definición de la relación, a pesar de que existen algunas desviaciones importantes. El caudal límite parece ser de unos 22 m3/seg.

La pendiente del tramo con caudales bajos es superior a 45° lo que estaría mostrando la existencia de recuperaciones que son aprovechadas por los canales. Es decir que cuando el río más los esteros aportan, por ejemplo, 15 m3/seg, los canales captan, en promedio, unos 18 m3/seg, o bien cuando hay 10 m3/seg, los canales captan 12,5 m3/seg.

Lo anterior tiende a corroborar la recuperación del orden de los 3 m3/seg.

3.5 Aforos Durante Marzo 1990

En los Cuadros III.F.4-6 y III.F.4-7 se presentan los resultados de las mediciones efectuadas durante marzo de 1990 para los ríos Ñuble y Chillán, respectivamente. No se aforó el río Diguillín por haberse estimado que la información de la Junta de Vigilancia del río, que se llena en la actualidad, es confiable.

Cabe señalar que los datos corresponden a una sola corrida que sólo tuvieron por objeto confirmar la existencia de infiltraciones en ciertos tramos del río y la ocurrencia de recuperaciones en otros.

En el río Ñuble se consideraron tres tramos.

El primero, denominado Ñuble Alto, comienza unos 11 km aguas abajo de la estación fluviométrica San Fabián de Alico y termina en la toma del canal Green y Maira con lo que se cubre una longitud de unos 7 km de río.

El segundo tramo comienza unos 200 m aguas abajo de la toma del canal Santa Marta y termina unos 150 m aguas arriba de la toma del canal Monte Blanco. La longitud del tramo es algo mayor a 4 km. El puente Nahueltoro queda en la mitad del tramo.

CUADRO III.F.4-6 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE,CHILLAN Y DIGUILLIN EXPERIENCIAS TEMPORADA 1990

Río Ñuble : Sector Alto (m3/s)							
Subsector	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
1-2	5/3/90	17.734	0.000	17.734	0.000	22.234	4.500
2-4	5-6/3/90	22.234	0.005	22.239	0.088	20.846	-1.305
4-6	5-6/3/90	20.846	0.000	20.846	1.354	19.332	-0.160
6-8	6/3/90	19.332	0.000	19.332	1.146	15.829	-2.357
Río Ñuble : Sector Puente Nahueltoro (m3/s)							
Subsector	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
9-10	4/3/90	7.827	0.020	7.847	0.000	8.218	0.371
10-11	4/3/90	8.218	0.200	8.418	0.000	9.368	0.950
11-12	4-3/3/90	9.368	0.000	9.368	0.000	9.077	-0.291
12-15	3/3/90	9.077	0.400	9.477	1.976	7.543	0.042
Río Ñuble : Sector Quinquehua (m3/s)							
Subsector	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
16-17a	2/3/90	2.762	0.000	2.762	0.747	2.198	0.183
17a-18	1-2/3/90	2.198	0.000	2.198	0.000	2.344	0.146
18-21	1/3/90	2.344	0.546	2.890	1.962	0.998	0.070
21-22	1/3/90	0.998	0.000	0.998	0.000	1.080	0.082

CUADRO III.F.4-7 ANALISIS RECUPERACIONES RIOS ÑUBLE,CHILLAN Y DIGUILLIN EXPERIENCIAS TEMPORADA 1990

Río Chillán : Chillán en Esperanza - Puente Pinto (m3/s)							
Subsector	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
0-5	9-15/3/90	3.050	0.000	3.050	0.573	3.514	1.037
5-6	9-10/3/90	3.514	0.000	3.514	0.108	3.093	-0.313
6-10a y b	9-10/3/90	3.093	0.000	3.093	1.284	2.221	0.412
10a y b-12	9-10/3/90	2.221	0.000	2.221	0.512	2.147	0.438
Río Chillán : Sector Puente Pinto (m3/s)							
Subsector	Fecha	Qa	Qe	Qa+Qe	Qc	Qb	R
13-14	7-8/3/90	1.456	0.000	1.456	0.000	1.397	-0.059
14-16	7-8/3/90	1.397	0.005	1.402	0.212	1.389	0.199
16-19	8/3/90	1.389	0.000	1.389	0.842	0.317	-0.230

El tercer tramo comienza en la toma del canal San José y Capilla Cox (ribera sur), y termina en la toma del canal San José (ribera norte), abarcando poco más de 5 km.

En cada tramo se aforó el río en varias secciones lo que permite efectuar varios cierres.

En el primer sector se tienen infiltraciones entre 0,16 y 2,357 m3/seg, exceptuando el primer subsector que mostró una recuperación de 4,5 m3/seg.

En el segundo sector se detectaron recuperaciones entre 0,042 y 0,950 m3/seg y una pérdida de casi 0,3 m/seg en el penúltimo subsector.

El último sector aparece con recuperaciones que van de 0,051 a 0,216 m3/seg.

Aceptando ciertas desviaciones, puede considerarse que estas cifras muestran algún grado de concordancia con las de la Dirección de Riego de 1956 - 1957.

Como ya se ha dicho, estas mediciones aisladas son solamente indicativas del fenómeno, debiendo contarse con bastante mayor número de experiencias para poder caracterizarlo bien.

En el río Chillán se definieron dos tramos, pero como se afora el río en varias secciones, se pueden efectuar cierres parciales.

El primer tramo tiene un largo de unos 9 km. Comienza en la estación fluviométrica Chillán en Esperanza y termina poco aguas abajo de la toma del canal Huaica.

El segundo tramo comienza en el puente Pinto y termina en la toma de Sendos para la ciudad de Chillán. Su largo es de unos 7 km.

En el primer sector se tienen recuperaciones entre 0,412 y 1,037 m3/seg, existiendo también una pérdida de 0,313 m3/seg.

El segundo sector resulta mixto, con pérdidas de 0,059 y 0,230 m3/seg y también una recuperación de 0,199 m3/seg.

Estos valores son comparables con los de la temporada 1956 - 1957 determinados por la Dirección de Riego.

CAPITULO III.F.5
CALIDAD DE AGUAS

1 INTRODUCCION

En el presente capítulo se aborda el análisis de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas para su uso en riego y para consumo potable, siguiendo las directrices dadas por la FAO y las normas chilenas, respectivamente. El análisis se ha efectuado sobre la base de ciertos parámetros representativos de la calidad del agua para un uso determinado.

Los antecedentes de calidad de las aguas provienen de ESSBIO (Ex Sendos), de los estudios hidrogeológicos que se han efectuado para los programas de agua potable rural (A.P.R), y de análisis efectuados para el presente estudio en diversos cauces superficiales de la cuenca del río Itata y del sector costero. En éstos últimos, se consideró parámetros físicos, químicos, bacteriológicos (coliformes totales y fecales) y algunos pesticidas. Los datos generales recopilados se muestran en los Cuadros III.F.5-1 y III.F.5-2 para las aguas superficiales y subterráneas, respectivamente. Las muestras para dos épocas distintas del año se efectuaron al final del período de estiaje, previo al comienzo de las lluvias (Marzo de 1990), y luego de iniciadas éstas (Mayo de 1990), ya que se estimó que con ello se lograría diferenciar comportamientos diferentes , lo que efectivamente ocurrió.

Las normas o recomendaciones que permitieron efectuar los análisis comparativos fueron las siguientes:

La Calidad del Agua en la Agricultura. Estudio FAO Nº29 Rev.1. 1987. De éste se escogieron directrices generales para evaluar la calidad del agua para su empleo en riego.

Norma Chilena Nch 409/1 of.84. Agua Potable. Parte 1: Requisitos y Nch 777 of. 71. Como base para el análisis de la calidad del agua para uso potable.

2 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO

2.1 Metodología

La evaluación de la calidad del agua se efectuó siguiendo las directrices dadas en 1987 por la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Se decidió emplear las directrices de FAO, porque la norma chilena está en revisión, estimándose que posiblemente se adopte para Chile las recomendaciones incluidas en el estudio señalado.

La calidad del agua de riego puede variar significativamente de acuerdo al tipo y cantidad de sales disueltas que contenga. Estas sales se originan en la disolución o meteorización de rocas y suelo, además de la disolución de caliza (Ca CO3), yeso (Ca SO4) y otros minerales.

Las sales contenidas en un agua de riego se depositan en el suelo, en donde se acumulan a medida que el agua se evapora o es consumida por los cultivos. La adecuación de un agua para riego no sólo es función del contenido de sales, sino también del tipo de sales.

El depósito de sales en el suelo produce principalmente problemas de salinidad y toxicidad y puede afectar la velocidad de infiltración del agua en el suelo o su equivalente, la permeabilidad superficial. A continuación se describe en mayor detalle los tipos de problemas de calidad que pueden presentarse en este caso.

i) Salinidad

Existe un problema de salinidad cuando las sales se acumulan en la zona radicular a una concentración tal que ocasiona disminución en el rendimiento de los cultivos, a pesar que la cantidad de agua aplicada sea suficiente y compatible con las tasas de riego requeridas.

La magnitud del problema de salinidad o acumulación de sales en el suelo depende de la calidad del agua, del manejo del riego, de la eficiencia del drenaje o del lavado de suelos de ser este necesario y, por supuesto, de la cantidad de sales contenidas en el mismo suelo.

La salinidad del agua puede caracterizarse a través de los parámetros conductividad específica o sólidos disueltos totales. Ambos parámetros son fáciles de medir pues requieren equipamiento básico de laboratorio, e incluso la conductividad específica puede determinarse en el terreno mismo con equipos muy simples.

El Cuadro III.F.5-3 entrega información sobre tolerancia relativa a la salinidad de algunos cultivos.

ii) Toxicidad

La toxicidad es un problema que, a diferencia del de la salinidad, ocurre internamente en la planta cuando ciertos cationes, absorbidos por ésta desde el agua del suelo, se acumulan en las hojas durante la transpiración. Según la cantidad acumulada pueden provocar daños cuya magnitud depende del tiempo, concentración de los iones, tolerancia del cultivo y volumen de agua transpirada.

Los iones tóxicos más comúnmente encontrados en aguas son cloruro, sodio y boro, iones que pueden actuar individualmente o en combinación. Los problemas de toxicidad puede darse incluso en aguas de baja salinidad.

Los problemas de toxicidad más frecuentes son los provocados por los cloruros disueltos en el agua de riego. El cloruro no es retenido o absorbido por las partículas del suelo, por lo cual se desplaza fácilmente con el agua del suelo, siendo absorbido por las raíces y transportando a las hojas, en donde se acumula durante el proceso de transpiración.

El efecto tóxico directo del sodio aparece en la forma de una quemadura a lo largo de los bordes de las hojas, especialmente en frutales de hoja caduca, cítricos, nogales, paltos y en los frijoles.

El RAS o relación de adsorción de sodio es el parámetro que habitualmente se usa para evaluar el efecto negativo que produce la presencia excesiva de sodio; expresa la actividad relativa del ión sodio contenido en las aguas de riego frente a calcio y magnesio, en las reacciones de intercambio con el suelo. Se ahondará más sobre esto en el punto siguiente, donde se analiza como se usa este parámetro para evaluar su efecto sobre la capacidad de infiltración en los suelos.

CUADRO III.F.5-1 : ANALISIS FISICOQUIMICOS AGUAS SUPERFICIALES CUENCA DEL RIO ITATA

IDENTIFICACION	FECHA	LABORATORIO	TSD mg/l	PH	MG mg/l	NA mg/l	CO3 mg/l	CL mg/l	LI mg/l	FE mg/l	AS mg/l	ZN mg/l	NO3 mg/l	PO4 mg/l	CE umhos/cm	CA mg/l	K mg/l	HCO3 mg/l	SO4 mg/l	CU mg/l	MN mg/l	B mg/l	SIO2 mg/l	F mg/l	AL mg/
Nuble en Puente El Ala	16/3/90	AGUA	118.00	9.60	1.00	6.00		7.80							125.00	16.00	1.60	69.60	14.20			1.30			
Nuble en Puente El Ala	17/5/90	AGUA	64.00	7.30	2.40	3.00		9.70							71.00	9.60	0.56	35.40	15.20			0.46			
Diguillin en Longitudinal	17/3/90	AGUA	124.00	8.00	1.90	8.70		5.80							135.00	15.20	2.00	67.10	2.50			1.25			
Diguillin en Longitudinal	17/5/90	AGUA	70.00	7.20	1.50	6.30		11.70							88.00	8.00	0.92	34.20	9.70			1.00			
Chillan en Longitudinal	16/3/90	AGUA	328.00	7.80	3.90	39.70		11.70							430.00	28.10	8.20	167.20	9.90			1.00			
Chillan en Longitudinal	17/5/90	AGUA	108.00	7.40	2.90	9.00		18.50							123.00	8.80	1.50	45.20	14.60			0.27			
Cato en Puente Cato	16/3/90	AGUA	97.00	7.20	2.90	6.00		6.80							107.00	13.60	1.80	59.80	3.10			0.75			
Cato en Puente Cato	17/5/90	AGUA	60.00	7.50	1.50	3.20		9.70							74.00	8.80	0.62	35.40	12.30			1.10			
Nuble en San Fabian	16/3/90	AGUA	113.00	7.50	1.50	5.20		9.70							144.00	12.80	0.92	48.80	19.30			1.30			
Nuble en San Fabian	16/5/90	AGUA	68.00	7.10	1.00	2.90		8.70							70.00	8.00	0.47	29.30	9.90			0.46			
Chillan en Esperanza	16/3/90	AGUA	120.00	7.65	1.90	9.20		10.70							141.00	15.20	1.90	54.90	2.90			1.10			
Itata en Balsa Nueva Aldea	16/3/90	AGUA	120.00	8.90	4.90	7.20		7.80							134.00	20.80	1.80	83.00	2.70			1.00			
Itata en Balsa Nueva Aldea	16/5/90	AGUA	62.00	7.80	3.40	5.00		14.60							85.00	7.20	0.90	34.20	18.90			0.61			
Itata en Coelemu	16/3/90	AGUA	108.00	8.60	1.90	7.40		5.80							150.00	17.60	1.90	91.50	2.30			1.00			
Itata en Coelemu	16/5/90	AGUA	79.00	8.20	1.90	4.30		11.70							83.00	9.60	0.75	39.10	9.50			0.88			
Andalien en Puchacay	16/3/90	AGUA	110.00	7.40	1.90	10.20		11.70							142.00	13.40	2.30	67.10	3.30			0.90			
Andalien en Puchacay	17/5/90	AGUA	90.00	8.30	2.40	9.70		23.30							127.00	10.40	1.60	56.10	7.80			0.61			
Chillan en Tanilvoro	16/5/90	AGUA	99.00	7.30	2.40	6.40		16.50							103.00	9.60	1.10	37.80	16.90			0.77			
Rio Santa Apolonia (Quirihue-Nuble)	28/11/88	F.Q. REGIONAL	84.00	7.60	2.00			10.00		0.21	(.004	(.01	(1.0		102.00	8.00		40.00	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	
Estero Trilaleo (Yungay-Nuble)	28/11/88	F.Q. REGIONAL	48.00	7.50	2.90			5.80		(.1	(.004	(.01	(1.0		55.00	4.00		30.00	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	
Canal Municipal (San Carlos-Nuble)	29/11/88	F.Q. REGIONAL	40.00	7.40	1.50			7.00		0.19	(.004	(.01	(1.0		52.00	5.60		26.00	7.00	(0.01	(0.03			(0.1	
Estero Curaco Los Guindos (Coelemu)	21/11/88	F.Q. REGIONAL	286.00	7.70	3.40			11.80		0.40	(.004	(.01	(1.0		136.00	8.00		64.00	(5.0	(0.01	0.03			(0.1	
Rio Chillan	21/11/88	F.Q. REGIONAL	270.00	7.10	3.40			5.90		(.1	(.004	(.01	(1.0		94.00	6.40		48.00	8.00	(0.01	0.03			0.11	
Vertiente El Guanaco (Quirihue-Nuble)	28/11/88	F.Q. REGIONAL	42.00	7.40	2.90			12.00		0.11	(.004	(.01	(1.0		58.00	2.40		28.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Vertiente No 2 (Ninhue-Nuble)	05/12/88	F.Q. REGIONAL	136.00	7.40	7.30			8.80		0.17	(.004	(.01	(1.0		152.00	9.60		64.00	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	
Vertiente No 1 (Ninhue-Nuble)	05/12/88	F.Q. REGIONAL	128.00	8.00	10.20			7.80		0.21	(.004	(.01	(1.0		142.00	11.20		66.00	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	
Rio Rafael (Rafael-Concepcion)	21/11/88	F.Q. REGIONAL	149.00	7.10	1.50			13.70		1.10	(.004	0.05	(1.0		130.00			64.00	(5.0	(0.01	0.03			(0.1	
Estero Collen (Tome-Concepcion)	16/11/88	F.Q. REGIONAL	72.00	7.20	5.80			9.80		0.28	(.004	(.01	1.00		96.00	5.60		44.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero Caracol (Tome-Concepcion)	16/11/88	F.Q. REGIONAL	56.00	7.60	6.30			7.80		0.25	(.004	(.01	(1.0		113.00	7.20		50.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero Nonguen (Concepcion-Concepcion)	16/11/88	F.Q. REGIONAL	53.00	7.30	5.80			8.80		0.11	(.004	(.01	(1.0		87.10	4.80		40.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero Las Quilas (Tome-Concepcion)	16/11/88	F.Q. REGIONAL	106.00	7.40	4.90			9.80		0.18	(.004	(.01	(1.0		128.00	8.80		54.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero Dichato (Dichato-Concepcion)	21/11/88	F.Q. REGIONAL	74.00	7.10	3.90			15.70		0.40	(.004	(.01	(1.0		85.00	7.20		30.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero Lirquen (Lirquen-Concepcion)	21/11/88	F.Q. REGIONAL	213.00	7.80	3.40			13.70		0.38	(.004	(.01	(1.0		140.00	8.80		52.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	
Estero El Cabrito (Penco-Concepcion)	16/11/88	F.Q. REGIONAL	92.00	7.50	2.40			10.80		0.35	(.004	(.01	(1.0		108.00	8.80		50.00	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	

