

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

PROYECTO DE DESARROLLO AGRICOLA
EN EL SECANO COSTERO DE LA
PROVINCIA DE ARAUCO - VIII REGION
AREA DE CAYUCUPIL Y PELECO

INFORME FINAL

VOLUMEN II

RECURSOS NATURALES Y RIEGO

AGRARIA LTDA. - 1993

I N D I C E

Capítulo Nº 1

ESTUDIOS DE SUELOS CAYUCUPIL Y PELECO		Pág.
1.1	ESTUDIO AGROLOGICO DEL AREA PELECO.....	1
1.1.1	Introducción.....	1
1.1.2	Antecedentes Generales del Area.....	1
1.1.2.1	Geomorfología.....	1
1.1.2.2	Origen de los Suelos.....	2
1.1.2.3	Suelos.....	2
1.1.3	Descripción.....	3
1.1.3.1	Serie Cañete.....	3
1.1.3.2	Serie Cayucupil.....	6
1.1.3.3	Serie Pier.....	8
1.1.3.4	Serie Trébol Negro.....	11
1.1.3.5	Serie Petit.....	12
1.1.4	Pauta de Clasificación.....	15
1.1.4.1	Leyenda Descriptiva y Simbología.....	15
1.1.4.2	Capacidad de Uso de los Suelos.....	21
1.1.4.3	Categorías de Suelo para Regadío.....	25
1.1.4.4	Clase de Drenaje.....	26
1.1.4.5	Clases de Aptitud Frutal.....	28
1.1.4.6	Situación Actual de Erosión.....	30
1.1.4.7	Simbología Usada.....	31
1.1.4.8	Unidades de Manejo.....	31
1.2	Características de los Suelos.....	34
1.2.1	Propiedades Físicas, Hídricas y Químicas.....	34
1.2.2	Infiltración.....	35

Capítulo N° 2

CLIMA Y AGROCLIMA.....	47	
2.1	Introducción.....	47
2.2	Aspectos Metodológicos.....	48
2.2.1	Características Climáticas.....	48
2.2.2	Características Hídrica del Area.....	48
2.2.3	Diagnóstico Agroclimático.....	52
2.3	Resultados.....	54
2.3.1	Características Agroclimáticas del Area.....	54
2.3.2	Caracterización Hídrica.....	55
2.3.3	Evaluación del Potencial Agroclimático.....	58
2.4	Referencias Bibliográficas.....	65

Capítulo N° 3

FLUVIOMETRIA.....	66	
3.1	Disponibilidad de Agua.....	66
3.1.1	Antecedentes.....	66
3.1.1.1	Sistema Hidrológico.....	66
3.1.1.2	Estaciones Fluviométricas.....	66
3.1.1.3	Información Disponible.....	68
3.1.2	Informe Sobre las Estaciones.....	72
3.1.2.1	Río Butamalal en Butamalal.....	72
3.1.2.2	Cayucupil en Cayucupil.....	72
3.1.2.3	Río Reputo en Reputo.....	73
3.1.3	Preparación de la Estadísticas.....	73
3.1.3.1	Revisión de la Estadística Original.....	73
3.1.3.2	Relleno y Corrección de la Estadística.....	74
3.1.4	Análisis de la Información.....	78
3.1.4.1	Río Butamalal en Butamalal.....	79
3.1.4.2	Río Cayucupil en Cayucupil.....	82
3.1.4.3	Río Reputo en Reputo.....	85

INDICE DE CUADROS

Capítulo Nº 1

ESTUDIOS DE SUELOS CAYUCUPIL Y PELECO		Pág.
1.1	Humedad Aprovechable.....	35
1.2	Ecuaciones de Velocidad de Infiltración e Infiltración Acumulada y Valores de Tiempo.....	36
1.3	Registro de Infiltración del Suelo Pradera Natural.....	39
1.4	Registro de Infiltración del Suelo Pradera Artificial.....	41
1.5	Registro de Infiltración del Suelo Cañete.....	43
1.6	Registro de Infiltración Trébol Rosado.....	45

Capítulo Nº 2

CLIMA Y AGROCLIMA

2.1	Evapotranspiración Potencial Pto. Saavedra (mm/día)	55
2.2	Evapotranspiración Potencial Diaria A Partir de Evaporación de Bandeja 1988-1990.....	56
2.3	Valores Medios y Estadígrafos de Dispersión de la PP Mensual Estación Cañete Riego Período 1961-1990.	57
2.4	Duración General de la Precipitación Anual Estación Cañete Riego, Período 1961-1990.....	57
2.5	Variación Estacional de la Precipitación Mensual Estación Cañete Riego 1961-1990.....	57
2.6	Precipitaciones máximas Anuales.....	58
2.7	Precipitación Observada.....	60
2.8	Precipitación Corregida.....	61
2.9	Precipitaciones Máximas Anuales.....	62
2.10	Características Agroclimáticas del Area Cañete.....	63
2.11	Diagnóstico Agroclimático del Sector Cañete.....	64