CUADRO II.F.5-2 : ANALISIS FISICOQUIMICOS AGUAS SUBTERRANEAS CUENCA DEL RIO ITATA

ROL BNA	IDENTIFICACION	ROL IREN	FECHA	LABORATORIO	TSD	PH	MG	NA	CO3	CL	LI	FE	AS	ZN	NO3	PO4	CE	CA	K	HCO3	SO4	CU	MN	B	SIO2	F	AL	FUENTE
073 32 100-K	A.P.R. SAN GREGORIO	3610 7140 C-1	22-06-87	CARLOS LATORRE	85.0	7.10	5.40	7.9		4.0		0.000	0.00	0.00	1.10		135	15.8	1.3	1.21	2.0	0.00	0.000			0.00	0.02	SONDAJE
073 33 108-0	A.P.R. CHACAY	3620 7140 A-3	-08-78	EMOS	109.0	8.05	32.00			12.0		0.000			1.80		100	49.0		0.87	13.0	0.00	0.000				0.00	SONDAJE
073 33 110-2	A.P.R. ZEMITA	3620 7140 B-1	22-07-87	CARLOS LATORRE	145.0	7.75	6.70	9.7		7.5		0.000	(0.01	0.00	2.00		210	16.1	1.5	1.34	6.0	0.00	0.000			0.00	0.04	SONDAJE
081 10 100-0	A.P.R. TRES ESQUINAS	3620 7140 C-1	05-09-86	CARLOS LATORRE	160.0	7.40	4.90	7.4		3.5		0.700	0.00	0.00	1.40		240	10.0	1.6	0.90	3.0	0.00	0.000			0.30	0.02	SONDAJE
073 33 111-0	A.P.R. CACHOPOAL	3620 7140 D-2	07-06-83	CARLOS LATORRE	50.0	6.15	3.10	5.1		2.5		0.150	0.00	0.00	1.40		70	8.5	0.8	0.66	0.5	0.00	0.000			0.00		SONDAJE
073 33 106-4	A.P.R. AGUA BUENA	3620 7150 B-1	20-05-87	CARLOS LATORRE	80.0	7.00	4.80	6.0		3.5		0.000	0.00	0.00	0.90		110	12.7	1.5	0.93	3.0	0.00	0.000			0.10	0.02	SONDAJE
081 18 109-8	A.P. SAN CARLOS	3620 7150 C-2	29-11-88	F.Q. REGIONAL	120.0	7.30	10.20			7.0		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0		157	14.4		1.25	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 18 102-0	A.P. SAN CARLOS	3620 7150 C-3	29-11-88	F.Q. REGIONAL	134.0	7.60	5.90			5.0		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0		163	12.0		1.15	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 10 108-6	A.P.R. MUTUPIN	3620 7150 D-2	08-05-87	CARLOS LATORRE	100.0	7.35	4.80	7.4		4.6			0.00	0.00	1.30		110	11.0	1.6	0.98	10.0	0.00	0.000			0.10	0.04	SONDAJE
081 41 106-9	A.P. CDELEMU	3620 7240 D-7	21-11-88	F.Q. REGIONAL	246.0	7.00	7.80			15.7		0.150	(0.004	(0.01	4.50		340	39.8		2.43	11.0	(0.01	0.030			(0.1		SONDAJE
081 10 113-2	A.P.R. COPIHUAL	3630 7140 A-3	08-01-90	CARLOS LATORRE	45.0	6.50	7.30	5.5		5.1		0.250	0.00	0.16	0.60		60	9.1	0.5	0.92	9.0	0.01	0.200			0.10	0.03	SONDAJE
081 13 100-7	A.P. COIHUECO	3630 7140 C-1	28-11-88	F.Q. REGIONAL	112.0	7.80	6.80			6.8		0.150	(0.004	(0.01	(1.0		130	7.2		1.02	(5.0	0.02	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 13 101-5	A.P. COIHUECO	3630 7140 C-2	28-11-88	F.Q. REGIONAL	48.0	6.70	2.00			6.8		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0		60	4.0		0.43	(5.0	0.01	0.030			(0.1	0.00	SONDAJE
081 12 101-K	A.P.R. B. LOS AMIGOS	3630 7140 C-6	20-04-87	CARLOS LATORRE	45.0	7.80	3.00	6.0		2.9		0.070	0.00	0.00	0.40		79	9.5	1.6	0.79	2.0	0.00	0.000			0.10	0.02	SONDAJE
081 17 136-K	A.P.R. LAS MARIPOSAS	3630 7150 C-2	04-09-86	CARLOS LATORRE	150.0	6.90	3.90	7.9		4.6		0.140	0.00	0.00	1.60		210	10.0	2.6	0.82	3.0	0.00	0.000			0.70	0.04	SONDAJE
081 13 103-1	A.P.R. MIRAFLORES	3630 7150 D-5	07-08-85	TECSAAS	149.0	7.20	11.70			4.4		0.600	0.01	0.10	0.00		466	8.8		0.74	12.7	0.10	0.100					SONDAJE
081 10 102-7	A.P.R. ISMAEL MARTIN	3630 7200 A-6	20-02-79	EMOS	179.3	7.62	40.00			12.8		0.010			1.60			52.0		1.11	5.0	0.00	0.000				0.00	SONDAJE
081 17 106-8	A.P. CHILLAN	3630 7200 C-3	21-11-88	F.Q. REGIONAL	279.0	6.90	15.10			16.7		(0.1	(0.004	(0.01	7.50		340	17.6		1.64	22.0	(0.01	0.300			(0.1		P. HINC
081 17 132-7	A.P.R. EL EMBOQUE	3630 7200 D-11	12-12-84	CARLOS LATORRE	80.0	7.05	3.20	8.3		2.5		0.000	0.00	0.00	1.10		124	6.8	2.6	0.82	0.0	0.00	0.000			0.10	0.11	SONDAJE
081 17 134-3	A.P.R. RUCAPEQUEN	3630 7210 C-3	20-03-89	CARLOS LATORRE	135.0	6.85	5.70	35.8		8.4		0.280	0.00	0.16	0.60		195	15.1	1.1	1.41	17.0	0.01	0.100			0.05	0.03	SONDAJE
081 40 108-K	A.P.R. ORILLA ITATA	3630 7230 D-4	14-03-78	EMOS	262.2	6.75	124.00			30.2		0.080			0.41		350	92.0		2.95	23.8	0.07	0.025			0.25		SONDAJE
081 40 109-8	A.P. NIPAS	3630 7230 D-6	27-11-88	F.Q. REGIONAL	380.0	7.40	1.50			15.6		(0.1	(0.004	0.02	(1.0		480	6.4		3.31	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 17 133-4	A.P.R. TANILVORO	3640 7140 A-1	20-02-78	EMOS	95.2	7.50	28.00			32.4		0.000			0.00		80	28.0		0.59	10.7	0.01	0.000			0.10		SONDAJE
081 17 140-8	A.P.R. EL ROSAL	3640 7150 B-5	09-08-86	CARLOS LATORRE	130.0	6.45	3.20	6.9		3.9		0.320	0.00	0.00	2.80		160	7.6	1.5	0.56	0.0	0.00	0.000			0.10	0.02	SONDAJE
081 17 138-6	A.P.R. ESTAC. PINTO	3640 7150 B-7	16-08-85	TECSAAS	100.0	7.00	3.50	0.0		7.1		0.640	0.01	0.17	2.20		115	0.0	0.0	1.03	5.0	0.10	0.100			0.10		SONDAJE
081 34 113-3	A.P.R. CANTARRANA	3640 7200 C-2	07-01-90	CARLOS LATORRE	45.0	7.05	5.60	8.3		12.1		0.280	0.00	0.12	0.50		80	8.7	1.8	0.56	6.0	0.01	0.000			0.00	0.03	SONDAJE
081 34 101-K	A.P. SAN IGNACIO	3640 7200 D-1	05-12-88	F.Q. REGIONAL	85.0	7.40	6.80			7.8		(0.1	(0.004	(0.01	1.50		126	8.8		0.85	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 34 102-8	A.P. SAN IGNACIO	3640 7200 D-2	05-12-88	F.Q. REGIONAL	111.0	7.40	7.80			6.9		(0.1	(0.004	(0.01	1.20		120	8.8		0.85	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 34 105-2	A.P. BULNES	3640 7210 A-3	21-11-88	F.Q. REGIONAL	228.0	7.70	12.70			21.6		(0.1	(0.004	(0.01	3.00		320	16.0		1.93	14.0	(0.01	0.030			0.17		SONDAJE
081 34 106-0	A.P. BULNES	3640 7210 A-4	21-11-88	F.Q. REGIONAL	358.0	8.20	5.40			71.5		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0		502	8.0		2.36	(5.0	(0.01	0.030			0.23		SONDAJE
081 33 100-6	A.P. STA. CLARA	3640 7210 C-1	05-12-88	F.Q. REGIONAL	310.0	7.60	21.50			15.7		0.100	(0.004	0.01	1.80		355	2.6		2.32	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 33 101-4	A.P. STA. CLARA	3640 7210 C-2	05-12-88	F.Q. REGIONAL	295.0	7.80	16.10			11.8		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0			17.6		2.36	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 33 103-3	A.P.R. V. TENNESSEE	3640 7220 A-3	22-08-87	DICTU	131.0	6.69	5.10			4.8		(0.02	(0.02	0.05	(0.1						TRAZAS	(0.02	(0.01			(0.1		SONDAJE
081 33 104-9	A.P.R. CH. QUILLON	3640 7220 C-1	07-10-85	CARLOS LATORRE	100.0	7.40	4.20	96.1		90.0		0.520	(0.01	0.00	0.60		570	19.7	2.1	2.40	12.0	0.00	0.300			0.10	0.14	SONDAJE
081 35 103-1	A.P.R. HUACAMALA	3640 7220 C-2	02-09-85	EMOS	255.0	6.30	11.12			13.0		0.034	(0.03	(0.05	(0.05					2.08	6.0	(0.01	0.081			0.28		SONDAJE
081 34 111-7	A.P.R. QUIRIQUINA	3650 7200 A-4	20-05-87	CARLOS LATORRE	85.0	7.85	3.40	7.9		4.0		0.070	(0.01	0.00	0.10		130	6.7	2.1	0.70	9.9	0.00	0.000			0.10	0.04	SONDAJE
081 31 103-K	A.P. EL CARMEN	3650 7200 B-2	28-11-88	F.Q. REGIONAL	104.0	7.60	5.90			8.0		(0.1	(0.004	(0.01	1.40		130	8.0		0.92	(5.0	0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 32 101-9	A.P. PEMUCO	3650 7200 C-2	28-11-88	F.Q. REGIONAL	112.0	8.00	2.70			3.9		(0.1	0.01	(0.01	(1.0		136	4.0		1.02	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 32 102-7	A.P. PEMUCO	3650 7200 C-3	28-11-88	F.Q. REGIONAL	32.0	8.10	2.40			5.8		(0.1	0.02	(0.01	(1.0		46	2.4		1.05	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 32 104-3	A.P.R.DIGUILLIN	3650 7210 A-1	22-11-88	CARLOS LATORRE	110.0	7.50	7.20	8.8		6.2		0.130	0.00	0.10	0.00		130	11.7	1.6	1.33	0.0	0.00	0.000			0.05	0.03	SONDAJE
081 23 101-K	A.P. YUNGAY	3700 7150 C-1	28-11-88	F.Q. REGIONAL	64.0	7.70	4.40			6.8		(0.1	(0.004	0.01	(1.0		95	4.8		0.82	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE
081 23 100-1	A.P. YUNGAY	3700 7150 C-2	28-11-88	F.Q. REGIONAL	77.0	7.80	3.40			5.8		(0.1	(0.004	(0.01	(1.0		93	6.4		0.72	(5.0	(0.01	(0.03			(0.1	0.00	SONDAJE

CUADRO III.F.5-3 TOLERANCIA RELATIVA A LA SALINIDAD DE ALGUNOS CULTIVOS

TOLERANTES	MODERADAMENTE TOLERANTES
Algodón	Arroz
Cebada	Caña de azúcar
Jojoba	Girasol
Remolacha Azucarera	Habas
Espárrago	Lino
Palma datilera	Maní Cacahuete
	Alfalfa
MODERADAMENTE TOLERANTES	Centeno forrajero
	Maiz forrajero
Avena	
Cártamo	SENSIBLES
Centeno	
Sorgo	Frijoles
Soya, soja	Cebolla
Trigo duro	Frijol
Apio	Zanahoria
Batatas, camote	Aguacate, palto
Berenjena	Albaricoquero
Brócoli	Almendro
Calabaza, zapallo	Caqui
Col de Brucelas	Cerezo, guinda
Col, repollo	Chirimoya
Coliflor	Ciruelos
Espinaca	Frambuesa
Lechuga	Fresa
Maíz	Grosellero
Melón	Limonero
Nabo	Mandarina
Papas, patatas	Mango
Pepino	Manzano
Pimiento, Ají chileno	Maracuya
Rábano	Melocotonero
Sandía	Naranjo
Tomate	Nispero
Vid	Peral
Alcachofa	Pomelo
Betarraga	
Calabaza, Zapallito italiano	
Ananá, piña	
Granado	
Higuera	
Olivo	
Papaya	

FUENTE: Maas E.V. 1984. Salt tolerance of plants en The Handbook of Plant Science in Agriculture (editor B.R. Christie), CRC Press

Los problemas de toxicidad originados por boro se producen más frecuentemente a causa de su presencia en el agua de riego más que en el suelo mismo. En el Cuadro III.F.5-4 se incluye información sobre tolerancia relativa al boro de algunos cultivos. Esta información no se ha basado en los síntomas de toxicidad, sino en la reducción de los rendimientos que provoca una concentración de boro en exceso a la indicada.

CUADRO III.F.5-4 TOLERANCIA RELATIVA AL BORO DE ALGUNOS CULTIVOS

MUY SENSIBLES	MODERADAMENTE TOLERANTE
(<0.5 mg/l)	(2.0-4.0 mg/l)
Limonero	Lechuga
Zarzamora	Repollo
	Apio
SENSIBLES	Nabo
(0.5-0.75 mg/l)	Avena
Aguacate	Maíz
Pomelo, toronja	Alcachofa
Naranjo	Tabaco
Albaricoquero	Mostaza
Melocotonero	Trébol dulce
Cerezo	Calabaza, zapallo
Ciruelo	Melón
Caqui	
Higuera	TOLERANTES
Nogal	(4.0-6.0 mg/l)
Cebolla	Sorgo
	Tomate
SENSIBLES	Alfalfa
(0.75-1.0 mg/l)	Perejil
Ajo	Betarraga
Camote, batata	Remolacha azucarera
Trigo	
Cebada	MUY TOLERANTES
Girasol	(6.0-15.0 mg/l)
Frijol chino	Algodón
Fresa, frutilla	Espárrago
Alcachofa	
Maní, cacahuete	
MODERADAMENTE SENSIBLES	
(1.0-2.0 mg/l)	
Pimiento, Ají	
Papas, patatas	
Pepino	
Rabanito	
Guisante, arveja	
Zanahoria	

FUENTE: Maas E.V. Salt tolerance of plants en The Handbook of Plant Science in Agriculture (editor B.R. Christie). CRC.Press.

iii) Capacidad de infiltración

En la evaluación de la calidad del agua para riego y de los suelos, se incorpora como un elemento de análisis el parámetro infiltración, debido a que dependiendo del contenido de algunos iones en el agua o en el suelo es posible que se produzcan ciertos procesos físico-químicos que lleguen a alterar la estructura del suelo en su zona más superficial y con ello se altere su capacidad de infiltración o, su equivalente, la conductividad hidráulica superficial. De ocurrir esto, tanto el abastecimiento de agua a los cultivos como el drenaje gravitacional bajo la zona de raíces quedan limitados, lo que puede conducir a una disminución en el rendimiento de los cultivos.

El sodio es un ión cuya presencia en exceso frente a otros elementos puede hacer que reaccione con la matriz del suelo al estar incorporada a ésta, y producir con su presencia la desfloculación o rompimiento de los granos, con el posterior efecto de un reordenamiento de partículas de menor tamaño que genera una disminución en la permeabilidad del suelo. Si se agrega a esto un poder evaporante de la atmósfera que genera la vaporización de parte importante del agua retenida en los estratos de suelo más superficiales, la posibilidad de arrastre del sodio disuelto bajo la zona de raíces disminuye y con ello aumenta la potencialidad de daño en la superficie.

No obstante, la capacidad de intercambio de otros cationes como calcio y magnesio con el sodio, permite que cuando estos iones existen, desplacen al sodio y disminuya así la posibilidad de que éste actúe de la forma señalada.

Debido a ello es que como una forma de cuantificar posibles problemas relacionados con la capacidad de infiltración de los suelos, se utiliza como parámetro de comparación el índice RAS (razón de adsorción de Sodio) que relaciona los contenidos de sodio con los de calcio y magnesio en el agua de riego y de ser posible, en el extracto de saturación del suelo. La expresión del RAS es la siguiente:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{(Ca+Mg)}}$$

En que los contenidos de Na, Ca y Mg están expresados en me/l.

La evaluación de los problemas en la capacidad de infiltración de un suelo a partir del valor del RAS en el agua de riego solamente, no toma en consideración los cambios en el contenido de calcio en el suelo mismo o en el agua que éste contiene, que puedan resultar debido a su precipitación o disolución durante o después del riego.

Por la razón señalada, y considerando la gran importancia del calcio en los procesos de intercambio con el sodio, se ha propuesto un expresión corregida para el RAS (RAS°) que supone la existencia de una fuente de calcio en el suelo disponible para disolución o precipitación, y que ajusta la concentración de calcio en el agua al valor de equilibrio esperado después del riego. El indice RAS° puede calcularse mediante la expresión:

$$RAS^{\circ} = \frac{Na}{\sqrt{(Ca^{\circ}+Mg)}}$$

en que el valor Ca° es el contenido de calcio en el agua de riego, corregido por la salinidad del agua (Conductancia Específica), por el contenido de bicarbonato en relación al contenido de calcio (HCO3/Ca) y por la presión parcial del dióxido de carbono (CO2) ejercida en los primeros milímetros del suelo (P = 0.00007 atmósferas).

En el Cuadro III.F.5-5 se entregan los valores de calcio corregidos (Ca°) de acuerdo a lo señalado.

CUADRO III.F.5-5 CONCENTRACION DE CALCIO EN EL AGUA DEL SUELO CERCA DE LA SUPERFICIE QUE RESULTARIA DE REGAR CON AGUAS DE DETERMINADO VALOR DE HCO3/Ca Y CONDUCTIVIDAD ECa

HCO3/Ca	CONDUCTIVIDAD ESPECIFICA (ds/m)											
	0.10	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00	1.50	2.00	3.00	4.00	6.00	8.00
0.05	13.20	13.61	13.92	14.40	14.79	15.26	15.91	16.43	17.28	17.97	19.07	19.94
0.10	8.31	8.57	8.77	9.07	9.31	9.62	10.02	10.35	10.89	11.32	12.01	12.56
0.15	6.34	6.54	6.69	6.92	7.11	7.34	7.65	7.90	8.31	8.64	9.17	9.58
0.20	5.24	5.40	5.52	5.71	5.87	6.06	6.31	6.52	6.86	7.13	7.57	7.91
0.25	4.51	4.65	4.76	4.92	5.06	5.22	5.44	5.62	5.91	6.15	6.52	6.82
0.30	4.00	4.12	4.21	4.36	4.48	4.62	4.82	4.98	5.24	5.44	5.77	6.04
0.35	3.61	3.72	3.80	3.94	4.04	4.17	4.35	4.49	4.72	4.91	5.21	5.45
0.40	3.30	3.40	3.48	3.60	3.70	3.82	3.98	4.11	4.32	4.49	4.77	4.98
0.45	3.05	3.14	3.22	3.33	3.42	3.53	3.68	3.80	4.00	4.15	4.41	4.61
0.50	2.84	2.93	3.00	3.10	3.19	3.29	3.43	3.54	3.72	3.87	4.11	4.30
0.75	2.17	2.24	2.29	2.37	2.43	2.51	2.62	2.70	2.84	2.95	3.14	3.28
1.00	1.79	1.85	1.89	1.96	2.01	2.09	2.16	2.23	2.35	2.44	2.59	2.71
1.25	1.54	1.59	1.63	1.68	1.73	1.78	1.86	1.92	2.02	2.10	2.23	2.33
1.50	1.37	1.41	1.44	1.49	1.53	1.58	1.65	1.70	1.79	1.86	1.97	2.07
1.75	1.23	1.27	1.30	1.35	1.38	1.43	1.49	1.54	1.62	1.68	1.78	1.86
2.00	1.13	1.16	1.19	1.23	1.26	1.31	1.36	1.40	1.48	1.54	1.63	1.70
2.25	1.04	1.08	1.10	1.14	1.17	1.21	1.26	1.30	1.37	1.42	1.51	1.58
2.50	0.97	1.00	1.02	1.06	1.09	1.12	1.17	1.21	1.27	1.32	1.40	1.47
3.00	0.85	0.89	0.91	0.94	0.96	1.00	1.04	1.07	1.13	1.17	1.24	1.30
3.50	0.78	0.80	0.82	0.85	0.87	0.90	0.94	0.97	1.02	1.06	1.12	1.17
4.00	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82	0.86	0.88	0.93	0.97	1.03	1.07
4.50	0.66	0.68	0.69	0.72	0.74	0.76	0.79	0.82	0.86	0.90	0.95	0.99
5.00	0.61	0.63	0.65	0.67	0.69	0.71	0.74	0.76	0.80	0.83	0.88	0.93
7.00	0.49	0.50	0.52	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61	0.64	0.67	0.71	0.74
10.00	0.39	0.40	0.41	0.42	0.43	0.45	0.47	0.48	0.51	0.53	0.56	0.58
20.00	0.24	0.25	0.26	0.26	0.27	0.28	0.29	0.30	0.32	0.33	0.35	0.37
30.00	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.21	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27	0.28

FUENTE: Suárez D.L. 1981 Relation between pHo and Sodium Adsorption Ratio (SAR) and an alternate method of estimating SAR of soil or drainage waters, Sci. Arner J. 45:469 475.

iv) Directrices para evaluar la calidad del agua de riego

A partir de los conceptos anteriormente descritos y tomando en cuenta la experiencia recogida por FAO en diversos estudios e investigaciones, se ha propuesto las directrices para interpretar la calidad del agua que se incluyen en el Cuadro III.F.5-6. En dicho cuadro, además de aparecer valores de ciertos parámetros relacionados con la salinidad, toxicidad y capacidad de infiltración, se incluye límites en el contenido de otros elementos que afectan a cultivos sensibles a ellos. En el Cuadro III.F.5-7 se incluyen otros antecedentes sobre el punto, tales como las concentraciones máximas admisibles de oligoelementos recomendables en aguas de riego.

CUADRO III.F.5-6 DIRECTRICES PARA INTERPRETAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS PARA EL RIEGO

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCION DE USO NINGUNA	LIGERA A MODERADA	SEVERA
SALINIDAD				
Ce	ds/m	< 0.7	0.7-3.0	>3.0
TSD (o)	mg/l	< 450	450-2000	>2000
INFILTRACION				
RAS = 0 - 3 y Ce =		>0.7	0.7-0.2	<0.2
= 3 - 6 =		>1.2	1.2-0.3	<0.3
= 6 - 12 =		>1.9	1.9-0.5	<0.5
= 12 - 20 =		>2.9	2.9-1.3	<1.3
= 20 - 40 =		>5.0	5.0-2.9	<2.9
TOXICIDAD DE IONES ESPECIFICOS (afecta cultivos sensibles)				
Sodio (Na)				
riego por superficie	RAS	<3.0	3.0-9.0	>9.0
riego por aspersión	me/l	<3.0	>3.0	
Cloro (Cl)				
riego por superficie	me/l	<4.0	4.0-10.0	>10.0
riego por aspersión	me/l	<3.0	>3.0	
Boro (B)	mg/l	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Oligoelementos (Ver Cuadro III.F.5-7)				
VARIOS (afecta cultivos sensibles)				
Nitrógeno (NO3-N)	mg/l	<5	5.0-3.0	>30
Bicarbonato (HCO3) (aspersión foliar únicamente)	me/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
Indice de Langelier (Para riego tecnificado o por aspersión)		<0	>0	>0
pH		Amplitud Normal: 6.5-8.4		

Fuente: University of California Committee of Consultans. 1974

CUADRO III.F.5-7 CONCENTRACIONES MAXIMAS DE OLIGOELEMENTOS RECOMENDABLES PARA EL RIEGO

ELEMENTOS	CONCENTRACION (mg/l)	NOTAS
Al	5.0	Puede volver improductivos suelos ácidos (pH <5.5); pero en suelos con pH >7 precipita y elimina la toxicidad.
As	0.10	El nivel tóxico varía ampliamente en las plantas, desde 12 mg/l para el pasto de Sudán hasta menos de 0.05 mg/l para el arroz.
Be	0.10	El nivel tóxico para las plantas varia ampliamente, desde 5 mg/l para la col rizada hasta 0.5 mg/l para los frijoles.
Cd	0.01	Tóxico para los frijoles, remolacha y nabo en concentraciones tan bajas como 0.1 mg/l en soluciones nutritivas. Se recomienda límites bajos debido a su acumulación potencial en suelos y plantas, peligroso para seres humanos.
Co	0.05	Tóxico para las plantas del tomate a 0.1 mg/l en soluciones nutritivas. Tiende a inactivarse en suelos neutros y alcalinos.
Cr	0.10	Generalmente no se reconoce como esencial. Valores bajos recomendados por falta de conocimiento sobre su toxicidad.
Cu	0.20	Entre 0.1 a 1.0 mg/l es tóxico para ciertas plantas en soluciones nutritivas.
F	1.00	Inactivo en suelos neutrales y alcalinos.
Fe	5.00	No es tóxico en suelos con buena aireación; contribuye a la acidez y a la disponibilidad del fósforo y del molibdeno.
Li	2.50	Tolerable por muchos cultivos hasta 5 mg/l; móvil en el suelo. Tóxico para cítricos en concentraciones < 0.075 mg/l. Actua en forma similar al boro.
Mn	0.20	Por lo general, tóxico solo en suelos ácidos desde unas cuantas décimas hasta unos pocos mg/l.
Mo	0.01	En concentraciones normales no es tóxico para las plantas: pero lo puede ser para ganado alimentado con pastos cultivados en suelos con alto contenido de Mo.
Ni	0.20	Entre 0.5 y 1.0 mg/l, tóxico para ciertas plantas; su toxicidad es reducida en medios de pH > 7.0.
Pb	5.00	En altas concentraciones puede inhibir crecimiento celular.
Se	0.02	Tóxico para plantas en concentraciones tan bajas como 0.025 mg/l; también lo es para el ganado alimentado con pastos de suelos con alto Se. Esencial para animales pero en concentraciones muy bajas.
Ti		Excluido por las plantas; tolerancia especifica desconocida.
V	0.10	Tóxico para muchas plantas a niveles relativamente bajos.
Zn	2.00	Tóxico para muchas plantas a muy variados niveles de concentración; su toxicidad es reducida con pH > 6 y en suelos de textura fina.