Capítulo N° 3

FLUVIOMETRIA

3.1	Estaciones de Control Fluviométricos.....	68
3.2	Indice de Información Disponible.....	68
3.3	Estadística Original D.G.A. Butamalal en Butamalal..	69
3.4	Estadística Original D.G.A. Cayucupil en Cayucupil..	70
3.5	Estadística Original D.G.A. Reputo en Reputo.....	71
3.6	Estadística Corregida Butamalal en Butamalal.....	75
3.7	Estadística Corregida Cayucupil en Cayucupil.....	76
3.8	Estadística Corregida Reputo en Reputo.....	77

Capítulo N° 4

CALIDAD DE AGUA

4.1	Análisis de Calidad de Agua Butamalal.....	90
4.2	Análisis de Calidad de Agua Cayucupil.....	91

Capítulo Nº 5

EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

5.1	Curva de Descarga del Canal Cayucupil en Bocatoma..	97
5.2	Tipo y Estado de Conservación de las Estructuras que Existen en el Canal Matriz.....	99
5.3	Tipo y Estado de Conservación de las Estructuras que Existen en el Derivado.....	100
5.4	Tipo y Estado de Conservación de las Estructuras que Existen en el Derivado 4.....	102
5.5	Tipo y Estado de Conservación de las Estructuras Existentes en la 2ª Etapa del Canal Matriz Cayucupil.....	104
5.6	Tipo y Estado de Conservación de las Estructuras Existentes en el Derivado Alhueco.....	106
5.7	Rol Provisional de Regantes Canal Cayucupil 1ª Et..	107
5.8	Rol Provisional de Regantes Canal Cayucupil 2ª Et..	111

FIGURAS

Capítulo N° 1

ESTUDIOS DE SUELOS CAYUCUPIL Y PELECO

1.1	Trébol Negro.....	38
1.2	Cayucupil.....	40
1.3	Petit.....	42
1.4	Cañete.....	44
1.5	Pier.....	46

Capítulo N° 3

FLUVIOMETRIA

3.1	Ubicación Geográfica.....	67
-----	---------------------------	----

Capítulo N° 5

EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

5.1	Diagrama Unifilar del Sistema Canal Cayucupil, indicando los diferentes elementos, caudales y áreas de riego..	95
-----	--	----

CAPITULO 1 ESTUDIOS DE SUELOS CAYUCUPIL Y PELECO

1.1 ESTUDIO AGROLOGICO DEL AREA PELECO

1.1.1 Introducción

Para el estudio de suelos del área Cayucupil-Reputo-Peleco se utilizaron ortofotos escala 1:20.000, fotografías aéreas escala 1:30.000 y la Carta I.G.M. Cañete, escala 1:50.000.

Los planos se han confeccionado a partir de la Carta I.G.M. Cañete, escala 1:50.000 y compilación en sketmaster a la escala 1:20.000 requerida en el estudio. La información se presenta en cuatro planos a escala 1:20.000. Estos son :

- * Estudio de suelos, con las series y tipos
- * Categorías de suelos para riego y aptitud frutal
- * Situación actual de drenaje y erosión
- * Capacidad de uso de los suelos y unidad de capacidad de uso.

La caracterización física, química e hídrica de las muestras de suelo de cada serie se realizaron en los laboratorios del Departamento de Riego y Drenaje de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, Chillán.

La superficie total del área estudiada es de 1.590,36 has. de las cuales 205,40 has, no se reconocieron por corresponder a sectores con cárcavas o muy erosionados.

El trabajo de terreno se realizó en los meses de diciembre de 1992 y enero 1993.

1.1.2. Antecedentes Generales del Area

1.1.2.1. Geomorfología

En el área Cayucupil-Reputo-Peleco, se pueden distinguir dos sectores bien diferenciados. La primera parte, que corresponde a la parte más alta, a una terraza de abrasión, constituida en parte

de meseta, pliocénica que se extiende entre la Cordillera de Nahuelbuta y el Océano Pacífico. Con topografía plana y lomajes suaves con fuertes pendientes hacia las quebradas.

El sector más bajo, corresponde a un conjunto de terrazas y de conos aluviales recientes, formadas por el río Cayucupil y algunas de las quebradas que bajan a este río. Las terrazas aluviales son planas con microrelieve ocasionado por los frecuentes cambios en el curso del río.