2.2 Uso de aguas superficiales

A modo de facilitar el análisis de la calidad del agua superficial disponible en distintos puntos de la zona de estudio, se dividió ésta en cuatro grandes sectores, correspondientes a: la zona costera entre el río Itata, incluida la localidad de Coelemu, y la ciudad de Concepción; el valle central dividido en un sector Norte, Centro y Sur, tal como se indica en el Cuadro III.F.5-8. En dicho cuadro, se incluye los parámetros relevantes para evaluar la calidad del agua según las directrices definidas por la FAO.

CUADRO III.F.5-8 INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO

IDENTIFICACION	FECHA	CE ds/m	TSD mg/l	RAS	RASo	NA meq/l	CA meq/l	MG meq/l	CL meq/l	B mg/l	NO3 mg/l	HCO3 meq/l	PH	IL lange
Costero Itata Bío-Bío														
Itata en Coelemu	16/3/90	0.150	108	0.45	0.38	0.322	0.878	0.156	0.164	1.00		1.50	8.60	0.35
Itata en Coelemu	16/5/90	0.083	79	0.33	0.21	0.187	0.479	0.156	0.330	0.88		0.64	8.20	-0.71
Estero Curaco Los Guindos	21/11/88	0.136	286	0		0	0.399	0.280	0.333		<1.0	1.05	7.70	-1.08
Río Rafael (Rafael-Concepción)	21/11/88	0.130	149	0		0	0.000	0.123	0.386		<1.0	1.05	7.10	
Estero Dichato (Dichato-Concepción)	21/11/88	0.085	74	0		0	0.359	0.321	0.443		<1.0	0.49	7.10	-2.05
Estero Collén (Tomé-Concepción)	16/11/88	0.096	72	0		0	0.279	0.477	0.276		1.0	0.72	7.20	-1.86
Estero Las Quilas (Tomé-Concepción)	16/11/88	0.120	106	0		0	0.439	0.403	0.276		<1.0	0.89	7.40	-1.40
Estero Caracol (Tomé-Concepción)	16/11/88	0.113	56	0		0	0.359	0.518	0.220		<1.0	0.82	7.60	-1.31
Estero Lirquén (Lirquén-Concepción)	21/11/88	0.140	213	0		0	0.439	0.280	0.386		<1.0	0.85	7.80	-1.02
Estero El Cabrito (Penco-Concepción)	16/11/88	0.108	92	0		0	0.439	0.197	0.305		<1.0	0.82	7.50	-1.33
Andalién en Puchacay	16/3/90	0.142	110	0.61	0.47	0.444	0.918	0.156	0.330	0.90		1.10	7.40	-1.00
Andalién en Puchacay	17/5/90	0.127	90	0.71	0.5	0.422	0.519	0.197	0.657	0.61		0.92	8.30	-0.42
Estero Nonguén (Concepción-Concepción)	16/11/88	0.087	53	0		0	0.240	0.477	0.248		<1.0	0.66	7.30	-1.89

CUADRO III.F.5-8 INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO (Continuación)

IDENTIFICACION	FECHA	CE ds/m	TSD mg/l	RAS	RASo	NA meq/l	CA meq/l	MG meq/l	CL meq/l	B mg/l	NO3 mg/l	HCO3 meq/l	PH	IL lange
Valle Central														
Norte														
Ñuble en Puente El Ala	16/3/90	0.125	118	0.39	0.3	0.261	0.798	0.082	0.220	1.30		1.14	9.60	1.18
Ñuble en Puente El Ala	17/5/90	0.071	64	0.22	0.14	0.131	0.479	0.197	0.274	0.46		0.58	7.30	-1.66
Ñuble en San Fabián	16/3/90	0.144	113	0.37	0.25	0.226	0.639	0.123	0.274	1.30		0.80	7.50	-1.17
Ñuble en San Fabián	16/5/90	0.070	68	0.26	0.14	0.126	0.399	0.082	0.245	0.46		0.48	7.10	-2.02
Cato en Puente Cato	16/3/90	0.107	97	0.39	0.29	0.261	0.679	0.239	0.192	0.75		0.98	7.20	-1.36
Cato en Puente Cato	17/5/90	0.074	60	0.26	0.16	0.139	0.439	0.123	0.274	1.10		0.58	7.50	-1.50
Canal Municipal (San Carlos-Ñuble)	29/11/88	0.052	40	0		0	0.279	0.123	0.197		<1.0	0.43	7.40	-1.81
Centro														
Río Chillán	21/11/88	0.094	270	0		0	0.319	0.280	0.166		<1.0	0.79	7.10	-1.86
Chillán en Esperanza	16/3/90	0.141	120	0.59	0.42	0.4	0.758	0.156	0.302	1.10		0.90	7.65	-0.89
Chillán en Tanilvoro	16/5/90	0.103	99	0.48	0.3	0.278	0.479	0.197	0.465	0.77		0.62	7.30	-1.62
Chillán en Longitudinal	16/3/90	0.430	328	1.86	1.96	1.727	1.402	0.321	0.330	1.00		2.74	7.80	-0.09
Chillán en Longitudinal	17/5/90	0.123	108	0.67	0.45	0.391	0.439	0.239	0.522	0.27		0.74	7.40	-1.47
Itata en Balsa Nueva Aldea	16/3/90	0.134	120	0.37	0.32	0.313	1.038	0.403	0.220	1.00		1.36	8.90	0.61
Itata en Balsa Nueva Aldea	16/5/90	0.085	62	0.38	0.24	0.218	0.359	0.280	0.412	0.61		0.56	7.80	-1.29
Rio Santa Apolonia(Quirihue-Ñuble)	28/11/88	0.102	84	0		0	0.399	0.165	0.282		<1.0	0.66	7.60	-1.37
Vertiente El Guanaco (Quirihue-Ñuble)	28/11/88	0.058	42	0		0	0.120	0.239	0.339		<1.0	0.46	7.40	-2.16
Vertiente Nº 2 (Ninhue-Ñuble)	05/12/88	0.152	136	0		0	0.479	0.600	0.248		<1.0	1.05	7.40	-1.30
Vertiente Nº 1 (Ninhue-Ñuble)	05/12/88	0.142	128	0		0	0.559	0.839	0.220		<1.0	1.08	8.00	-0.62
Sur														
Diguillin en Longitudinal	17/3/90	0.135	124	0.56	0.43	0.378	0.758	0.156	0.164	1.25		1.10	8.00	-0.46
Diguillín en Longitudinal	17/5/90	0.088	70	0.54	0.31	0.274	0.399	0.123	0.330	1.00		0.56	7.20	-1.85
Estero Trilaleo (Yungay-Ñuble)	28/11/88	0.055	48	0		0	0.200	0.239	0.164		<1.0	0.49	7.50	-1.85

A continuación se analiza, para las aguas ubicadas dentro de cada sector, la o las características más relevantes en relación con su empleo en riego.

Sector Costero

En general las aguas de cursos superficiales del sector costero no presentarían problemas de salinidad para los cultivos. Por otro lado, las aguas del río Itata en su curso inferior, podrían reducir la capacidad de infiltración de los suelos debido a la excesivamente baja conductividad eléctrica del agua (< 0.15 ds/m), lo que independiente del valor del RAS, hace que ésta tienda a lixiviar las sales y minerales solubles, entre otros el calcio, pudiendo las particulas de suelo dispersadas obstruir los poros del suelo (FAO, 1987). El mismo peligro se presenta con las aguas del río Andalién. Si por una reducción de la infiltración los suelos se inundan y carecen de una buena aireación, gran parte del nitrógeno en forma de nitrato de puede denitrificar rápidamente y perderse hacia la atmósfera en forma de gas. Esto puede ocurrir aún cuando la inundación dure pocos días.

En relación a la posible toxicidad del agua para los cultivos, no habría ningún grado de restricción de las aguas del sector en relación al sodio y cloro. Sin embargo, el boro presente en las aguas del río Andalién y en Itata en Coelemu, representa una restricción ligera a moderada en su empleo, en particular para los cultivos sensibles y muy sensibles (ver Cuadro III.F.5-4). Los antecedentes disponibles sobre oligoelementos indican que las concentraciones de Fe, Mn, y As están en los rangos recomendados para aguas de riego.

El pH del agua de este sector de la cuenca está, en general, entre los rangos que no provocan problemas al uso en riego, con la exepción de los antecedentes de las estaciones Itata en Coelemu del 16/3/90 que presentan pH 8,6. Este valor es bastante alto para un agua natural y su magnitud podría explicarse por presencia de algas. Los antecedentes físico-químicos disponibles no son suficientes para evaluar presencia de algas.

Por otro lado, si se emplea aspersores o en general riego tecnificado, no habría problemas de obstrucción de los conductos o incrustación de sales como lo indica un índice de Langelier (IL) negativo, ya que se considera como norma general que aguas con un índice positivo presentan tendencia a precipitar carbonato de calcio, mientras que un índice negativo sugiere que el carbonato de calcio se mantiene en solución, presentando un carácter corrosivo el agua.

Valle Central Norte

Las aguas de este sector, (río Ñuble y Cato), no presentarían problemas potenciales de salinidad para los cultivos por su bajo contenido de sólidos disueltos o conductividad eléctrica. Debido a esto último, existiría un riesgo potencial de disminución de la capacidad de infiltración de los suelos por cuanto todas las aguas presentan conductividades menores de 0.15 ds/m. Toxicidad que pudiera afectar a cultivos sensibles no cabría esperar, salvo por el boro, donde existiría una restricción moderada para las aguas del río Cato (0.75 a 1.10 mg/l de Boro) y probablemente para las del río Ñuble en todo su curso. Tampoco existiría riesgo de precipitación de sales que obstruyan conductos si se aplica riego tecnificado.

Los antecedentes sobre oligoelementos como Fe, Mn, y As indican que éstos están en los rangos recomendados para aguas de riego. Lo mismo ocurre con los bicarbonatos.

El pH, en general, no produce problemas al uso en riego con la exepción del valor 9,6 medido en la estación Ñuble en Puente El Ala el 16/3/90. Este valor es excepcionalmente alto para un agua natural, incluso por presencia de algas. En esta estación la alcalinidad también es, relativamente alta, lo que podría indicar que el río Ñuble en Puente El Ala, en esta fecha, estaba acusando los efectos de alguna descarga de tipo alcalino de la Planta Industrial IANSA de Concharcas.

Valle Central Medio

Las aguas del río Chillán, en su curso superior aguas arriba de la carretera, hasta Itata en Balsa Nueva Aldea, tienen bajos contenidos de sales disueltas como lo evidencia una conductividad menor de 0.15 ds/m. Esto indicaría al igual que en los sectores anteriores, que no habría restricciones por problemas de salinidad en los cultivos pero sí potenciales riesgos de disminución de la capacidad de infiltración. En el curso bajo del río Chillán, la conductividad y los sólidos disueltos totales son ligeramente mayores a las otras aguas, sobretodo al final del período de estiaje (0.43 ds/m). En invierno estos valores disminuyen fuertemente probablemente por la dilución natural producida por el aporte pluvial al flujo superficial. Pese a ello, no existe riesgo de salinidad para los cultivos. En cuanto a la toxicidad, solo el boro introduce una restricción ligera, en especial para los cultivos sensibles a éste. No habría problemas de precipitación de sales en aspersores o conductos en general.

El pH, en general, se mantiene en el rango de valores recomendados para el riego con la exepción de la estación Itata en Balsa Nueva Aldea el 16/3/90 que registra un pH de 8,9. Este valor podría ser originado por abundante masa algal o alguna descarga de residuos líquidos alcalinos. Los antecedentes disponibles no permiten inferir el origen de este valor singular.

Valle Central Sur

En este sector se cuenta con información de dos puntos, río Diguillín en Longitudinal y estero Trilaleo al norte de Yungay. Las aguas serían aptas para su uso en riego no provocando problemas de salinidad ni tampoco de toxicidad, aunque sí disminución en la permeabilidad de los suelos. El boro es ligeramente alto, lo que significa un potencial peligro para cultivos sensibles y muy sensibles. Tampoco habría restricciones para la tecnificación del riego aunque podrían originarse leves problemas de corrosión dependiendo del tipo de conductos que se emplee.

2.3 Uso de Aguas Subterráneas

Al igual que para las aguas superficiales, se dividió el área de estudio en cuatro grandes sectores: Costero, donde sólo se dispone de datos de un pozo en Coelemu, y Valle Central en tres sectores menores. Los datos que permiten hacer el análisis de la calidad de las aguas subterráneas para su empleo en riego, se entregan en el Cuadro III.F.5-9. A continuación se presenta una caracterización de la calidad del agua para su uso en el riego de cada sector.

Sector Costero

El agua subterránea en la localidad de Coelemu no provocaría problemas de salinidad ni toxicidad al emplearla para riego de cultivos en general. Sobre su incidencia en la reducción de la permeabilidad del suelo, no se tiene datos de sodio pero, presumiblemente como el contenido de calcio y magnesio es alto, 2 y 0.6 me/l respectivamente, no cabría esperar restricciones severas en relación a este aspecto. Tampoco habría problemas en riego tecnificado por incrustación de sales, pero sí por corrosión.

CUADRO III.F.5-9 INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO. AGUA SUBTERRANEA EN ZONA DE ESTUDIO

IDENTIFICACION	ROL	IREN	FECHA	CE ds/m	TSD mg/l	RAS	RASo	NA meq/l	CA meq/l	MG meq/l	CL meq/l	NO3 meq/l	HCO3 meq/l	PH	LANGE
COSTERO ITATA - BIO-BIO															
A.P. COELEMU	3620	7240 D-7	21-11-88	0.34	246			0	1.986	0.642	0.443	4.5	2.43	7	-0.73
VALLE CENTRAL															
NORTE															
A.P.R. SAN GREGORIO	3610	7140 C-1	22-06-87	0.135	85	0.44	0.36	0.344	0.788	0.444	0.113	1.1	1.21	7.1	-1.3
A.P.R. CHACAY	3620	7140 A-3	-08-78	0.1	109			0	2.445	2.632	0.339	1.8	0.87	8.05	-0.113
A.P.R. ZEMITA	3620	7140 B-1	22-07-87	0.21	145	0.51	0.44	0.422	0.803	0.551	0.212	2	1.34	7.75	-0.65
A.P.R. TRES ESQUINAS	3620	7140 C-1	05-09-86	0.24	160	0.48	0.35	0.322	0.499	0.403	0.099	1.4	0.9	7.4	-1.3
A.P.R. CACHAPOAL	3620	7140 D-2	07-06-83	0.07	50	0.38	0.25	0.222	0.424	0.255	0.071	1.4	0.66	6.15	-2.8
A.P.R. AGUA BUENA	3620	7150 B-1	20-05-87	0.11	80	0.36	0.28	0.261	0.634	0.395	0.099	0.9	0.93	7	-1.7
A.P. SAN CARLOS	3620	7150 C-2	29-11-88	0.157	120			0	0.719	0.839	0.197	<1.0	1.25	7.3	-2.68
A.P. SAN CARLOS	3620	7150 C-3	29-11-88	0.163	134			0	0.599	0.485	0.141	<1.0	1.15	7.6	-0.92
A.P.R. MUTUPIN	3620	7150 D-2	08-05-87	0.11	100	0.47	0.36	0.322	0.549	0.395	0.13	1.3	0.98	7.35	-1.25
CENTRAL															
A.P.R. COPIHUAL	3630	7140 A-3	08-01-90	0.06	45	0.33	0.26	0.239	0.454	0.6	0.144	0.6	0.92	6.5	-2.1
A.P. COIHUECO	3630	7140 C-1	28-11-88	0.13	112			0	0.359	0.559	0.192	<1.0	1.02	7.8	-0.99
A.P. COIHUECO	3630	7140 C-2	28-11-88	0.06	48			0	0.2	0.165	0.192	<1.0	0.43	6.7	-2.43
A.P.R. B. LOS AMIGOS	3630	7140 C-6	20-04-87	0.079	45	0.43	0.3	0.261	0.474	0.247	0.082	0.4	0.79	7.8	-2.4
A.P.R. LAS MARIPOSAS	3630	7150 C-2	04-09-86	0.21	150	0.54	0.38	0.344	0.499	0.321	0.13	1.6	0.82	6.9	-1.9
A.P.R. MIRAFLORES	3630	7150 D-5	07-08-85	0.466	149			0	0.439	0.962	0.124	0	0.74	7.2	
A.P.R. ISMAEL MARTIN	3630	7200 A-6	20-02-79	0	179.3			0	2.595	3.29	0.361	1.6	1.11	7.62	0.66
A.P. CHILLAN	3630	7200 C-3	21-11-88	0.34	279			0	0.878	1.242	0.471	7.5	1.64	6.9	-1.29
A.P.R. EL EMBOQUE	3630	7200 D-11	12-12-84	0.124	80	0.66	0.45	0.361	0.339	0.263	0.071	1.1	0.82	7.05	-0.8
A.P.R. RUCAPEQUEN	3630	7210 C-3	20-03-89	0.195	135	1.99	1.7	1.557	0.753	0.469	0.237	0.6	1.41	6.85	-1.95
A.P.R. ORILLA ITATA	3630	7230 D-4	14-03-78	0.35	262.2			0	4.591	10.2	0.852	0.41	2.95	6.75	-0.97
A.P. ÑIPAS	3630	7230 D-6	27-11-88	0.48	380			0	0.319	0.123	0.44	<1.0	3.31	7.4	-0.99
A.P.R. TANILVORO	3640	7140 A-1	20-02-78	0.08	95.2			0	1.397	2.303	0.914	0	0.59	7.5	-1.4
A.P.R. EL ROSAL	3640	7150 B-5	09-08-86	0.16	130	0.53	0.33	0.3	0.379	0.263	0.11	2.8	0.56	6.45	-1.85
A.P.R. ESTAC. PINTO	3640	7150 B-7	16-08-85	0.115	100			0	0	0.288	0.2	2.2	1.03	7	
A.P. BULNES	3640	7210 A-3	21-11-88	0.32	228			0	0.798	1.045	0.609	3	1.93	7.7	-0.46
A.P. BULNES	3640	7210 A-4	21-11-88	0.502	358			0	0.399	0.444	2.017	<1.0	2.36	8.2	-0.19
A.P.R. V. TENNESSEE	3640	7220 A-3	22-08-87	0	131			0	0	0.42	0.135	<0.1		6.69	

CUADRO III.F.5-9 INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO. AGUA SUBTERRANEA EN ZONA DE ESTUDIO (Continuación)

IDENTIFICACION	ROL	IREN	FECHA	CE ds/m	TSD mg/l	RAS	RASo	NA meq/l	CA meq/l	MG meq/l	CL meq/l	NO3 meq/l	HCO3 meq/l	PH	LANGE
SUR															
A.P.R. CANTARRANA	3640	7200 C-2	07-01-90	0.08	45	0.54	0.36	0.361	0.434	0.461	0.341	0.5	0.56	7.05	-1.85
A.P. SAN IGNACIO	3640	7200 D-1	05-12-88	0.126	85			0	0.439	0.559	0.22	1.5	0.85	7.4	-1.26
A.P. SAN IGNACIO	3640	7200 D-2	05-12-88	0.12	111			0	0.439	0.642	0.195	1.2	0.85	7.4	-1.34
A.P. STA. CLARA	3640	7210 C-1	05-12-88	0.355	310			0	0.13	1.769	0.443	1.8	2.32	7.6	-0.31
A.P. STA. CLARA	3640	7210 C-2	05-12-88	0	295			0	0.878	1.324	0.333	<1.0	2.36	7.8	-0.19
A.P.R. CH. QUILLON	3640	7220 C-1	07-10-85	0.57	100	5.13	4.93	4.18	0.983	0.345	2.539	0.6	2.4	7.4	-0.7
A.P.R. HUACAMALA	3640	7220 C-2	02-09-85	0	255			0	0	0.915	0.367	<0.05	2.08	6.3	
A.P.R. QUIRIQUINA	3650	7200 A-4	20-05-87	0.13	85	0.62	0.41	0.344	0.334	0.28	0.113	0.1	0.7	7.85	-1.15
A.P. EL CARMEN	3650	7200 B-2	28-11-88	0.13	104			0	0.399	0.485	0.226	1.4	0.92	7.6	-1.19
A.P. PEMUCO	3650	7200 C-2	28-11-88	0.136	112			0	0.2	0.222	0.11	<1.0	1.02	8	-1.05
A.P. PEMUCO	3650	7200 C-3	28-11-88	0.046	32			0	0.12	0.197	0.164	<1.0	1.05	8.1	-1.65
A.P.R. DIGUILLIN	3650	7210 A-1	22-11-88	0.13	110	0.5	0.42	0.383	0.584	0.592	0.175	0	1.33	7.5	-1
A.P. YUNGAY	3700	7150 C-1	28-11-88	0.095	64			0	0.24	0.362	0.192	<1.0	0.82	7.7	-1.34
A.P. YUNGAY	3700	7150 C-2	28-11-88	0.093	77			0	0.319	0.28	0.164	<1.0	0.72	7.8	-1.17

Las concentraciones de oligoelementos As, Fe y Mn corresponden a valores que se sitúan dentro de las recomendaciones de calidad de agua para riego.

La concentración de NO3 no representa problemas, pero sí la de bicarbonatos que podría producir problemas moderados si se aplica aspersión en hojas de cultivos sensibles.

El pH del agua subterránea, en este sector, no representa problemas al uso riego.

Valle Central Norte

Las aguas subterráneas en este sector serían aptas para su empleo en riego, no presentando restricciones por salinidad, toxicidad u otro que pudieran provocar los nitratos, debido a las bajos valores de los indicadores. Sin embargo, al igual que las aguas superficiales de los antecedentes de todos los pozos, se deduce un riesgo potencial de reducción de la capacidad de infiltración en el suelo con riego. Serían aptas para ser empleadas en el riego tecnificado, aún cuando el IL indica una tendencia corrosiva de las aguas.

Valle Centro Medio

En todo el sector las aguas no producirían problemas de salinidad ni toxicidad que afectasen a los cultivos. Tampoco por exceso de nitrógeno en su forma estable de nitrato, salvo un pozo (3630 7200 C-3) en el sector de Chillán, que puede corresponder a una situación más bien puntual. Los bicarbonatos son más altos en las aguas de la parte oriente del valle central (zona de Bulnes) y en la localidad de Ñipas aguas abajo de Quinchamalí, con valores entre 2 y 3 me/l, lo que señala en todo caso un peligro moderado para el uso de estas aguas para la aspersión foliar. Aún cuando para esta zona no se tiene datos del RAS, por su mayor salinidad (> 0.2 ds/m), las aguas presentarían una menor tendencia a reducir la permeabilidad del suelo. El pH de estas aguas no presenta problemas para el riego.

Valle Central Sur

Las aguas subterráneas al sur del río Larqui, al igual que las inmediatamente al norte, no evidencian restricción alguna por problemas de salinidad o toxicidad. Los nitratos son bajos salvo el bicarbonato que es alto en las aguas del sector poniente al sur de Bulnes, mostrando una relación como la indicada en el sector central, próximo a Bulnes. Esto es lógico si se observa que prácticamente todas las aguas, presentan un índice de Langelier negativo, es decir, tienden a mantener carbonatos en solución, lo que significa que en su recorrido el agua subterránea aumenta o mantiene el contenido de estas sustancias. Sin embargo, salvo casos aislados, la conductividad es baja (<0.13 ds/m) señalando un peligro potencial sobre los terrenos de riego por efecto de una disminución en su capacidad de infiltración y una característica corrosiva del agua que debe ser considerada en el diseño de las cañerías para riego tecnificado. El pH es satisfactorio en general para el uso en riego de las aguas de este sector.

3 ANALISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO POTABLE

3.1 Metodología

Para evaluar la calidad de las aguas y establecer si son aptas para el consumo humano, se ha utilizado los requisitos químicos prescritos por la norma Nch 409/1 of-1984. Agua Potable. Requisitos. En el Cuadro III.F.5-10 se entrega los contenidos máximos admisibles para algunas sustancias químicas y elementos peligrosos para el consumo humano.

En cuanto a la calidad bacteriológica de las aguas, ésta se evaluó basándose en la Norma Nch 777 Of. 71, que establece la calidad del agua de acuerdo al valor del índice de coliformes totales, que la identifica como buena para 50-100 (NMP/100 ml), regular para 100-5000 (NMP/100 ml) y deficiente para más de 5000 (NMP/100 ml). Adicionalmente, en los casos que se tuvo información se utilizó la norma EPA Drinking Water Standard 1975, que considera el Recuento en Agar, a 35°C 48 horas, en placa, con un límite de 500 organismos por ml.

CUADRO III.F.5-10 LIMITES MAXIMOS ADMISIBLES DE ELEMENTOS QUIMICOS

SUSTANCIA	LIMITE MAXIMO (mg/l	
AMONIACO	0.25	
ARSENICO	0.05	
CADMIO	0.01	
CIANURO	0.20	
CLORUROS	250.00	*
COBRE	1.00	*
COMPUESTOS FENOLICOS	0.002	
CROMO HEXAVALENTE	0.05	
DETERGENTE	0.50	
FLUOR	1.50	
HIERRO	0.30	*
MAGNESIO	125.00	
MANGANESO	0.10	*
MERCURIO	10.00	*
NITRATOS	0.001	*
NITRITOS	1.00	
PLOMO	0.05	
RESIDUOS SOLIDOS FILTRANTES	1000.00	*
SELENIO	0.01	
SULFATOS	250.00	*
ZINC	5.00	*

*) El Ministerio de Salud puede aceptar un contenido mayor de estas sustancias.

3.2 Uso de Aguas Superficiales

En el Cuadro III.F.5-11 se muestra información de diversos puntos, que corresponden a los mismos analizados para el caso de la calidad del agua para riego, para algunos parámetros de los señalados en el Cuadro III.F.5-10.

Todas las aguas superficiales del área de estudio, serían aptas para su empleo como agua potable en cuanto a sus requisitos químicos según la norma Nch 409. Sólo el fierro es más alto que lo que exige la norma en las aguas de algunos localidades del sector costero tales como: el estero Curaco en Coelemu, río Rafael, estero Dichato, estero Lirquén y estero El Cabrito.

CUADRO III.F.5-11 INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA USO POTABLE AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO

IDENTIFICACION		FECHA	PH	TSD mg/l	AS mg/l	FE mg/l	MN mg/l	CL mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
Costero Itata Bío-Bío											
	Itata en Coelemu	16/3/90	8.6	108				5.8			2.3
	Itata en Coelemu	16/5/90	8.2	79				11.7			9.5
	Estero Curaco Los Guindos (Coelemu)	21/11/88	7.7	286	<.004	0.4	0.03	11.8	<0.1	<0.1	<5.0
	Río Rafael (Rafael-Concepción)	21/11/88	7.1	149	<.004	1.1	0.03	13.7	<0.1	<0.1	<5.0
	Estero Dichato (Dichato-Concepción)	21/11/88	7.1	74	<.004	0.4	<0.03	15.7	<0.1	<0.1	<5.0
	Estero Collén (Tomé-Concepción)	16/11/88	7.2	72	<.004	0.28	<0.03	9.8	<0.1	1	<5.0
	Estero Las Quilas (Tomé-Concepción)	16/11/88	7.4	106	<.004	0.18	<0.03	9.8	<0.1	<0.1	<5.0
	Estero Caracol (Tomé-Concepción)	16/11/88	7.6	56	<.004	0.25	<0.03	7.8	<0.1	<0.1	<5.0
	Estero Lirquén (Lirquén-Concepción)	21/11/88	7.8	213	<.004	0.38	<0.03	13.7	<0.1	<0.1	<5.0
	Estero El Cabrito (Penco-Concepción)	16/11/88	7.5	92	<.004	0.35	<0.03	10.8	<0.1	<0.1	<5.0
	Andalién en Puchacay	16/3/90	7.4	110				11.7			3.3
	Andalién en Puchacay	17/5/90	8.3	90				23.3			7.8
	Estero Nonguén (Concepción-Concepción)	16/11/88	7.3	53	<.004	0.11	<0.03	8.8	<0.1	<0.1	<5.0

CUADRO III.F.5-11 INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA PARA USO POTABLE AGUAS SUPERFICIALES EN ZONA DE ESTUDIO (Continuación)

IDENTIFICACION		FECHA	PH	TSD mg/l	AS mg/l	FE mg/l	MN mg/l	CL mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
Valle Central											
Norte											
	Ñuble en Puente El Ala	16/3/90	9.6	118				7.8			14.2
	Ñuble en Puente El Ala	17/5/90	7.3	64				9.7			15.2
	Ñuble en San Fabián	16/3/90	7.5	113				9.7			19.3
	Ñuble en San Fabián	16/5/90	7.1	68				8.7			9.9
	Cato en Puente Cato	16/3/90	7.2	97				6.8			3.1
	Cato en Puente Cato	17/5/90	7.5	60				9.7			12.3
	Canal Municipal (San Carlos-Ñuble)	29/11/88	7.4	40	<.004	0.19	<0.03	7	<0.1	<0.1	7
Centro											
	Río Chillán	21/11/88	7.1	270	<.004	<.1	0.03	5.9	0.11	<0.1	8
	Chillán en Esperanza	16/3/90	7.65	120				10.7			2.9
	Chillán en Tanilvoro	16/5/90	7.3	99				16.5			16.9
	Chillán en Longitudinal	16/3/90	7.8	328				11.7			9.9
	Chillán en Longitudinal	17/5/90	7.4	108				18.5			14.6
	Itata en Balsa Nueva Aldea	16/3/90	8.9	120				7.8			2.7
	Itata en Balsa Nueva Aldea	16/5/90	7.8	62				14.6			18.9
	Río Santa Apolonia(Quirihue-Ñuble)	28/11/88	7.6	84	<.004	0.21	<0.03	10	<0.1	<0.1	<5.0
	Vertiente El Guanaco (Quirihue-Ñuble)	28/11/88	7.4	42	<.004	0.11	<0.03	12	<0.1	<0.1	<5.0
	Vertiente Nº 2 (Ninhue-Ñuble)	05/12/88	7.4	136	<.004	0.17	<0.03	8.8	<0.1	<0.1	<5.0
	Vertiente Nº 1 (Ninhue-Ñuble)	05/12/88	8	128	<.004	0.21	<0.03	7.8	<0.1	<0.1	<5.0
Sur											
	Diguillín en Longitudinal	17/3/90	8	124				5.8			
	Diguillín en Longitudinal	17/5/90	7.2	70				11.7			
	Estero Trilaleo (Yungay-Ñuble)	28/11/88	7.5	48	<.004	<.1	<0.03	5.8	<0.1		

La baja salinidad de estas aguas le confiere un carácter corrosivo que es conveniente que sea considerado en la elección del material de las tuberías que conducen agua para este uso.

En cuanto al contenido de pesticidas, tampoco existirían restricciones para su uso, ya que, de los análisis efectuados para 9 pesticidas solo se detectó la presencia de lindano pero bajo la exigencia de la norma. (Cuadro III.F.5-12).

CUADRO III.F.5-12 PRESENCIA DE PESTICIDAS EN AGUAS SUPERFICIALES (umg/l)
(Marzo de 1990)

Pesticida	Itata en Balsa Nueva Aldea	Cato en Puente Cato	Ñuble en Puente El Ala	Nch 409
DDT	n.d	n.d	n.d	1
2, 4-D	<S5	<5	<S5	100
Clordano	n.d	n.d	n.d	0.3
Lindano	0.23	0.28	n.d	3
Metoxiclor	n.d	n.d	n.d	30
Hexaclorobenc	n.d	n.d	n.d	0.01
Aldrin	n.d	n.d	n.d	0.03
Dieldrin	n.d	n.d	n.d	0.03
Endrin	n.d	n.d	n.d	0.2

n.d. = no detectado

Con relación a la calidad bacteriológica, en el Cuadro III.F.5-13 se consigna la información utilizada.

CUADRO III.F.5-13 CALIDAD BACTERIOLOGICA DE AGUAS SUPERFICIALES

IDENTIFICACION	FECHA	LABORATORIO	(col/ml)	COLIFORMES TOTALES	NMPx100 ml FECALES	OBSERVACIONES
DIGUILLIN EN LONGITUDINAL	17-3-90	AQUA	-	1700	790	REGULAR CALIDAD BAC
DIGUILLIN EN LONGITUDINAL	17-5-90	AQUA	-	240	130	REGULAR CALIDAD BAC.
CHILLAN EN LONGITUDINAL	17-3-90	AQUA	-	13000	7900	MALA CALIDAD BAC.
CHILLAN EN LONGITUDINAL	17-5-90	AQUA	-	92000	11000	MALA CALIDAD BAC.
ÑUBLE EN PUENTE EL ALA	17-3-90	AQUA	-	13	4.5	BUENA CALIDAD BAC
ÑUBLE EN PUENTE EL ALA	17-5-90	AQUA	-	2400	310	REGULAR CALIDAD BAC.
CATO EN PUENTE CATO	17-3-90	AQUA	-	33	13	BUENA CALIDAD BAC
CATO EN PUENTE CATO	17-5-90	AQUA	-	790	350	REGULAR CALIDAD BAC.
SAN IGNACIO DE PALOM. (ÑIPAS)	15-11-89	BACT. REGIONAL	25000	21	0	ALTO CONT. COLONIAS
RECINTO (PINTO)	21-11-89	BACT. REGIONAL	30	2	-	APTA CONSUMO HUMANO
LOS LLEUQUES (PINTO)	28-11-89	BACT. REGIONAL	0	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
QUEBRADA MIRAMAR (TOME)	19-3-79	BACT. REGIONAL	8500	1600	-	ALTO CONT. COLONIAS
ESTERO COLIUMO	19-3-89	BACT. REGIONAL	2600	350	-	ALTO CONT. COLONIAS
RIO RAFAEL (TOME)	21-3-79	BACT. REGIONAL	4600	1600	-	ALTO CONT. COLONIAS

En el caso del río Diguillín en Longitudinal, estas aguas reciben descargas de aguas servidas de pueblos dentro de la cuenca, lo que se ve reflejado en el análisis al observarse que las aguas muestran regular calidad bacteriológica.

El río Chillán en el cruce con el camino Longitudinal, aguas abajo de las descargas de aguas servidas de la ciudad de Chillán, muestra un alto grado de contaminación con calidad bacteriológica deficiente , incluso en el análisis de Mayo de 1990, cuando se había producido recientemente lluvias intensas que debieron mejorar la dilución de esas aguas.

En Ñuble en puente El Ala, aguas abajo de la Planta Industrial de IANSA en Cocharcas y de poblaciones ribereñas y zonas de riego, la escasa contaminación detectada es producto de las pocas descargas de aguas servidas en relación al caudal, que es el mayor de los cursos analizados.

En río Cato en puente Cato queda representado el efecto del mismo río y de varios de sus afluentes (Niblinto, Coihueco, etc.). Allí no se muestra un elevado grado de contaminación, considerándose agua de buena calidad bacteriológica que debe ser tratada, eso sí, para el consumo potable.

Además, se presentan los análisis de esteros y vertientes que son fuentes superficiales para el servicio de agua potable de algunas localidades. De estas se observa que los esteros y cauces superficiales ubicados en la Cordillera de la Costa presentan contaminación y se tipifican como agua de regular calidad bacteriológica.

3.3 Uso de Aguas Subterráneas

En el Cuadro III.F.5-14 se muestra la información procesada de calidad físico-química de las aguas subterráneas, para diversos puntos del área de estudio. En general todas las aguas, representativas de distintos acuíferos donde se contaba con antecedentes, muestran que son aptas para consumo potable, salvo en lo que respecta al fierro y manganeso. En efecto, en la zona al nororiente de Coihueco existe un pozo (3630 7140 A3) con 0.2 (mg/l) de Manganeso lo que dobla el contenido máximo especificado por la norma. Como no se observa lo mismo en otros pozos cercanos, podrá corresponder a un problema de contaminación local. En cambio, en el sector inmediatamente al nororiente de Pinto tres pozos evidencian contenidos de Fierro por sobre la norma lo que debiera ser tomado en cuenta para el uso de las aguas subterráneas de esa zona para consumo humano.

No existen antecedentes sobre pesticidas o contaminación bacteriológica en las aguas subterráneas, pero debido a la naturaleza hidrogeológica del área central de la zona de estudio, con una napa profunda y estratos superficiales poco permeables, es muy probable que no se presente en la actualidad este tipo de contaminación.

Al igual que para las aguas superficiales, el agua presenta tendencia a producir corrosión por su baja salinidad.

En cuanto a la calidad bacteriológica de las aguas subterráneas, en el Cuadro III.F.5-15 se presenta la información del agua cruda de 34 captaciones profundas.

En general las aguas analizadas resultan aptas para el consumo humano, detectándose eso sí algunas que están contaminadas y que requerirían cloración para llevarlas a una buena condición para ser consumidas, lo que en las plantas de SENDOS , efectivamente se realiza.

CUADRO III.F.5-14 INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO POTABLE AGUAS SUBTERRANEAS EN ZONA DE ESTUDIO

IDENTIFICACION	ROL	IREN	FECHA	PH	TSD mg/l	AS mg/l	FE mg/l	MN mg/l	CL mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
COSTERO ITATA - BIO-BIO												
A.P. COELEMU	3620 7240	D-7	21-11-88	7.00	246.0	< 0.004	0.150	0.030	15.7	< 0.1	4.50	11.0
VALLE CENTRAL												
NORTE												
A.P.R. SAN GREGORIO	3610 7140	C-1	22-06-87	7.10	85.0	0.00	0.000	0.000	4.0	0.00	1.10	2.0
A.P.R. CHACAY	3620 7140	A-3	-08-78	8.05	109.0		0.000	0.000	12.0		1.80	13.0
A.P.R. ZEMITA	3620 7140	B-1	22-07-87	7.75	145.0	< 0.01	0.000	0.000	7.5	0.00	2.00	6.0
A.P.R. TRES ESQUINAS	3620 7140	C-1	05-09-86	7.40	160.0	0.00	0.070	0.000	3.5	0.30	1.40	3.0
A.P.R. CACHAPOAL	3620 7140	D-2	07-06-83	6.15	50.0	0.00	0.150	0.000	2.5	0.00	1.40	0.5
A.P.R. AGUA BUENA	3620 7150	B-1	20-05-87	7.00	80.0	0.00	0.000	0.000	3.5	0.10	0.90	3.0
A.P. SAN CARLOS	3620 7150	C-2	29-11-88	7.30	120.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	7.0	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P. SAN CARLOS	3620 7150	C-3	29-11-88	7.60	134.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	5.0	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P.R. MUTUPIN	3620 7150	D-2	08-05-87	7.35	100.0	0.00		0.000	4.6	0.10	1.30	10.0
CENTRAL												
A.P.R. COPIHUAL	3630 7140	A-3	08-01-90	6.50	45.0	0.00	0.250	0.200	5.1	0.10	0.60	9.0
A.P. COIHUECO	3630 7140	C-1	28-11-88	7.80	112.0	< 0.004	0.150	< 0.03	6.8	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P. COIHUECO	3630 7140	C-2	28-11-88	6.70	48.0	< 0.004	< 0.1	0.030	6.8	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P.R. B. LOS AMIGOS	3630 7140	C-6	20-04-87	7.80	45.0	0.00	0.070	0.000	2.9	0.10	0.40	2.0
A.P.R. LAS MARIPOSAS	3630 7150	C-2	04-09-86	6.90	150.0	0.00	0.140	0.000	4.6	0.70	1.60	3.0
A.P.R. MIRAFLORES	3630 7150	D-5	07-08-85	7.20	149.0	0.01	0.600	0.100	4.4		0.00	12.7
A.P.R. ISMAEL MARTIN	3630 7200	A-6	20-02-79	7.62	179.3		0.010	0.000	12.8		1.60	5.0
A.P. CHILLAN	3630 7200	C-3	21-11-88	6.90	279.0	< 0.004	< 0.1	0.030	16.7	< 0.1	7.50	22.0
A.P.R. EL EMBOQUE	3630 7200	D-11	12-12-84	7.05	80.0	0.00	0.000	0.000	2.5	0.10	1.10	0.0
A.P.R. RUCAPEQUEN	3630 7210	C-3	20-03-89	6.85	135.0	0.00	0.280	0.100	8.4	0.05	0.60	17.0
A.P.R. ORILLA ITATA	3630 7230	D-4	14-03-78	6.75	262.2		0.080	0.025	30.2	0.25	0.41	23.8
A.P. ÑIPAS	3630 7230	D-6	27-11-88	7.40	380.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	15.6	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P.R. TANILVORO	3640 7140	A-1	20-02-78	7.50	95.2		0.000	0.000	32.4	0.10	0.00	10.7
A.P.R. EL ROSAL	3640 7150	B-5	09-08-86	6.45	130.0	0.00	0.320	0.000	3.9	0.10	2.80	0.0
A.P.R. ESTAC. PINTO	3640 7150	B-7	16-08-85	7.00	100.0	0.01	0.640	0.100	7.1	0.10	2.20	5.0
A.P. BULNES	3640 7210	A-3	21-11-88	7.70	228.0	< 0.004	< 0.1	0.030	21.6	0.17	3.00	14.0
A.P. BULNES	3640 7210	A-4	21-11-88	8.20	358.0	< 0.004	< 0.1	0.030	71.5	0.23	<1.0	<5.0
A.P.R. V. TENNESSEE	3640 7220	A-3	22-08-87	6.69	131.0	< 0.02	< 0.02	< 0.01	4.8	< 0.1	<1.0	TRAZAS