1.1.2.2. Origen de los suelos

En la parte alta los suelos son muy similares, ya que los materiales que les han dado origen son muy homogéneos. En general los suelos han evolucionados a partir de cenizas volcánicas muy antiguas, mezcladas con cantidades variables de sedimentos arcillosos provenientes de la descomposición de las rocas de micasquistos de la Cordillera de la Costa, dando origen a perfiles muy profundos, de color pardo rojizo, texturas pesadas y muestran escasa variación en su morfología. En los sectores más próximos a los cerros, existe un depósito superficial de 1 a 20 cm de espesor, de texturas más livianas y con gravas de diámetros 0,5-8 cm. Estas gravas son generalmente fragmentos de cuarzo y de rocas porfiríticas provenientes de la Cordillera de la Costa.

En la parte baja, los suelos muestran una escasa evolución, los materiales que les han dado origen son sedimentos estratificados en que predominan las texturas medias en la superficie y livianas en profundidad. Además hay sectores con mal drenaje producto de los quiebres abruptos de texturas entre las diferentes estratas.

1.1.2.3. Suelos

Para efectos prácticos estos se agrupan de acuerdo a la posición topográfica que ocupan:

- a) Suelos de las terrazas altas más antiguas. Se ha identificado la serie Cañete.
- b) Suelos de terrazas bajas. Se han identificado las series Cayucupil y Pier, de texturas livianas y la serie Trébol Negro de textura media.
- c) Suelos de piedmont. Se ha identificado un tipo de suelo que se denomina Petit.

1.1.3. Descripción

1.1.3.1. Serie Cañete

Esta serie ocupa una superficie de 720,64 has. que corresponden al 45,31% del área total del estudio. Son suelos con pendientes que fluctúan entre 2 y 20%. Suelos pardo rojizo oscuro, muy profundos, de texturas medias en la superficie y pesadas en profundidad, de estructura prismática; duros en seco, firmes en húmedo; plásticos y adhesivos; sin limitaciones para el arraigamiento de las plantas; de fertilidad natural baja y buen drenaje.

Descripción del perfil:

0-12 cm: Pardo a pardo oscuro en húmedo, 5 YR 3/3; pardo oliva en seco, 7.5 YR 4/4; textura arcillosa, estructura prismática.

Raíces abundantes, firme en húmedo y muy duro en seco; plástico y adhesivo. Límite inferior claro lineal.

12-82 cm: Pardo a pardo oscuro en húmedo, 5 YR 4/4; pardo rojizo oscuro en seco, 7.5 YR 4/4; textura arcillosa, estructura prismática gruesa. Raíces finas escasas, firmes en húmedo y muy duro en seco. Plástico y adhesivo. Límite inferior difuso gradual.

82-150 cm: Rojo amarillento en húmedo, 5 YR 4/6; rojo amarillento en seco 5 YR 4/6; textura arcillosa, estructura prismática gruesa. Raíces finas muy escasas. Muy duro en húmedo y en seco.

Unidades cartográficas separadas en el mapa de suelos:

1.9BC5d5 Cañete Franco arcilloso, pendiente 2-10%, muy profundo, buen drenaje.

Superficie	: 30,82 has.
Clase de capacidad de uso	: IVe
Unidad de capacidad de uso	: 1
Categoría de riego y aptitud frutal:	3t(D)
Clase de drenaje y erosión	: 5(1)

1.4BC3d5 Cañete franco arcilloso, pendiente 2-10%, moderadamente profundo, buen drenaje.

Superficie : 14,74 has
 Clase de capacidad de uso : IVE
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(1)

1.4C4d5 Cañete franco arcilloso, pendiente 5-10%, profundo, buen drenaje.

Superficie : 122,89 has
 Clase de capacidad de uso : IVE
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(1)

1.9B3d5 Cañete arcilloso, pendiente 2-5%, moderadamente profundo, buen drenaje.

Superficie : 165,37ha
 Clase de capacidad de uso : IIIs
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 5(1)

1.9C3d4 Cañete arcilloso, pendiente 5-10%, moderadamente profundo, drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 39,05ha
 Clase de capacidad de uso : IVs
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 4(1)

1.9C3d3-4 Cañete arcilloso, pendiente 5-10%, moderadamente profundo, drenaje imperfecto a moderadamente bueno.

Superficie : 77,49ha
 Clase de capacidad de uso : IVs
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 3(1)

1.9CD4d5 Cañete arcilloso, pendiente 5-20%, moderadamente profundo, buen drenaje.

Superficie : 104,43ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(2)

1.9CD5d5 Cañete arcilloso, pendiente 5-20%, muy profundo, buen drenaje.

Superficie : 53,47ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(2)

1.9D2-1d5 Cañete arcilloso, pendiente 10-20%, delgado a muy delgado, buen drenaje.

Superficie : 29,60ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(3)

1.9D3d5 Cañete arcilloso, pendiente 10-20%, moderadamente profundo, buen drenaje.

Superficie : 6,80 ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(2)

1.9D4d5 Cañete arcilloso, pendiente 10-20%, profundo, buen drenaje.