CUADRO III.F.5-14 INDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA PARA USO POTABLE AGUAS SUBTERRANEAS EN ZONA DE ESTUDIO (Continuación)

IDENTIFICACION	ROL	IREN	FECHA	PH	TSD mg/l	AS mg/l	FE mg/l	MN mg/l	CL mg/l	F mg/l	NO3 mg/l	SO4 mg/l
SUR												
A.P.R. CANTARRANA	3640	7200 C-2	07-01-90	7.05	45.0	0.00	0.280	0.000	12.1	0.00	0.50	6.0
A.P. SAN IGNACIO	3640	7200 D-1	05-12-88	7.40	85.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	7.8	< 0.1	1.50	<5.0
A.P. SAN IGNACIO	3640	7200 D-2	05-12-88	7.40	111.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	6.9	< 0.1	1.20	<5.0
A.P. STA. CLARA	3640	7210 C-1	05-12-88	7.60	310.0	< 0.004	0.100	< 0.03	15.7	< 0.1	1.80	<5.0
A.P. STA. CLARA	3640	7210 C-2	05-12-88	7.80	295.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	11.8	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P.R. CH. QUILLON	3640	7220 C-1	07-10-85	7.40	100.0	< 0.01	0.520	0.300	90.0	0.10	0.60	12.0
A.P.R. HUACAMALA	3640	7220 C-2	02-09-85	6.30	255.0	< 0.03	0.034	0.081	13.0	0.28	<0.05	6.0
A.P.R. QUIRIQUINA	3650	7200 A-4	20-05-87	7.85	85.0	< 0.01	0.070	0.000	4.0	0.10	0.10	9.9
A.P. EL CARMEN	3650	7200 B-2	28-11-88	7.60	104	< 0.004	< 0.1	< 0.03	8.0	< 0.1	1.40	<5.0
A.P. PEMUCO	3650	7200 C-2	28-11-88	8.00	112.0	0.01	< 0.1	< 0.03	3.9	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P. PEMUCO	3650	7200 C-3	28-11-88	8.10	32.0	0.02	< 0.1	< 0.03	5.8	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P.R. DIGUILLIN	3650	7210 A-1	22-11-88	7.50	110.0	0.00	0.130	0.000	6.2	0.05	0.00	0.0
A.P. YUNGAY	3700	7150 C-1	28-11-88	7.70	64.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	6.8	< 0.1	<1.0	<5.0
A.P. YUNGAY	3700	7150 C-2	28-11-88	7.80	77.0	< 0.004	< 0.1	< 0.03	5.8	< 0.1	<1.0	<5.0

CUADRO III.F.5-15 CALIDAD BACTERIOLOGICA DE AGUAS SUBTERRANEAS

ROL B.N.A.	ROL IREN	NOMBRE	FECHA	LABORATORIO	REC. EN AGAR col/ml 35°Cx48 hrs col/ml	COLIFORMES	NMPx100 ml	OBSERVACIONES
073 32 100-K	3610 7140 C-1	SAN GREGORIO	23-7-87	CARLOS LATORRE	1	<1.8	<1.8	APTA CONSUMO HUMANO
073 32 100-K	3610 7140 C-1	SAN GREGORIO	28-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
073 33 110-2	3620 7140 B-1	ZEMITA	23-7-87	CARLOS LATORRE	3	<1.8	<1.8	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 100-0	3620 7140 C-1	TRES ESQUINAS	22-11-89	BACT. REGIONAL	38	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 110-8	3620 7140 C-3	EL SAUCE	8-11-89	BACT. REGIONAL	1	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 112-4	3620 7140 C-5	RIBERA DEL ÑUBLE	23-11-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
073 33 111-0	3620 7140 D-2	CACHAPOAL	1-6-83	BACT. REGIONAL	0	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
073 33 111-0	3620 7140 D-2	CACHAPOAL	30-11-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
073 33 112-9	3620 7150 A-1	BULI	20-11-89	BACT. REGIONAL	0	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 18 105-5	3620 7150 D-1	LLAHUIMAVIDA	13-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 108-6	3620 7150 D-2	MUTUPIN	22-7-87	CARLOS LATORRE	5	<1.8	<1.8	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 109-4	3620 7150 D-3	LAS ARBOLEDAS	6-11-89	BACT. REGIONAL	0	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 10 113-2	3630 7140 A-3	COPIHUAL	8-1-90	CARLOS LATORRE	160	350	<1.8	REGULAR CALIDAD BAC.
081 12 100-1	3630 7140 C-5	NIBLINTO BUSTAM.	12-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 12 101-K	3630 7140 C-6	BAJO LOS AMIGOS	20-4-87	CARLOS LATORRE	196	7.8	<1.8	APTA CONSUMO HUMANO
081 14 105-3	3630 7150 A-1	CAPILLA COX	7-11-89	BACT. REGIONAL	670	0	-	ALTO CONT. COLONIAS
081 17 136-K	3630 7150 C-2	LAS MARIPOSAS	5-9-86	CARLOS LATORRE	332	170	<1.8	REGULAR CALIDAD BAC.
081 13 103-1	3630 7150 D-5	MIRAFLORES	7-8-85	I.S.P.	-	38	<2	REGULAR CALIDAD BAC.
081 17 132-7	3630 7200 D-11	EL EMBOQUE	8-11-89	BACT. REGIONAL	10	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 17 132-7	3630 7200 D-11	EL EMBOQUE	10-12-84	BACT. REGIONAL	1500	0	-	ALTO CONT. COLONIAS

CUADRO III.F.5-15 CALIDAD BACTERIOLOGICA DE AGUAS SUBTERRANEAS (Continuación)

ROL B.N.A.	ROL IREN	NOMBRE	FECHA	LABORATORIO	REC. EN AGAR col/ml 35°Cx48 hrs col/ml	COLIFORMES	NMPx100 ml	OBSERVACIONES
081 17 135-1	3630 7210 C-2	HUAPE	19-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 17 134-3	3630 7210 C-3	RUCAPEQUEN	21-3-89	CARLOS LATORRE	1800	49	<1.8	ALTO CONT. COLONIAS
081 17 134-4	3630 7210 C-3	RUCAPEQUEN	27-11-89	BACT. REGIONAL	2000	61	-	ALTO CONT. COLONIAS
081 19 101-8	3630 7220 D-1	QUINCHAMALI	6-11-89	BACT. REGIONAL	10	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 17 133-4	3640 7140 A-1	TANILVORO	13-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 17 130-0	3640 7150 B-3	EL ROSAL	9-8-86	CARLOS LATORRE	10400	240	<1.8	ALTO CONT. COLONIAS
081 17 131-9	3640 7150 B-4	PINTO	20-11-89	BACT. REGIONAL	10	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 17 138-6	3640 7150 B-7	EST. PINTO	16-8-85	INS. SALUD PUB	-	11	<2	APTA CONSUMO HUMANO
081 34 100-1	3640 7150 C-1	SAN MIGUEL	13-11-89	BACT. REGIONAL	20	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 34 113-3	3640 7200 C-2	CANTARRANA	7-1-90	CARLOS LATORRE	4550	920	<1.8	ALTO CONT. COLONIAS
081 34 114-1	3640 7210 D-2	TRES ESQUINAS	6-12-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
081 35 103-1	3640 7220 C-2	HUACAMALA	2-9-85	EMOS	INCONTABLE	2400	79	MALA CALIDAD BACT.
081 34 111-7	3650 7200 A-4	QUIRIQUINA	20-4-87	CARLOS LATORRE	385	13	<1.8	APTA CONSUMO HUMANO
081 34 111-7	3650 7200 A-4	QUIRIQUINA	2-11-89	BACT. REGIONAL	500	2	-	CONT. COLONIAS LIM.
081 32 104-3	3650 7210 A-1	DIGUILLIN	18-11-88	CARLOS LATORRE	2980	540	49	ALTO CONT. COLONIAS
-	-	GUARILIHUE	23-11-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
-	-	MINAS DEL PRADO	21-11-89	BACT. REGIONAL	-	0	-	APTA CONSUMO HUMANO
-	-	TREHUACO	28-11-89	BACT. REGIONAL	0	0	-	APTA CONSUMO HUMANO

4 ANALISIS TEMPORAL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

4.1 Aguas Superficiales

En términos globales, no se dispone de información temporal que permita establecer las tendencias que en el largo plazo existen en la calidad de las aguas superficiales. Sin embargo, durante la campaña de terreno correspondiente a este estudio fue posible obtener datos de calidad en un período de estiaje y uno posterior a lluvias intensas sobre la zona.

Del análisis de la información es posible observar el efecto de dilución causado por la precipitación, notándose menores concentraciones de los elementos químicos en los muestreos posteriores a lluvias sobre la zona. El mismo tipo de situación se verifica al analizar el Total de Sólidos Disueltos (TSD), en los diferentes puntos de muestreo que presentan análisis en fechas consecutivas.

4.2 Aguas Subterráneas

En lo respecta a las aguas subterráneas, del análisis de la información es posible apreciar que en general no existen grandes variaciones entre los diferentes pozos muestreados, a pesar de corresponder a diferentes fechas. Lo anterior permite suponer que el sistema subterráneo actúa como un elemento amortiguador en la calidad del agua, evitando que se produzcan variaciones importantes en la concentración de los diferentes elementos químicos.

A partir de lo anterior es posible suponer que a futuro no se debieran producir cambios negativos en la calidad de las aguas subterráneas, sino que se mantendrán características similares a las actualmente existentes.

5 CONCLUSIONES GENERALES SOBRE LA CALIDAD DE AGUAS

La evaluación general de los antecedentes de calidad del área de estudio indica que las aguas superficiales y subterráneas son de calidad similar: baja salinidad y tendencia corrosiva.

Las aguas subterráneas presentan, en algunos sectores, problemas de Fe y Mn propios de las condiciones geológicas de las región. Las aguas superficiales sólo presentan problemas de Fe.

Algunas de las aguas superficiales presentan boro, y aún cuando no hay antecedentes para aguas subterráneas, este elemento puede estar asociado a fallas geológicas, áreas geotérmicas o volcánicas.

La estación más afectada por descarga de aguas servidas domésticas es Chillán en Longitudinal. Algo parecido pero en menor escala se observa en Diguillín en Longitudinal y en Ñuble en Puente El Ala. El agua subterránea, por la información analizada, no presenta este tipo de contaminación.

El elevado pH de algunas estaciones como Ñuble en Puente El Ala, Itata en Balsa Nueva Aldea e Itata en Coelemu, está indicando actividad algal o descarga de residuos líquidos básicos. En aguas subterráneas no se observa este fenómeno.

Los antecedentes evaluados indican que no hay efectos de importancia en la calidad en el área de influencia servida por los canales.

CAPITULO III.F.6
ARRASTRE DE SEDIMENTOS

1 OBJETIVO

El objetivo de este estudio es estimar los volúmenes de sedimento arrastrados por los cauces principales de la cuenca del río Itata, con el fin de evaluar sus efectos sobre las obras de regulación existentes o que, eventualmente, sean proyectadas en la zona.

Este estudio tiene un carácter preliminar, puesto que las estimaciones se realizaron sólo en los puntos en que se ubicarían las obras señaladas.

2 ANTECEDENTES DISPONIBLES

Para la estimación de las tasas de producción de sedimentos en los puntos de interés en la zona en estudio, se contó con información de mediciones directas de concentraciones del gasto sólido en suspensión y de caudales medios diarios y mensuales en estaciones sedimentométricas de la cuenca.

En la zona existe un conjunto de 7 estaciones sedimentométricas operadas por la DGA, las que proporcionan una adecuada cobertura espacial. Esta red sedimentométrica es el resultado de las recomendaciones formuladas en el estudio realizado para la DGA por BF Ingenieros Civiles: "Análisis crítico de la Red Fluviométrica Nacional". No obstante, la información sedimentométrica disponible es de extensión limitada, ya que las estaciones se comenzaron a operar sólo a partir de 1985.

En la Cuadro III.F.6-1 se señalan las estaciones existentes, indicándose además el área que controlan y la longitud de los registros disponibles. Ninguna de ellas disponía, a la fecha de este estudio, de estadísticas procesadas.

CUADRO III.F.6-1 ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS EN LA CUENCA DEL RIO ITATA EXTENSION DE REGISTROS DE MUESTREO RUTINARIO

Estación	Area (km^2)	Período de registro
Itata en Coelemu		Agosto 1985 - Septiembre 1989
Itata en Balsa Nueva Aldea	4410	Junio 1985 - Octubre 1989
Itata en Cholguán	852	Noviembre 1985 - Octubre 1989
Diguillín en San Lorenzo	162	Junio 1985 - Octubre 1989
Diguillín en Longitudinal	1232	Julio 1985 - Octubre 1989
Ñuble en San Fabián	1709	Junio 1985 - Octubre 1989
Chillán en Confluencia	674	Junio 1985 - Octubre 1989

Además se ha tenido en cuenta los resultados que se encuentran consignados en los estudios realizados para la Comisión Nacional de Riego por CICA, en las cuencas de los ríos Mataquito y Aconcagua. Adicionalmente, se dispuso del mapa de isoyetas de precipitaciones anuales medias de la zona en estudio realizado como parte del estudio de pluviometría, y de un mapa geológico regional.

3 METODOLOGIA EMPLEADA

La metodología empleada consistió en determinar tasas específicas de producción de sedimentos en suspensión por unidad de área (ton/año/km²), y por unidad de área y precipitación media mensual (ton/año/km²/mm), en las cuencas controladas, con el fin de definir tasas regionales características. Estas tasas se emplearon para estimar la producción de sedimentos en los puntos de emplazamiento de las obras de regulación, existentes o proyectadas.

Para este fin se seleccionó 3 estaciones fluviométricas con control sedimentométrico que fueron Ñuble en San Fabián, Diguillín en San Lorenzo e Itata en Cholguán.

En la Figura III.F.6-1 se indica el emplazamiento de las estaciones sedimentométricas y de las obras de regulación consideradas en el presente estudio.

Estas estaciones se encuentran en la zona alta del área en estudio, al igual que las obras de regulación. Por esta razón se ha supuesto que el arrastre sólido de estas cuencas controladas es similar al de las cuencas no controladas asociadas a las obras de regulación. Dichas obras de regulación, tanto existentes como proyectadas, se encuentran comprendidas entre las estaciones Ñuble en San Fabián y Diguillín en San Lorenzo. Del resto de las estaciones se ha incluido en el análisis la de Itata en Cholguán por estimarse que es suficientemente representativa de la zona de emplazamiento de las obras mencionadas.

Las restantes estaciones no fueron consideradas por cuanto se encuentran alejadas de la zona de emplazamiento de las obras de regulación y, además, en lugares en los que la influencia del riego sobre las tasas de arrastre sólido en suspensión es importante.

De estas estaciones se dispone, además de las estadísticas de muestreo sedimentológico rutinario diario, de los registros de muestreo sedimentológico integrado mensual, sin procesamiento. La extensión de los registros de muestreo sedimentológico integrado mensual se señala en el Cuadro III.F.6-2, mientras que la de caudales medios diarios y mensuales se ha indicado en el Cuadro III.F.6-3.

CUADRO III.F.6-2 EXTENSION DE LOS REGISTROS DE MUESTREO INTEGRADO MENSUAL

Estación	Extensión
Ñuble en San Fabián	Mayo 1985-Noviembre 1989 Sin Proceso
Diguillín en San Lorenzo	Mayo 1985-Noviembre 1989 Sin Proceso
Itata en Cholguán	Mayo 1985-Noviembre 1989 Sin Proceso

CUADRO III.F.6-3 EXTENSION DE LAS ESTADISTICAS DE CAUDALES MEDIOS DIARIOS Y MEDIOS MENSUALES

Estación	Caudales Medios Diarios	Caudales Medios Mensuales
Ñuble en San Fabián	Mayo 1946 - Nov 1988	Mayo 1946 - Dic 1988
Diguillín en San Lorenzo	Enero 1985-Abril 1989	Mayo 1946 -Abril 1989
Itata en Cholguán	Enero 1985-Abril 1989	Enero 1955-Abril 1989

La información de sedimentos en suspensión se procesó con el objeto de obtener estadísticas procesadas de concentraciones y arrastre sólido medios diarios y mensuales para cada estación.

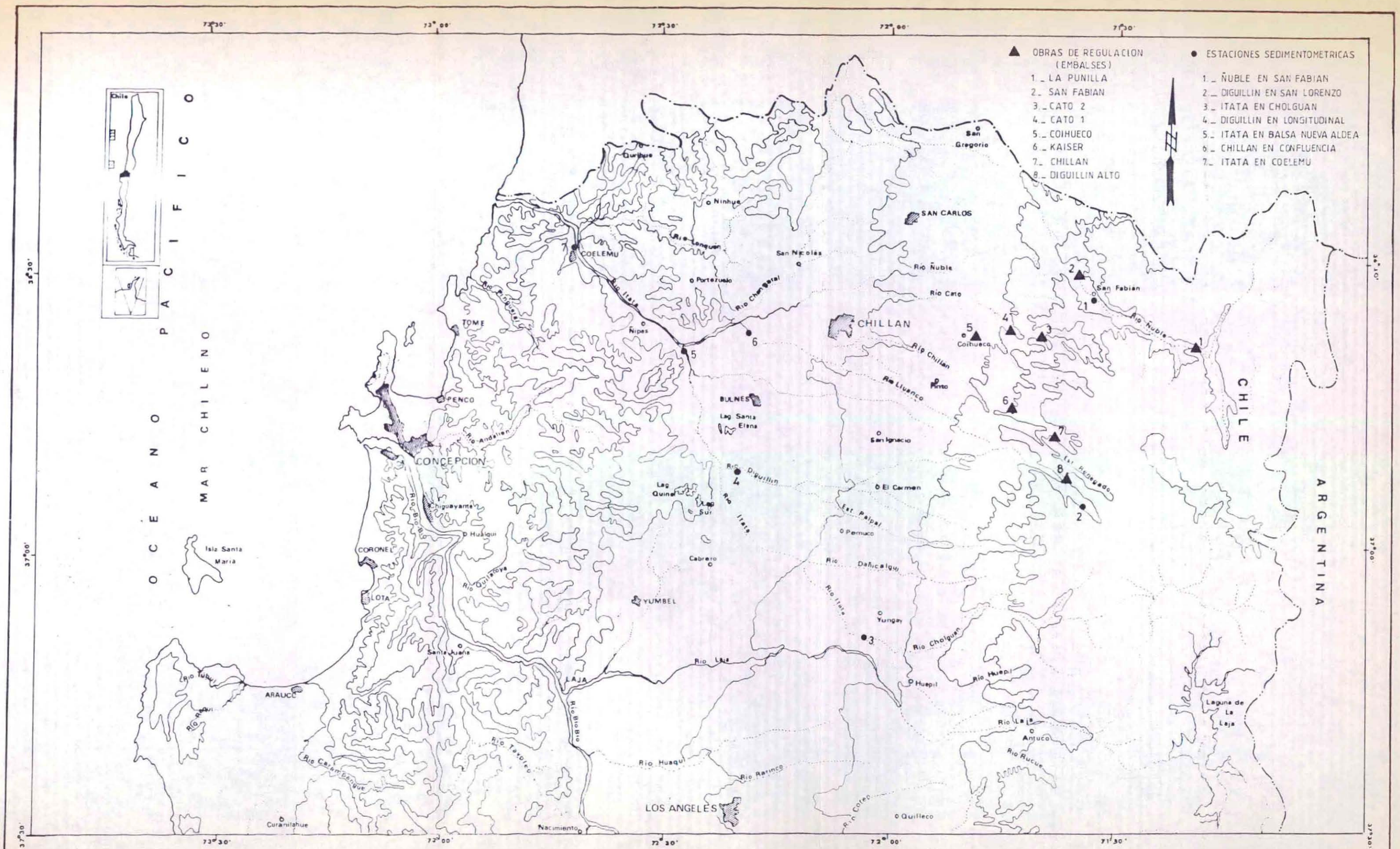


FIGURA III. F. 6-1 ESTACIONES SEDIMENTOMETRICAS Y OBRAS DE REGULACION

Con las estadísticas de los muestreos integrados se efectuó correlaciones entre la concentración media en la sección y la concentración puntual de la misma fecha, de modo de obtener un coeficiente de corrección de las concentraciones puntuales.

Con los valores corregidos de concentración se obtuvo curvas de duración de gasto sólido en suspensión para cada estación. Estas curvas permitieron obtener el valor esperado de las tasas de producción de sedimentos en suspensión para cada cuenca asociada a cada estación fluviométrica. Del estudio de estas tasas se definió a nivel regional una tasa específica por unidad de área y una tasa específica por unidad de área y de precipitación.

Las tasas definidas se emplearon para estimar la producción de sedimentos en las cuencas asociadas a las obras de regulación, considerando el área aportante y la precipitación anual media. Los volúmenes de sedimentos estimados consideran tanto el arrastre en suspensión como el arrastre de fondo. Para ello se ponderaron las tasas de arrastre en suspensión por coeficientes dados, considerando los resultados consignados en los estudios realizados por CICA para la Comisión Nacional de Riego en las cuencas de los ríos Mataquito y Aconcagua.

4 DETERMINACION DE LAS TASAS REGIONALES DE PRODUCCION DE SEDIMENTOS EN SUSPENCION

4.1 Concentraciones Medias en Cada Sección

Para determinar las concentraciones medias en cada sección se estableció una correlación con la concentración puntual en la misma fecha, a partir del muestreo integrado mensual.

Los resultados obtenidos en cada estación corresponden a relaciones del tipo:

$$CMS = K1 \cdot CP$$

en que CMS es la concentración media en la sección, CP es la concentración puntual en la misma fecha y K1 el factor de proporcionalidad.

En el Cuadro III.F.6-4 se indican los valores de K1 encontrados, mientras las correlaciones se muestran en las Figuras III.F.6-2, III.F.6-3 y III.F.6-4.

CUADRO III.F.6-4 FACTORES K1 DE CORRELACION ENTRE CONCENTRACIONES DEL MUESTREO INTEGRADO Y DEL MUESTREO PUNTUAL

Estación	K1
Ñuble en San Fabián	1.26
Diguillín en San Lorenzo	1.16
Itata en Cholguán	1.31

FIGURA III.F.6-2
CORRELACION MUESTREOS
ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN

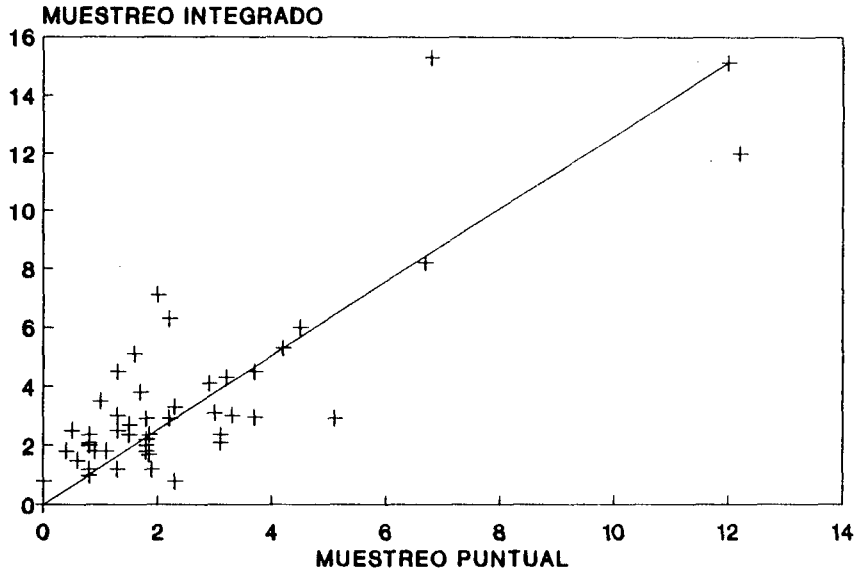


FIGURA III.F.6-3
CORRELACIONES MUESTREOS
ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO

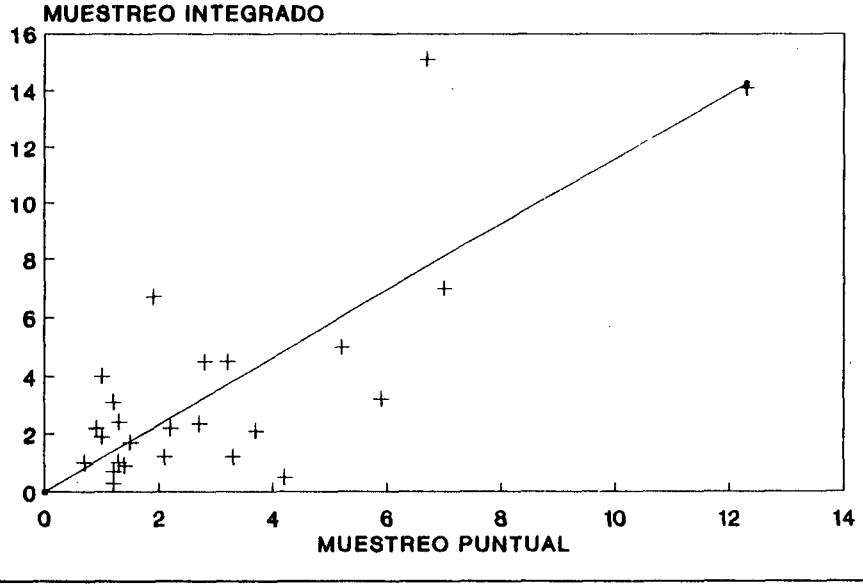
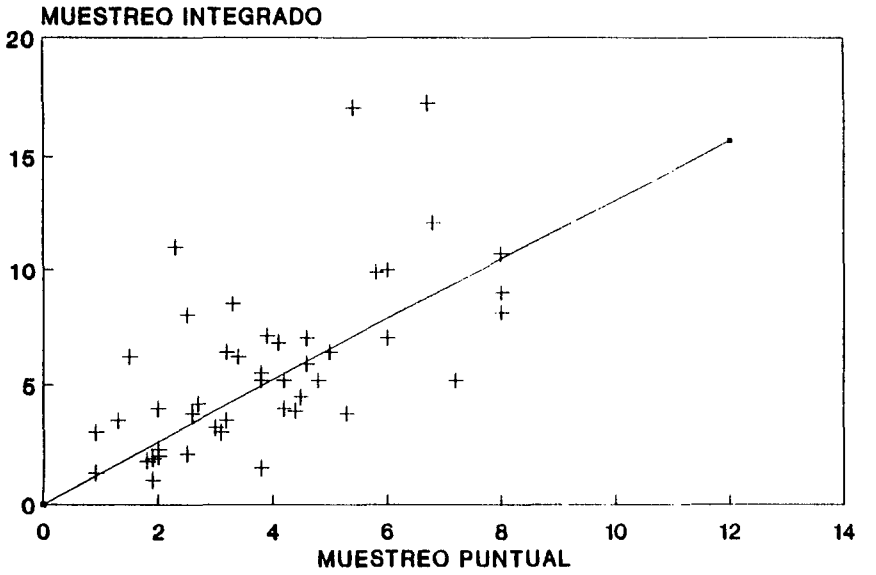


FIGURA III.F.6-4
CORRELACIONES MUESTREOS
ESTACION ITATA EN CHOLGUAN



4.2 Curvas de Duración del Gasto Sólido y Valor Esperado

Los valores medios mensuales de gasto sólido en suspensión se muestran en los Cuadros III.F.6-5, III.F.6-6 y III.F.6-7. Estos valores se obtuvieron considerando las estadísticas de muestreo rutinario en cada estación, corrigiéndo las concentraciones en la forma:

$$CC = K1 \cdot CPR$$

en que, CC es la concentración corregida, CPR la concentración puntual rutinaria y K1 el factor de proporcionalidad definido en 4.1.

Con el objeto de definir el régimen sedimentológico de las cuencas asociadas a las estaciones fluviométricas, se adoptó como criterio el régimen representado por el arrastre en suspensión. Con este fin se graficaron las tasas medias mensuales de arrastre en suspensión en función del tiempo. Estos gráficos se muestran en las Figuras III.F.6-5, III.F.6-6 y III.F.6-7 en los cuales se observa que las mayores tasas de arrastre de sedimento en suspensión se producen en el período de lluvias, entre los meses de Junio y Julio. Ello permite definir que la producción de sedimentos, en las cuencas controladas por las estaciones fluviométricas, está asociada a un régimen fundamentalmente pluvial.

Para efectos del presente estudio se considera que el régimen sedimentológico de la zona en que se ubican las obras de regulación se encuentra bien representado por las estaciones sedimentométricas seleccionadas, y por lo tanto, corresponde a régimen pluvial.

CUADRO III.F.6-5 GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL (ton/dia)

Estación : Ñuble en San Fabián Altitud : 410 msnm
Cuenca : Itata Sup. cuenca : 1709 Km2

MES	85-86	86-87	87-88	88-89
A		342.35	3.36	4.08
M		3446.93	9.63	81.86
J	29.09	14812.06	650.94	435.76
J	970.39	28.77	5590.02	125.11
A	6.51	68.09	76.08	
S	53.47	53.20	38.44	28.26
O	383.28	75.78	380.08	24.24
N	94.58	23.98	89.61	294.54
D	16.59	21.67	17.67	
E	5.03	12.23	6.67	
F	4.55	7.57	7.06	
M	3.33	16.93	8.23	

CUADRO III.F.6-6. GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL (ton/dia)

Estación : Diguillín en San Lorenzo Altitud : 598 msnm
Cuenca : Itata Sup. cuenca : 162 Km2

MES	85-86	86-87	87-88	88-89
A		15.83	0.60	1.00
M		162.25	2.16	
J	1.72	495.49	22.01	44.52
J	154.35	6.23	108.63	6.37
A	2.23	10.74	9.35	14.67
S	11.89	19.07	3.34	4.71
O	8.63	5.02	6.83	4.36
N	1.57	118.47	3.71	
D	1.13	2.17	2.69	10.58
E	0.57	1.75	0.95	6.29
F	0.36	0.86	0.99	3.62
M	0.46	2.18	0.60	0.42

CUADRO III.F.6-7. GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL (ton/dia)

Estación : Itata en Cholguán Altitud : 220 msnm
Cuenca : Itata Sup. cuenca : 852 Km2

MES	85-86	86-87	87-88	88-89
A		86.41	3.13	5.53
M		555.07	17.69	8.03
J		3852.07	62.26	422.91
J		33.17	1397.95	160.66
A		166.85	539.31	643.28
S		47.67	80.49	95.50
O		21.97	238.71	33.46
N	11.25	1070.34	18.33	14.36
D	10.53	28.53	5.10	9.77
E	7.70	4.77	8.24	4.30
F	13.24	7.41	9.65	10.81
M	6.92	18.06	17.86	4.64

FIGURA III.F.6-5
GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL
ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN

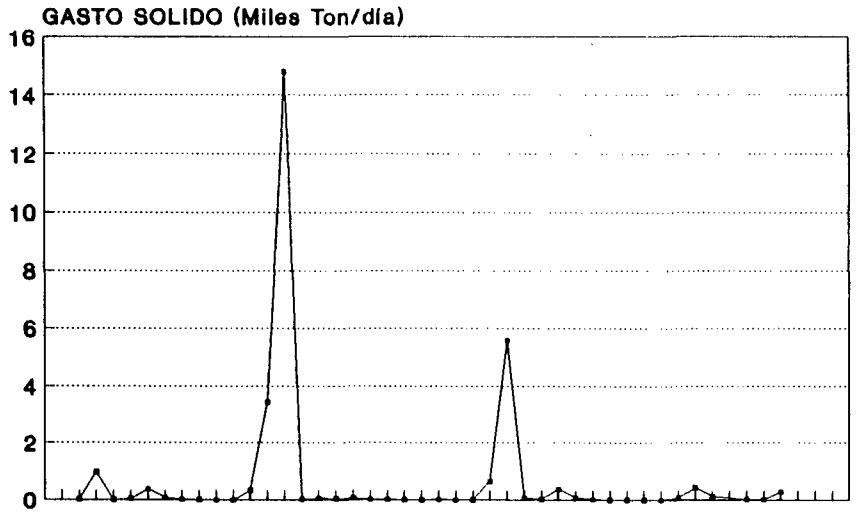


FIGURA III.F.6-6
GASTO SOLIDO MEDIO MENSUAL
ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO

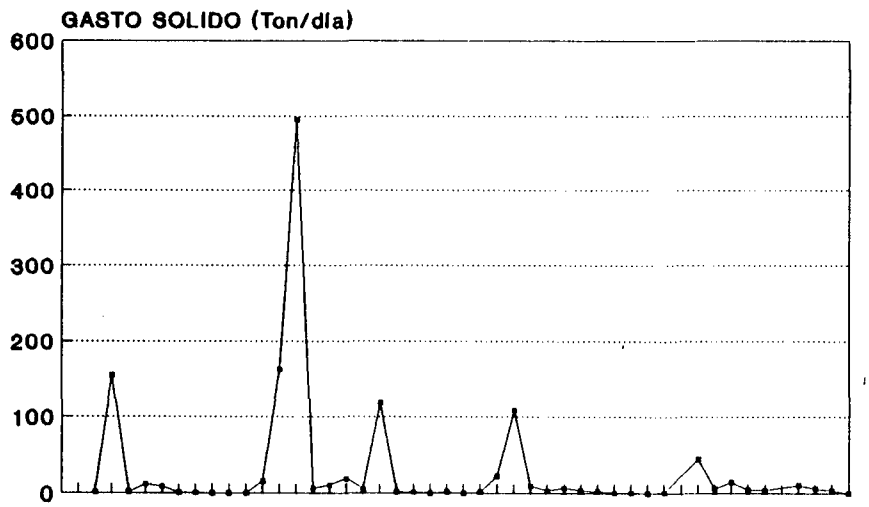
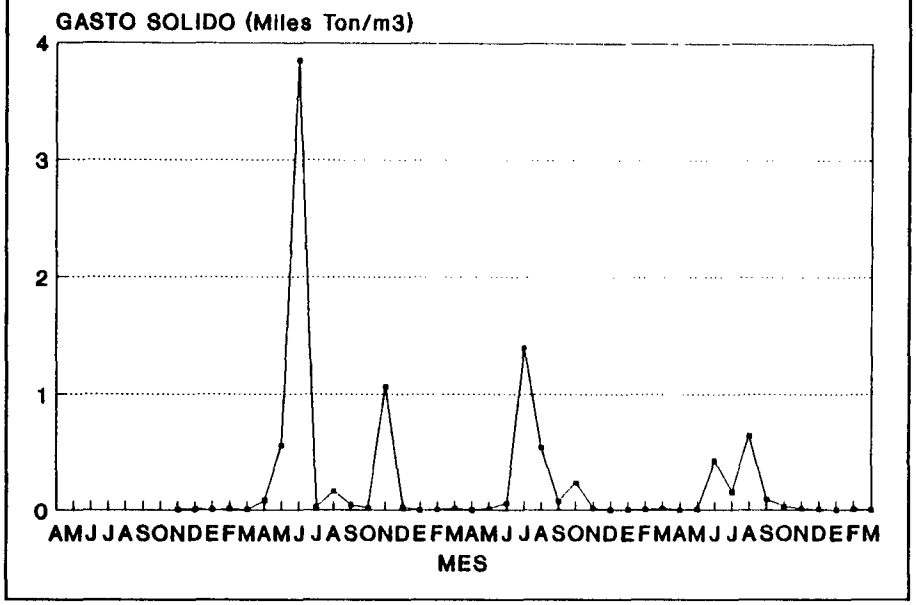


FIGURA III.F.6-7
GASTO SOLIDO MENSUAL
ESTACION ITATA EN CHOLGUAN



Las curvas de duración del gasto sólido se obtuvieron utilizando las estadísticas del muestreo rutinario con los valores de concentración corregidos como se ha explicado anteriormente.

Se obtuvo, una curva de duración del gasto sólido para cada estación, los que se muestran en las Figuras III.F.6-8, III.F.6-9 y III.F.6-10. Además se calculó el valor esperado del arrastre sólido. Los valores obtenidos de este parámetro se resumen en el Cuadro III.F.6-8.

CUADRO III.F.6-8 VALOR ESPERADO DE GS (TON/AÑO/KM²)

Estación	ton/año/km²
Ñuble en San Fabián	83,95
Diguillín en San Lorenzo	62,05
Itata en Cholguán	94,90

4.3 Definición de la Tasa Regional de Producción de Sedimento

Las principales características de las estaciones fluviométricas estudiadas se resumen en el Cuadro III.F.6-9.

FIGURA III.F.6-8
CURVA DE DURACION
ESTACION ITATA EN CHOLGUAN

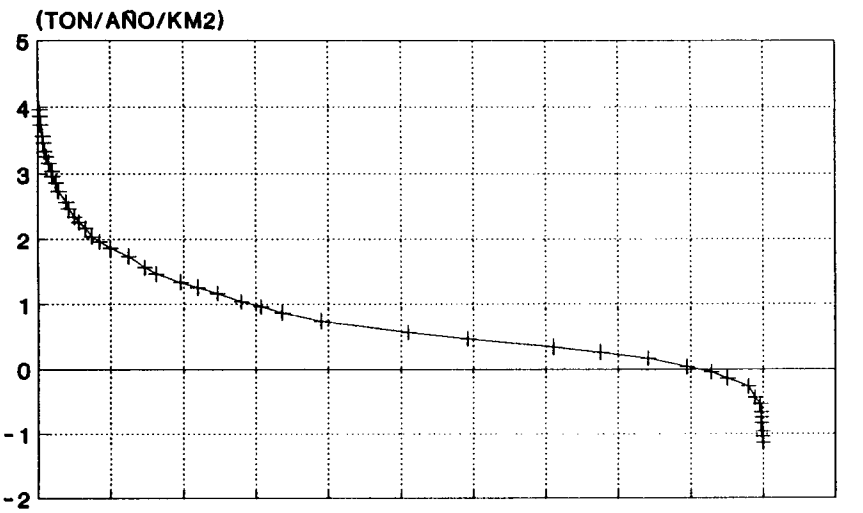


FIGURA III.F.6-9
CURVA DE DURACION
ESTACION ÑUBLE EN SAN FABIAN

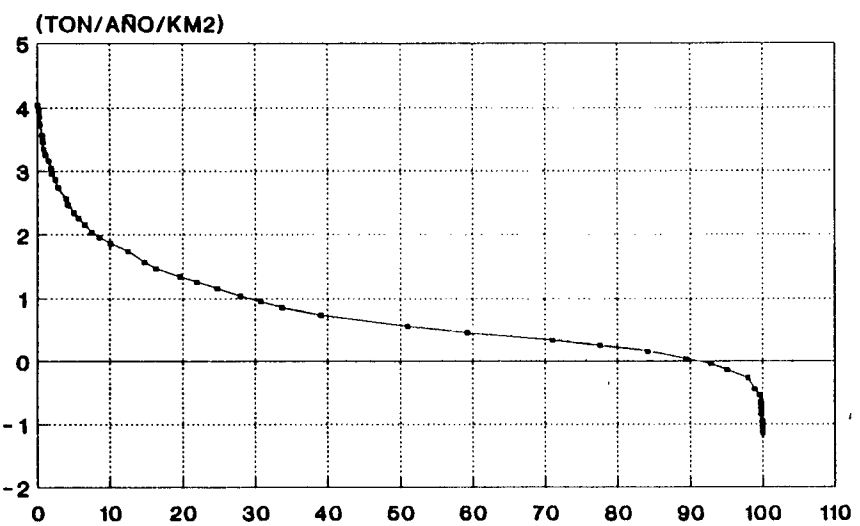
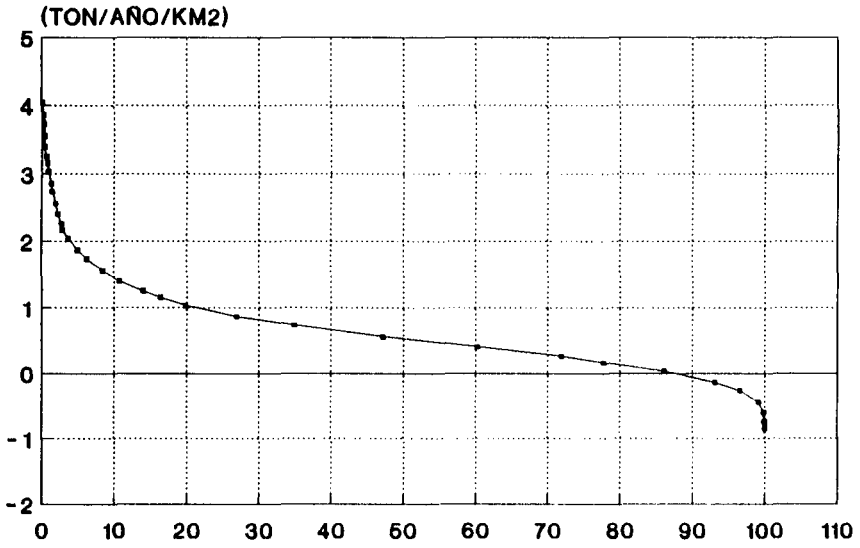


FIGURA III.F.6-10
CURVA DE DURACION
ESTACION DIGUILLIN EN SAN LORENZO



CUADRO III.F.6-9 CARACTERISTICAS DE LAS ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

Características	Ñuble en San Fabián	Diguillín en San Lorenzo	Itata en Cholguán
Altitud m.s.n.m.	410	598	220
Area km²	1709	162	852
PP media anual mm	2000	1992	1868
Q medio anual m3/s	112	17.4	45
Régimen sedimentológico	Pluvial	Pluvial	Pluvial
Gs Esperado(ton/año/km²)	83.95	62.05	94.90
Gs Esperado/PP media (ton/año/km²/mm)	0.042	0.031	0.051

Del análisis de los datos y resultados obtenidos y con el fin de definir una tasa regional de producción de sedimentos se consideró sólo los valores de las estaciones Ñuble en San Fabián e Itata en Cholguán. Lo anterior se fundamenta en la similitud de los valores en las estaciones seleccionadas, siendo estos conservadores en relación a los de la estación Diguillín en San Lorenzo.

Considerando lo expuesto se obtiene:

Tasa Regional (ton/año/km²) = 89
Tasa Regional (ton/año/km²/mm) = 0,046

Para efectos de este estudio se adoptan los siguientes valores:

Tasa Regional (ton/año/km²) = 100
Tasa Regional (ton/año/km²/mm) = 0,05

5 PRODUCCION DE SEDIMENTOS Y VOLUMENES DE SEDIMENTACION EN OBRAS DE REGULACION

Para estimar la producción de sedimentos en las obras de regulación existentes o proyectadas se consideró las tasas definidas en 4.3, el área aportante asociada a cada obra, la precipitación anual media asociada a dichas áreas y los antecedentes generales disponibles sobre las características de las cuencas asociadas a las obras, tales como cubierta de vegetación, relieve y características de los aportes de agua. Las obras consideradas y sus características principales se presenta en el Cuadro III.F.6-10.

CUADRO III.F.6-10 CARACTERISTICAS DE LAS OBRAS DE REGULACION

Embalse	Area asociada km²	PP anual asociada mm	Volumen de embalse mill. m3
La Punilla	1280	2000	440
San Fabián	37	1800	114
Cato 1	193.4*	1880 *	
Cato 2	151	1930	
Kaiser	38	1890	40
Chillán	191	2000	48
Diguillín Alto	219.2	2000	262
Coihueco	10.3	1550	30

* : considera que no existe el embalse CATO 2

La estimación de la producción de sedimentos incluye tanto el sedimento en suspensión como el arrastre de fondo. Para ello se consideró los resultados de los estudios realizados por CICA para la Comisión Nacional de Riego en las cuencas de los ríos Mataquito y Aconcagua. En este estudio se obtiene que la proporción entre el arrastre en suspensión y el arrastre de fondo es del orden de 50% cada una, valor que se considera adecuado para las características de la zona estudiada, razón por la que se adoptó, con sólo dos excepciones: en la zona de emplazamiento del embalse Coihueco y del embalse San Fabián.

En el caso del embalse Coihueco se sabe que los principales aportes provienen de un canal alimentador que toma su caudal del río Niblinto y cuyo principal aporte de sedimentos es en suspensión. Además la cuenca asociada del embalse es muy pequeña. Esto induce a considerar una mayor proporción de sedimentos arrastrados en suspensión, la que se considera como un 80% del total del arrastre para efectos de este estudio.

En el embalse San Fabián, la vegetación asociada a la cuenca es abundante, lo que tiene como consecuencia una disminución en las tasas de arrastre sólido. Sin embargo, este embalse tendría un canal alimentador proveniente del río Ñuble, generándose una situación similar a la del embalse Coihueco, por lo que aquí también se esperaría una proporción mayor de sedimentos arrastrados en suspensión, considerándose como un 70% del arrastre total para este estudio. En el Cuadro III.F.6-11 se indican los factores ponderadores del arrastre en suspensión para cada embalse.

CUADRO III.F.6-11 COEFICIENTES DE PONDERACION DEL ARRASTRE DE FONDO DEL SOLIDO EN SUSPENSION

Embalse	Coeficiente
La Punilla	2
San Fabián	1.43
Cato 1	2
Cato 2	2
Kaiser	2
Chillán	2
Diguillín Alto	2
Coihueco	1.25

Tal como se ha señalado, el cálculo se efectuó con las tasas regionales definidas en 4.3 aunque se consideró los valores encontrados en la estación Diguillín en San Lorenzo para estimar el arrastre del embalse Diguillín Alto, ya que la mencionada estación se encuentra inmediatamente aguas arriba del emplazamiento del embalse, siendo por lo tanto dichos valores los más representativos. En cualquier caso, la tasa regional y la tasa regional por unidad de precipitación, se promedió para obtener una tasa a nivel de cuenca.

Para efectos del cálculo del volumen de sedimentos se adoptó un peso específico volumétrico de 1.75 (ton/m3).

Los resultados obtenidos para una vida útil de 30, 50, 100, 200 y 500 años se señalan en los Cuadros III.F.6-12 a III.F.6-19 para los 8 emplazamientos de embalse considerados. En ellos se indica la precipitación media anual asociada al área aportante del embalse, la tasa regional de arrastre sólido en suspensión por unidad de área, y la tasa regional por unidad de área y precipitación. La Tasa Regional Media corresponde al valor promedio por unidad de área de las dos tasas anteriores, calculado para la cuenca aportante del embalse en estudio. La Tasa Regional, en (ton/año), se calcula sobre el valor medio anterior. Se indican además la capacidad del embalse y el coeficiente de ponderación del arrastre sólido, para incorporar en la estimación de la producción de sedimentos el arrastre de fondo. Como no se dispone de antecedentes sobre los volúmenes de los embalses Cato 1 y Cato 2, éstos fueron estimados sobre la base de mapas a escala 1:50.000, considerando alturas de muro de 50 m.

Para cada período de vida útil se calculó el peso de la producción de sedimentos estimada para ese embalse, Ws (ton), el volumen que representa Vs (m3) y la razón entre este volumen de sedimentos y la capacidad del embalse Vs/Ve.

CUADRO III.F.6-12 SEDIMENTOS EMBALSE LA PUNILLA

PP media anual	mm	2000
Area aportante	Km2	1280
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.05
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año)	128000
Volumen embalsado	(mill. m3)	440
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	7.68	4.44	0.010
50	12.80	7.40	0.017
100	25.60	14.80	0.034
200	51.20	29.60	0.067
500	128.00	73.99	0.168

CUADRO III.F.6-13 SEDIMENTOS EMBALSE SAN FABIAN

PP media anual	mm	1800
Area aportante	Km2	37
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.05
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	95
Tasa Regional	(ton/año)	3515
Volumen embalsado	(mill. m3)	114
Coeficiente pond.	Gs	1.43

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	0.15	0.09	0.001
50	0.25	0.15	0.001
100	0.50	0.29	0.003
200	1.01	0.58	0.005
500	2.51	1.45	0.013

CUADRO III.F.6-14 SEDIMENTOS EMBALSE CATO 1
(considera que no existe Cato 2)

PP media anual	mm	1880
Area aportante	Km2	193
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.050
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	97
Tasa Regional	(ton/año)	18760
Volumen embalsado	(mill. m3)	70
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	1.13	0.65	0.009
50	1.88	1.08	0.015
100	3.75	2.17	0.031
200	7.50	4.34	0.062
500	18.76	10.84	0.155

CUADRO III.F.6-15 SEDIMENTOS EMBALSE CATO 2

PP media anual	mm	1930
Area aportante	Km2	151
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.050
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	98
Tasa Regional	(ton/año)	14836
Volumen embalsado	(mill. m3)	90
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	0.89	0.51	0.006
50	1.48	0.86	0.010
100	2.97	1.72	0.019
200	5.93	3.43	0.038
500	14.84	8.58	0.095

CUADRO III.F.6-16 SEDIMENTOS EMBALSE KAISER

PP media anual	mm	1890
Area aportante	Km2	38
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.05
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año)	3800
Volumen embalsado	(mill. m3)	40
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	0.23	0.13	0.003
50	0.38	0.22	0.005
100	0.76	0.44	0.011
200	1.52	0.88	0.022
500	3.80	2.20	0.055

CUADRO III.F.6-17 SEDIMENTOS EMBALSE CHILLAN

PP media anual	mm	2000
Area aportante	Km2	191
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.05
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año)	19100
Volumen embalsado	(mill. m3)	48
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	1.15	0.66	0.014
50	1.91	1.10	0.023
100	3.82	2.21	0.046
200	7.64	4.42	0.092
500	19.10	11.04	0.230

CUADRO III.F.6-18 SEDIMENTOS EMBALSE DIGUILLIN ALTO

PP media anual	mm	2000
Area aportante	Km2	219.2
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	65
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.035
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	67.5
Tasa Regional	(ton/año)	14796
Volumen embalsado	(mill. m3)	262
Coeficiente pond.	Gs	2

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	0.89	0.51	0.002
50	1.48	0.86	0.003
100	2.96	1.71	0.007
200	5.92	3.42	0.013
500	14.80	8.55	0.033

CUADRO III.F.6-19 SEDIMENTOS EMBALSE COIHUECO

PP media anual	mm	1550
Area aportante	Km2	10.3
Tasa Regional	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año/Km2/mm)	0.05
Tasa Regional media	(ton/año/Km2)	100
Tasa Regional	(ton/año)	1030
Volumen embalsado	(mill. m3)	30
Coeficiente pond.	Gs	1.25

Nº años	Ws (ton)E6	Vs (m3)E6	Vs/Ve
30	0.04	0.02	0.001
50	0.06	0.04	0.001
100	0.13	0.07	0.002
200	0.26	0.15	0.005
500	0.64	0.37	0.012

6 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos indican que los volúmenes de sedimentos acumulados por los embalses son, en general, pequeños comparados con la capacidad de éstos. Esta conclusión es válida aún para los mayores valores de vida útil de obra considerados. Es destacable que, para una vida útil de 500 años el porcentaje de sedimentos embalsado, en relación a la capacidad de la obra, en general no supera el 6%, excepto en el embalse La Punilla en el que este valor alcanza al 17% y el embalse Chillán en el que este valor alcanza el 23%.

Debe mencionarse que las unidades geológicas, en la zona alta del área en estudio, corresponden a formaciones superficiales consolidadas, sujetas a una acción más bien moderada de los agentes de meteorización. Lo anterior, sumado a una capacidad de arrastre de sedimentos de los ríos, también moderada, a causa de el desarrollo de pendientes no muy fuertes, explica las bajas tasas de producción de sedimento observadas.

Respecto a la validez de los resultados obtenidos debe destacarse que si bien las estadísticas sedimentométricas utilizadas son de corta extensión, éstas incluyen el año 1986, el cual fue un año extremadamente lluvioso y por lo tanto la producción de sedimentos en ese año fue extraordinariamente alta. Lo anterior se ve confirmado por las estadísticas de pluviometría, que registran la alta precipitación ocurrida en ese año, y además, por los altos valores del gasto sólido en suspensión que se aprecia para ese año en las Figuras III.F.6-5, III.F.6-6 y III.F.6-7. Esto hace que los valores medios de tasas de arrastre de sedimento obtenidos en este estudio sean mayores que los que se obtendrían con estadísticas más extensas. En consecuencia, los volúmenes de producción de sedimentos estimados en el presente estudio pueden considerarse conservadores.

Asimismo, puede concluirse que aún cuando la producción de sedimentos en la zona de estudio pudiera ser significativamente mayor que la estimada, los volúmenes muertos de las obras de regulación analizadas seguirán siendo bastante bajos comparados a la capacidad de éstos.

Finalmente, es conveniente que para estudios más específicos se tengan en cuenta las siguientes recomendaciones, tendientes a mejorar la precisión de las estimaciones de volúmenes de sedimentación.

- Actualizar las estadísticas de gasto sólido en suspensión de las estaciones sedimentométricas representativas de la zona en estudio.

- Evaluar el arrastre de fondo asociado a los afluentes a cada obra de regulación en particular, utilizando para ello una metodología de cálculo que considere los antecedentes granulométricos e hidrológicos de dichos cauces.

- Considerar la evaluación de los índices de retención de sedimentos de cada embalse.

CAPITULO III G
ASPECTOS SOCIALES E INSTITUCIONALES

1 POLITICAS NACIONALES Y SECTORIALES

1.1 Políticas Nacionales

Según la Declaración de Principios del Gobierno de Chile (1974), las políticas nacionales apuntan al bien común general, es decir el conjunto de condiciones nacionales que permita a los chilenos alcanzar una plena realización personal. Desde este punto de vista el Estado debe estar al servicio de la persona. El bien común además exige respetar el principio de subsidiariedad, el que presupone el derecho a la libre iniciativa en el campo económico, sin desconocer la activa y principal labor que compete el Estado en el campo económico.

Según el Objetivo Nacional y Políticas Generales del Gobierno de Chile (Septiembre de 1981), el Estado está dispuesto a asumir ciertas responsabilidades en la economía, en aquellos sectores que por su carácter social y/o estratégico no pueden ser entregados al sector privado. Desde ese punto de vista, el Estado considera conveniente proveer de los recursos necesarios para asegurar adecuadas prestaciones de servicios para la población, y limitar su acción empresarial a ciertos subsectores del sector servicios y a determinadas actividades mineras y estratégicas.

Dentro de las políticas específicas para lograr los objetivos anteriormente planteados, un factor relevante es la asignación eficiente de los recursos productivos. Algunas de las políticas específicas para el fortalecimiento de este factor son:

i) Políticas de Precios

- Los precios de los bienes y servicios serán libres y se eliminarán todos los subsidios y controles que distorsionen la asignación de recursos.
- El Estado promoverá el funcionamiento de mercados que permitan reducir el riesgo derivado de las variaciones de precios internacionales.
- Los subsidios se utilizarán sólo en el caso que sea necesario corregir distorsiones derivadas de diferencias entre el beneficio privado y el beneficio social.

ii) Política de Comercio Exterior

- La economía chilena será abierta al comercio exterior, implantándose esta apertura en el mercado de bienes y en el de capitales.
- La apertura implica un límite al nivel de precios internos, dado por los precios internacionales.
- La política de comercio exterior busca fundamentalmente el desarrollo de exportaciones de productos de viabilidad económica en los mercados extrajeros, logrando en el mediano y largo plazo, el equilibrio de la balanza de pagos.

iii) Política Tributaria

- Desarrollo de un sistema tributario progresivo, equitativo, no discriminatorio, de fácil control y destinado a financiar el gasto público.
- Se mantendrán franquicias y discriminaciones tributarias sólo para incentivar o desincentivar determinadas actividades en las cuales el beneficio social no coincida con el beneficio privado.

iv) Política Cambiaria y Arancelaria

- Serán de carácter general y no discriminatorio para todos los sectores de la vida nacional.
- Habrá un solo precio para la moneda extranjera.
- Los aranceles aduaneros deberán ser uniformes y de un nivel promedio tal que no limiten las posibilidades de crecimiento de la economía en general y permitan una expansión sostenida del sector exportador.

1.2 Políticas Sectoriales

Los objetivos nacionales del sector silvoagropecuario apuntan a alcanzar un desarrollo adecuado de este, a lograr un crecimiento de las exportaciones agropecuarias y forestales, o lograr que el balance de exportaciones e importaciones agropecuarias y forestales sea positivo y a la regularización de los títulos de propiedad agrícola.

De acuerdo al Plan de Desarrollo VIII Región 1982 - 1989, las principales políticas nacionales del sector silvoagropecuario son:

i) Mercado Libre de Productos, Insumos y Factores

- Los precios de los insumos y productos serán libres.
- El mercado de la tierra será libre.
- El estado asegurará el libre ingreso a la actividad.

ii) Subsidios Directos e Indirectos

- El estado difundirá aquella información que beneficie masivamente a los productores.
- El estado subsidiará programas de saneamiento de títulos para los pequeños empresarios agrícolas.
- El estado subsidiará aquella investigación en que el beneficio social sea mayor que el privado.
- El estado subsidiará directamente la asistencia técnica empresarial otorgada por privados y a los pequeños empresarios agrícolas.

- El estado subsidiará la capacitación mediante el sistema general de subsidio a la capacitación.

iii) Protección y Control Silvoagropecuario

- El estado normará y controlará los aspectos de sanidad vegetal y animal.
- El estado protegerá a través de normas generales el recurso forestal.
- Se mantendrán parques nacionales por razones históricas o de preservación del medio ambiente.

iv) Derechos de Agua y Obras de Infraestructura

- Los derechos de aprovechamiento de agua, se mantendrán asignados en propiedad a los usuarios. Los avalúos de los predios tendrán dos partes, el del activo suelo y el avalúo hídrico.
- El estado solo financiará obras mayores de regadío cuando su evaluación económica y social demuestre que el beneficio social es mayor que el privado, exigiendo del sector privado el financiamiento que corresponda y haciendo responsables de su administración a los usuarios.

v) Crédito y Tributación

- El sector agrícola se incorporará paulatinamente al sistema tributario general del país.
- Los créditos para el sector agrícola serán otorgados por el sistema financiero general. El estado limitará su intervención a garantizar el acceso al crédito a los pequeños empresarios.

2 DESARROLLO REGIONAL

2.1 Introducción

La Estrategia Nacional de Desarrollo Económico Social reconoce en cada una de las regiones del país un importante rol dentro de la políticas en ella establecidas, convirtiendo así a las regiones en elementos activos del desarrollo económico - social.

La Estrategia de Desarrollo Económico, entrega al Estado un rol eminentemente subsidiario, concentrando su acción en aquellas áreas que le son propias, y dejando en las otras la iniciativa a la comunidad, asumiendo en ellas un papel normativo.

Los Planes Regionales de Desarrollo constituyen un importante instrumento para lograr los objetivos antes mencionados.

A través de estos planes, se apunta en primer lugar a obtener un claro conocimiento, cualitativo y cuantitativo de la realidad regional y de las limitantes al proceso de desarrollo Regional, tanto en los sectores sociales como en infraestructura y en los sectores productivos.

El Plan Regional de Desarrollo 1982 - 1989 de la VIII Región del Bío Bío presenta un diagnóstico de cada uno de los sectores. Se analiza la tendencia futura de los sectores sociales mediante un listado de objetivos a alcanzar durante el período del Plan, en tanto que para los sectores productivos y de infraestructura se sintetizan sus perspectivas de evolución.

El marco global de referencia esta dado por los Objetivos y Políticas Nacional de cada sector.

2.2 Sector Salud

Los objetivos regionales que se plantean para este sector son los siguientes:

- Aumento de la cobertura de la atención primaria
- Mejoramiento de la cobertura del Programa Nacional de Salud.
- Lograr máxima cobertura en atención de niños y embarazadas.
- Disminución de la mortalidad neonatal.
- Mejorar la atención en salud mental.
- Aumento de la cobertura de las acciones de la detención precoz del cáncer cérvico-uterino.
- Mejorar las prestaciones de rehabilitación.
- Mejorar la salud bucal de la población.
- Disminuir el problema de alcoholismo y drogadicción.
- Mejorar las condiciones sanitarias.
- Controlar la contaminación atmosférica.

2.3 Sector Educación

Los objetivos regionales para este sector son los siguientes:

- Reducción de la tasa de analfabetismo regional.
- Aumentode la coberturadeeducaciónprebásicaensectoresde extrema pobreza.
- Extensión de educación básica completa a toda la población.
- Mejoramiento de la calidad de la educación media científica- humanista y la adecuación de la enseñanza técnico profesional.
- Mejoramiento de la cobertura de la educación especial.

2.4 Sector Transporte

En el período del Plan, se estimaba un aumento en el sector de un 40%, siendo el subsector caminero el más afectado por este aumento. Para esto se enfatiza la necesidad de mejorar la infraestructura de la red vial de la región.

2.5 Sector Energía

Se estimaba que la demanda de energía eléctrica llegaría a 2 millones de KWh, de carbón a las 485.000 toneladas año y 1 millón de m3 de diversos derivados del petróleo.

Se plantea el inicio del uso de otras fuentes energéticas no aprovechadas e implementar medidas tendientes al uso racional de la energía.

2.6 Sector Pesca

Se plantean las siguientes perspectivas para el subsector extractivo artesanal:

- Estabilización de los volúmenes de captura de peces y mariscos.
- Mejora del nivel tecnológico de pesca y tratamiento de la captura.
- Bajas de los volúmenes de producción en algas agarojitas.
- Creación de nuevos centros de desembarques en el Golfo de Arauco y Bahía de Concepción.

Para el subsector extractivo industrial, por su parte:

- Aumento del desembarque.
- Crecimiento y mejoramiento de la capacidad de pesca.
- Incorporación de nuevas especies.

Para el Subsector Industrialización:

- Crecimiento de la capacidad de producción de congelados y conservas, con la incorporación de plantas de gran capacidad.
- Las actuales plantas de enlatado, de menos capacidad, deberán orientar su producción para poder competir.

2.7 Sector Industrial

Las divisiones de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme que por condiciones de mercado y de abundancia de materias primas presentan mejores perspectivas son la industria de la madera, fabricación de papel y alimentos, bebidas y tabacos. Estos deben orientar su producción al mercado internacional.

Las perspectivas de las divisiones industrias metálicas básicas, fabricación de productos metálicos y fabricación de productos no metálicos, están estrechamente relacionadas a la evolución de la economía nacional y del sector construcción en particular.

La industria química del petróleo, caucho y carbón está sujeta en su desarrollo, a la situación general del mercado mundial del petróleo. La fuerte expansión del parque automotriz deberá generar demandas de combustibles para vehículos motorizados.

2.8 Sector Silvoagropecuario

Las principales limitaciones encontradas en este sector son la baja tecnología aplicada, la existencia de minifundios y el consiguiente problema de escasez de títulos de dominio, y las deficiencias de infraestructura caminera, especialmente en la provincia de Arauco, que afectan principalmente al subsector forestal.

Las perspectivas que se plantean para este sector son las siguientes:

- Tendencia a disminución de la superficie plantada con cereales, especialmente de trigo, debido a la sustitución de los cereales por otros cultivos que presentan mayor rentabilidad.
- Deberían incrementarse los rendimientos promedio de la región como reducción de siembras en suelos marginales.
- El rubro chacras presenta perspectivas de desarrollo en los cultivos de lentejas, con tendencia al aumento en superficie.
- La viticultura regional presenta posibilidades de aumento en la producción de vino como consecuencia de la adopción de técnicas modernas de manejo.
- El desarrollo de frutales está condicionado a la existencia de investigación y asistencia técnica.
- El subsector forestal presenta excelentes perspectivas de comercialización, lo que hace que tanto el sector público como el privado se interesen en su desarrollo.

3 ORGANISMOS E INSTITUCIONES SECTORIALES

3.1 Introducción

A continuación se indican cuáles son los principales organismos o instituciones relacionados con el objetivo del Proyecto Itata, indicando las principales actividades que ellas desarrollan en el área de estudio, ya que algunas de dichas instituciones tendrán importancia en algunos de los aspectos de la aplicación del Proyecto de Desarrollo que se desarrollará como última etapa del Proyecto Itata, tales como investigación, financiamiento, transferencia tecnológica, etc.

A continuación se señalan las más importantes de dichas instituciones u organismos, con una pequeña reseña de sus actividades en la zona.

3.2 Organismos e Instituciones Relacionadas con el Sector

3.2.1 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

La presencia del INIA en la zona es a través de la estación experimental Quilamapu, en Chillán, y las subestaciones Cauquenes y Humán, teniendo como objetivo generar y transferir tecnología que contribuya al aumento de la producción agrícola y pecuria del país.

Específicamente, en los últimos años se trabaja a través de los grupos de transferencia tecnológica, de los centros demostrativos y de otras actividades específicas, como el apoyo al Programa de Desarrollo a cargo de las Municipalidades, el Comercio de Capacitación INIA - INDAP, consistente en asesoría a profesionales involucrados en los programas de transferencia de tecnología de INDAP, el Proyecto de Investigación y Demostración Agropecuaria, etc.

3.2.2 Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

Dentro del sector silvoagropecuario la CORFO ha estimado las iniciativas de investigación y desarrollo tecnológico y de prospección de recursos naturales, a través del Fondo de Desarrollo Productivo, consistente en un subsidio directo de parte del costo de los proyectos desarrollados por empresas del sector privado.

Dentro del área agrícola, pecuaria y forestal, en el período entre 1984 y 1989 los proyectos de dicha área aprobados representaron el 36% de los proyectos totales con un aporte actualizado a Diciembre de 1989 de 593,9 millones de pesos en el período. Específicamente en el área de estudio, en los últimos concursos, aparece un proyecto de desarrollo de un sistema silvopecuario en la precordillera de la VIII Región, otro para producir madera para muebles de exportación con raleo de renobales de la 8° Región, lo que muestra que además de los proyectos generales con impacto en la zona, dicho fondo se ha utilizado para proyectos regionales.

3.2.3 Fundación Chile

La Fundación Chile, cuyos objetivos son desarrollar proyectos cuya tecnología pueda posteriormente ser utilizada por agentes privados, está desarrollando actualmente en la zona un Proyecto Vitivinícola, consistente en el cultivo de 150 há de variedades finas que posteriormente permita la operación de una bodega de tecnología moderna.

3.2.4 Corporación Nacional Forestal (CONAF)

CONAF tiene entre sus atribuciones el control y manejo de las reservas forestales y parques nacionales, aprobar los planes de manejo de especies nativas sujetas a restricciones especiales, hacer cumplir las disposiciones del D.L. 701 relativo al Fomento Forestal y otros, que en general se encuentran relacionados con actividades de protección, conservación y crecimiento del recurso forestal.

3.2.5 Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

Las actividades del servicio en el área de estudio están relacionadas con el control de los programas sanitarios, dentro de los que destaca el plan de control de la fiebre aftosa, actualmente erradicada, y el control de las normas sobre pesca y caza.

3.2.6 Instituto de Desarrollo Agroecuario (INDAP)

La acción de INDAP en el área se concentra especialmente en los pequeños agricultores; en el ámbito económico dicha acción se traduce en créditos operacionales y créditos de inversión, mientras que las actividades relacionadas directamente con la productividad se realizan a través de transferencia tecnológica, en forma directa o a través de convenios con el INIA.

3.2.7 Otros Organismos Relacionados

Además de los señalados anteriormente, existen en el área algunos servicios públicos y organizaciones privadas cuya actividad se relaciona con el sector agropecuario.

En el sector público, puede mencionarse a la Dirección de Riego, que opera algunas obras en el área de estudio y tiene a cargo la recepción y revisión inicial de los proyectos de la Ley de Fomento a las Obras de Riego y Drenaje, con oficinas en Concepción y Chillán, y la Dirección General de Aguas, que tiene tuición sobre la aprobación de proyectos de riego de cierta envergadura y principalmente es responsable por la aplicación de las disposiciones del Código de Aguas, en particular la concesión de derechos, también con oficinas en Concepción y Chillán.

Respecto a las organizaciones privadas que operan en el área de estudio, destacan las Juntas de Vigilancia de los ríos Ñuble, Chillán y Diguillín y otras de menor importancia, las que regulan y controlan la utilización de recursos durante la temporada de riego por parte de los usuarios.

4 POBLACION Y EMPLEO

4.1 Población Total

En el Cuadro II.A.1-18, se presentó la evolución de la población en el área de estudio entre los dos últimos censos de población; de acuerdo a dicha información el crecimiento de la población en el período 1970 - 1982 alcanzó un 28,9%, lo que representa un crecimiento anual del orden de 2,4% .

En cuanto a la población urbana, su evolución se presentó en el Cuadro II.A.1-19 observándose un aumento de su incidencia de un 76,1% en 1970 a un 82,5% en 1982.

Desde el punto de vista comunal, en general se mantienen las proporciones de población urbana y rural, con excepción de la comuna de Florida, que en 1970 presentaba un 85,3% de la población urbana para disminuir en 1982 a un 24,2%, no obstante lo cual la tendencia general es a mantener o aumentar el porcentaje de población urbana.

4.2 Población Económicamente Activa

La evolución de la fuerza de trabajo por rama de actividad económica se presenta en el Cuadro II.A.1-20. Allí se observa que la única actividad de los sectores productivos que tiende a aumentar su empleo en el período 1970 - 1982 es Agricultura, Silvicultura y Pesca, que son las actividades más importantes del sector. El sector Industrial, que también tiene importancia en el área de estudio, presenta una disminución en la ocupación.

Los sectores hacia los cuales ha derivado parte importante de la fuerza de trabajo son los sectores Servicios y Establecimientos Financieros.

4.3 Antecedentes de Empleo por Comuna

Aquellas comunas con un alto porcentaje de población rural concentran el empleo en el sector silvoagropecuario. Entre ellas destacan Ninhue, San Nicolás, Portezuelo, Coihueco, Ranquil, Pinto, Quillón, San Ignacio y El Carmen, que presentan un alto empleo en este sector.

Comunas como Tomé, Talcahuano, Penco y Concepción, cobran importancia en cuanto al empleo en el sector Industria Manufacturera, mientras el sector servicios, ocupa población de aquellas comunas que son principalmente urbanas.

5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA

5.1 Servicios

i) Salud

El servicio de salud de la VIII Región se compone, en cuanto a recursos físicos, de hospitales, consultorios urbanos, consultorios rurales y postas. En 1987 la región contaba con 26 consultorios urbanos, 24 consultorios rurales y 154 postas.

La provincia de Ñuble, que corresponde al Servicio de Salud Ñuble contaba a esta misma fecha con 7 hospitales, 5 consultorios urbanos, 14 consultorios rurales y 49 postas. El número de estos establecimientos en las otras áreas de Servicio de Salud, pueden observarse en el Cuadro III.G.5-1

CUADRO III.G.5-1. ESTABLECIMIENTOS DE SALUD POR SERVICIO DE SALUD MARZO 1987

Establecimiento	Ñuble	Concepción/ Arauco	Talcahuano	Bío Bío	Región
*) Consultorio General Urbano	5	13	6	2	26
Consultorio General rural	14	3	-	7	24
Postas	49	40	5	60	154

Fuente: S.R.M. Salud
(*) Considera Consultorios adosados a hospitales.

En 1981 en virtud de lo dispuesto en el D.F.L. N°1- 3063/80 del Ministerio del Interior, comenzó el traspaso a las Municipalidades la administración de establecimientos de atención primaria de salud, proceso que culminó en 1987. Los establecimientos traspasados en las zonas de Salud que se relacionan con el área de estudio, se presentan en el Cuadro III.G.5-2.

CUADRO III.G.5-2 ESTABLECIMIENTOS DE SALUD TRASPASADOS A MUNICIPALIDADES

Establecimiento	Ñuble		Concepción/Arauco		Talcahuano	
	Total	Traspaso	Total	Traspaso	Total	Traspaso
Consultorio General Urbano	5	-	13	1	6	-
Consultorio General Rural	14	14	3	1	-	-
Postas	49	49	40	40	5	5

Fuente: S.R.M. Salud

En relación a los recursos humanos en la provincia de Ñuble, al 31 de Diciembre de 1987 el sector no municipalizado estaba constituido por 1.585 funcionarios, 120 de los cuales correspondian a la Dirección del Servicio y 1.465 prestaban servicio en Hospitales y Consultorios Urbanos. El sector municipalizado, a la misma fecha, estaba constituido por una dotación de 192 personas para consultorios y postas rurales,lo que implica un promedio de 3 funcionarios por estabecimiento.

De 20 comunas de la provincia de Ñuble sólo 8 recibieron médico y matrona, 9 enfermeras y 6 comunas recibieron dentista. Después del traspaso, se ha ido incorporando nuevo personal, llegando a que 12 Municipalidades cuenten con al menos un médico, una matrona y una enfermera, y 10 con dentista.

La VIII Región contaba en 1986 con la siguiente dotación de personal de salud:

- Médicos	660
- Dentistas	277
- Farmaceúticos	45
- Asistentes Sociales	100
- Nutricionistas	107
- Enfermera Universitaria	443
- Kinesiólogos y Terapeutas Ocupacionales	44
- Matronas	314
- Tecnólogos Médicos	92
- Otros profesionales y Técnicos Universitarios	38
- Jefaturas	301
- Administrativos	952
- Auxiliares Paramédicos	3.453
- Choferes y Auxiliares	2.228
- Otros	138

El número de camas hospitalarias disponibles en la región para 1986, era de 4.572 camas, lo que representa una densidad de 252 hab/cama.

ii) Educación

El sector educación en la VIII Región está compuesta por establecimientos educacionales municipales, particulares subvencionados, particulares no subvencionados y coorporaciones privadas. Los establecimientos municipales son producto del traspaso de establecimientos a las Municipalidades en virtud del D.L. N°1-3063/80, proceso que se ha llevado a cabo entre 1981 y 1987.

La mayor cantidad de establecimientos corresponden a los municipales, con un 79%. La mayor cantidad de matrículas corresponden también al sector municipalizado, con un 76% del total, al igual que el número de docentes.

Los promedios de alumnos por docente en los distintos tipos de establecimientos, son los siguientes:

Establecimientos municipales	22
Est. Particulares subvencionados	25
Est. Particulares no subvencionados	16
Est. Coorporaciones privadas	17

En 1986, de un total de 408.042 matrículas en la región un 70,6% corresponden a educación básica, un 22,1% a media y un 7,3% a prebásica; del total de matrículas, un 80,2% pertenecen al sector urbano. Las matrículas regionales se presentan en el Cuadro III.G.5-3.

CUADRO III.G.5-3 MATRICULA REGIONAL POR NIVELES DE ENSEÑANZA 1986.

Nivel de Enseñanza	Sector Urbano	Sector Rural	Total
Prebásica	27.179	2.770	29.949
Básica	211.946	76.053	287.999
Media	98.048	2.046	90.094
Total	327.173	80.869	408.042

Fuente: S.R.M. Educación

De las 408.042 matrículas, un 73,4% corresponden a establecimientos municipales, un 20,6% a establecimientos particulares y un 6% a establecimientos fiscales, los que en 1987 terminaron de traspasarse a las Municipalidades.

La cobertura regional de la educación respecto a la población, en 1985, fue alta en el nivel básico (99%), mediana en el nivel de educación media (57%) y baja en el nivel prebásico (9%). Esta situación puede observarse en el Cuadro III.G.5-4.

CUADRO III.G.5-4 COBERTURA DE EDUCACION REGIONAL 1984-1985.

Nivel	1984	1985
Prebásico	7%	9%
Básico	99%	99%
Medio	53%	57%

Fuente: S.R.M. Educación

En la provincia de Ñuble, que corresponde al área principal del estudio, a diciembre de 1987 existían un total de 478 establecimientos educacionales, de los cuales un 92,7% corresponden a educación básica. El resto, constituyen otros tipos de establecimiento, que se detalla en el Cuadro III.G.5-5.

CUADRO III.G.5-5 ESTABLECIMIENTOS EDUCACIONALES PROVINCIA DE ÑUBLE

Tipo Establecimiento	Municipal		Part. subvencionado		Particular		Total	
	Est.	Docentes	Est.	Docentes	Est.	Docentes	Est.	Docentes
Educ. Parvularia	1	8	1	3			2	11
Educ. Diferencial	3	43	3	32	2		6	75
Educ. Básica	390	2.461	21	192	1	16	412	2.669
Liceo c/Básica	15	599	13	389	2	76	30	1.064
Escuela c/Media	1	-					1	-
Educ. Media	8	173	7	301			15	474
Adultos c/Básica	1	19					1	19
Adultos c/Media	1	18	2	30			3	48
Escs. Carcelarias	5	9					5	9
Escs. Hogares	2	12					2	12
Escs. Cultur.	1	13					1	13
Total	428	3.355	47	947	3	92	478	4.394

Fuente: Memoria Provincia de Ñuble

La matrícula en la provincia de Ñuble ha presentado en el período 1983-1987 una evolución negativa en los niveles básicos y medios, aumentando en los niveles Prebásicos y Especial. Esta situación puede observarse en el Cuadro III.G.5-6.

Desde 1979 a 1983 el número total de alumnos matriculados en la provincia de Ñuble presenta un aumento lento, pero sistemático, pasando de 80.907 a 102.905 matrículas, lo que representa un aumento de un 27% en el período. En 1984 la matrícula experimenta un aumento de un 1,8% respecto a 1983, para disminuir en los años 1985, 1986 y 1987, ubicándose el último año en los niveles de 1980 y 1981.

CUADRO III.G.5-6 EVOLUCION DE LA MATRICULA PROV. DE ÑUBLE

Niveles	1983	1984	1985	1986	1987
Prebásico	1.904	4.426	4.858	4.761	5.452
Especial	505	525	746	577	796
Básica	80.167	77.494	75.119	72.981	71.105
Media	20.329	22.357	19.173	19.953	16.411
Total	102.905	104.802	98.896	99.272	93.764

Fuente: Memoria Provincia de Ñuble

5.2 Infraestructura

5.2.1 Transporte

i) Red Caminera y Puentes

La VIII Región cuenta con una red vial de 10.863 km de caminos, clasificados según su importancia en Caminos Nacionales y Caminos Regionales. De estos, el 4,5 % son de hormigón, 5,8% de asfalto, 35,5% de ripio y 54,2% de tierra.

La provincia de Ñuble presenta un total de 4.038 km de red vial la que representa el 37,6% de la red vial de la región. El 1,7% de estos caminos son de hormigón, el 8,2% de asfalto, el 45,5% de ripio y el 44,6% de tierra. La red vial de la Región se presenta en el Cuadro III.G.5-7.

Las vías de carácter nacional (aquellas que unen la zona con los centros de población y producción del país y tienen una función de integración territorial) son:

- Carretera Longitudinal
- Camino Cabrero - Concepción
- Camino Bulnes - Concepción
- Camino Talcahuano - Concepción

CUADRO III.G.5-7 RED VIAL VIII REGION (km)

Provincias	Hormigón	Asfalto	Ripio	Tierra	Total
Ñuble	69	333	1.839	1.798	4.038
Concepción	163	80	279	812	1.334
Arauco	3	109	588	1.069	1.769
Bío Bío	249	107	1.148	2.218	3.722
Total	484	629	3.853	5.879	10.863

Fuente: S.R.M. Obras Públicas.

Las vías de carácter regional (aquellas que se desarrollan a partir de la carretera longitudinal y de su principales ramificaciones) son:

- Costeras: Cauquenes - Quirihue - Coelemu - Concepción. Estas vías unen importantes centros de producción agrícola y forestal.

- Transversales: Chillán - San Ignacio - Tomé; Cobquecura - Quirihue - Cocharcas. Estas vías unen centros regionales de producción y consumo con los puertos de la región.

Otros caminos de la red, que unen diversos centros de población con las formas productivas cordilleranas son:

- Camino Chillán - Yungay: Une vasta zona agrícola forestal con la capital de la provincia de Ñuble.

- Camino Quirihue - Ninhue - Cocharcas: sirve al transporte de la producción agrícola - forestal de la zona.

- Caminos Chillán - Quinchamalí, Chillán - Coihueco y Chillán - Las Termas.

La red caminera de la VIII Región utiliza numerosos puentes, los que tienen una extensión total de 28.112,6 metros lineales. De estos, 10.554,2 metros son de hormigón, 4.089,5 metros de hormigón - fierro, 4.981,1 metros de hormigón - fierro - madera, 1.179,8 metros de fierro - madera, 3.124,4 metros de madera y 4.193,6 metros de hormigón - madera.

La provincia de Ñuble presenta un total de 430 puentes con 12.450 metros lineales, lo que representa un 44,3% de los metros lineales de la región. De estos puentes, 97 son de hormigón y 333 de madera.

ii) Red Ferroviaria

La VIII Región está comprendida en la Tercera Zona de Ferrocarriles. Corresponde a un centro ferroviario de grande y antigua importancia. La red ferroviaria cubre en la región una longitud de 792 kilómetros, de los cuales 201 kilómetros son parte de la red central y 591 kilómetros pertenecen a diversos ramales. De esta extensión, cerca de 254 kilómetros se encuentran electrificados, lo que corresponde al 32,1% de la red regional.

iii) Puertos

La VIII Región cuenta con 7 puertos, de los cuales 3 son de carga general 3 de graneles y 1 de carga líquida. En el Cuadro III.G.5-8 se detallan los puertos y su capacidad instalada.

Los puertos mayores son los de Lirquén, Talcahuano y San Vicente; los graneleros, Penco, Lota - Coronel y de la CAP, y por último, está el Terminal Petrolero de la Refinería de San Vicente. Los puertos mayores tienen una capacidad portuaria para carga general de 3.836.000 toneladas anuales. Los graneleros y de líquidos, una capacidad conjunta total de 7.750.000 toneladas anuales.

CUADRO III.G.5-8 CAPACIDAD Y TIPO DE CARGA PUERTOS VIII REGION

Puertos	CAPACIDAD INSTALADA (Tons. métricas anuales)	Tipo de carga
Talcahuano	493.000	General
San Vicente	1.043.000	General
Lirquén	2.300.000	General
Penco	750.000	Granel Sólido
Lota y Coronel	1.500.000	Granel Sólido
Muelle CAP	2.500.000	Granel Sólido
Terminal Petrox	3.000.000	Liquido
Capac. Inst. Total	11.586.000	

Fuente: SERPLAC VIII Región. Resumen Estadístico.

iv) Aeropuertos

El área de estudio cuenta con dos aeropuertos comerciales; Carriel Sur en Talcahuano y Bernardo O'Higgins en Chillán. Además, existen aeródromos en distintos puntos de la región, utilizados por aviones pequeños. Entre estos, en la provincia de Ñuble se encuentran los siguientes: Cobquecura (municipal), Quirihue (particular), María Teresa en Bulnes (Particular), Coelemu (particular) y Atacalco (particular).

5.2.2 Energía

El área de estudio pertenece a la Cuarta Zona Eléctrica. Esta zona comprende la VIII Región y la provincia de Malleco de la IX Región.

La generación de la Zona en 1988 alcanzó a los 5.490,3 millones de KWh y el consumo bruto fue de 2.720,4 millones de KWh; la diferencia corresponde a transferencias a otras zonas eléctricas.

La generación de Autoproductores es de origen térmico. Ordenados por la magnitud de sus generaciones, los más importantes son: La Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones, Celulosa Arauco y Constitución, Papeles Bío Bío S.A., IANSA, Petrox S.A. y CAP Huachipato. Estas empresas completan sus requerimientos de electricidad comprando energía al Servicio Público. Las empresas de Servicio Público de la zona que abastecen el área de estudio son: C.G.E.I., EMEL y FRONTEL.

Las centrales que se encuentran en el área de estudio son las Termoeléctricas Autoproductoras de Huachipato, Refinería Concepción y Cocharcas, las que presentaban para 1988 una potencia instalada de 19.880 KW y una generación de 42.409 KWh.

La única central termoeléctrica de Servicio Público del área de estudio es Concepción, con una potencia instalada en 1988 de 23.750 KW y una generación de 13 KWh. No existen en el área de estudio centrales hidroeléctricas.

La potencia instalada total del área de estudio, de centrales de Servicio Público y Autoproductores, es para 1988 de 43.630 KW y la Generación total es de 42.422 KWh. En el Cuadro III.G.5-9 se presenta la potencia instalada y generaciones de energía eléctrica para el área de estudio.

CUADRO III.G.5-9 POTENCIAS INSTALADAS Y GENERACIONES DE CENTRALES TERMOELECTRICAS DEL AREA

Centrales	Propietarios	Potencias Instaladas KW 1987	1988	Generación KWh 1987	1988
AUTOPRODUCTORES					
Ref.Concepción	PETROX S.A.	7.000	10.000	26.441	28.425
Huachipato	CAP	5.400	5.400	703	733
Cocharcas	IANSA	4.480	4.480	13.291	13.251
Total Autoprod.		16.880	19.880	40.435	42.409
SERV.PUBLICO					
Concepción	ENDESA	23.750	23.750	59	13
TOTAL		40.630	43.630	40.494	42.422

Fuente: ENDESA. Producción y Consumo de Energía Eléctrica, 1988

5.2.3 Turismo

Este sector cobra relevancia en la economía regional debido a la importancia de la Intercomuna de Concepción y las ciudades de Chillán y Los Angeles a las que llega un número considerable de viajeros por razones comerciales, industriales, culturales o recreacionales.

La VIII Región ofrece ventajas comparativas para el turismo debido a la gran variedad de recursos que posee (nieve, playa, laguna, ríos, lugares histórico-culturales, etc.).

La región cuenta con 62 establecimientos de hospedaje registrados y clasificados en primera, segunda y tercera categoría, con una capacidad total de 3.020 camas. Estos establecimientos se hallan en general en las ciudades cabeceras de provincias y concentradas principalmente en Concepción.

Existen en la región 11 Agencias de Viajes, las que funcionan en base a la venta de pasajes aéreos internacionales. La región está comunicada con el resto del país por más de 20 líneas de buses, cuenta con servicios ferroviario y transporte aéreo de cuatro compañías de vuelos regionales.

Los principales lugares de atracción turística del área de estudio son las termas y canchas de ski en Chillán, emplazadas a 1.800 m.s.n.m. en los faldeos del volcán Chillán, y la Intercomuna de Concepción que por sus recursos de playa, lagunas, comercio, industrias, universidades, equipamiento para congresos etc., se hace atractiva todo el año.