Superficie : 75,98ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 5(2)

1.1.3.2. Serie Cayucupil

Esta serie ocupa una superficie de 272,59 has., que corresponde al 17,14% del área total del estudio. Son suelos planos con ligero microrelieve, pendiente 1- 2%, delgados -25 a 50 cm de espesor- que descansan sobre un substratum de arenas gruesas y casquijos de cuarzo de colores pardo grisáceo muy oscuro. Estructuras de bloques subangulares, excepto la superficie que es laminar; suelto en seco y en húmedo; no plástico y no adhesivo.

Arraigamiento restringido a 45-50 cm; fertilidad natural baja y drenaje excesivo. En profundidad no existe poder suficiente de retención de agua.

El perfil descrito es el siguiente:

0-35 cm: Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, 10 YR 3/2, pardo grisáceo oscuro en seco, 10 YR 4/2; textura franco arenosa. Estructura de bloques subangulares medios débiles que rompen a granular. Raíces abundantes. No plástico y no adhesivo. Límite inferior lineal difuso.

35-72 cm: Pardo grisáceo oscuro en húmedo, 2.5 Y 4/2, pardo grisáceo en seco, 10 YR 5/2; textura areno francoso. Estructura de grano simple, suelto. Raíces abundantes. Cascajos de cuarzo escasos. Límite inferior lineal difuso.

72-121 cm: Pardo grisáceo oscuro en húmedo, 2.5 Y 4/2, pardo grisáceo claro en seco, 2.5 Y 6/2; textura arenosa, suelto. Raíces moderadas. Límite inferior claro lineal.

121-146 cm: Pardo grisáceo oscuro, en húmedo 2.5 Y 4/2; pardo grisáceo claro en seco 2.5 Y 6/2; textura arenosa, suelto. Raíces escasas. Límite inferior lineal.

+ 146 cm: Pardo grisáceo oscuro en húmedo 2.5 Y 4/2, gris claro en seco 2.5 Y 7/2; textura franco limoso, estructura bloques subangulares medios firmes. Raíces finas muy escasas.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos:

3.1A2d6 Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, delgado drenaje excesivo.

Superficie : 110,18ha
 Clase de capacidad de uso : IIIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 6(0)

3.1A1d3-2■ Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, muy delgado, con microrrelieve con drenaje pobre a imperfecto.

Superficie : 19,68ha
 Clase de capacidad de uso : IVw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6sw(D)
 Clase de drenaje y erosión : 2(1)

3.1A1d6 Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, muy delgado, drenaje excesivo.

Superficie : 34,40ha
 Clase de capacidad de uso : IVs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6s(D)
 Clase de drenaje y erosión : 6(0)

3.1A1d6■ Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, muy delgado, con microrrelieve, drenaje excesivo.

Superficie : 42,14ha
 Clase de capacidad de uso : IVs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6s(D)
 Clase de drenaje y erosión : 6(0)

3.1A1d6i Cayucupil franco arenoso, pendiente 0-1%, muy delgado, drenaje excesivo, sujeto a inundación en invierno.

Superficie : 4,95 ha
 Clase de capacidad de uso : IVsw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 6s(D)
 Clase de drenaje y erosión : 6(0)

3.1A2d5 Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, delgado, buen drenaje.

Superficie : 40,31ha
 Clase de capacidad de uso : IIIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 4s (C)
 Clase de drenaje y erosión : 5(0)

3.1A2d3 Cayucupil franco arenoso, pendiente 1-2%, delgado, drenaje imperfecto.

Superficie : 4,48 ha
 Clase de capacidad de uso : IIIw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5w (D)
 Clase de drenaje y erosión : 3(0)

3.1A2d4 Cayucupil franco arenoso, pendientes 1-2%, delgado, drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 16,45ha
 Clase de capacidad de uso : IIIw
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 4s (C)
 Clase de drenaje y erosión : 4(0)

1.1.3.3. Serie Pier

Esta serie ocupa una superficie de 158,28 has., que representan el 9,95% de la superficie total del área estudiada. Son suelos planos con ligero microrelieve y pendientes que fluctúan entre 0 y 2%. Suelos con substratum de arenas gruesas y casquijos graníticos, iguales a los de la Serie Cayucupil; de color pardo grisáceo oscuro en la superficie y pardo grisáceo en profundidad. Textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques subangulares finos a medios, débiles, blando en seco, friable o muy friable en húmedo, no plástico y ligeramente adhesivo en mojado. Buen arraigamiento hasta los 90 cm, deficiente entre los 90-120 cm, y no hay en profundidad; fertilidad natural moderada a baja y drenaje moderadamente bueno, aptos para todos los cultivos de la zona, excepto los de arraigamiento muy profundo. Substratum con escaso poder de retención de agua.

Descripción del perfil :

0-30 cm: Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, 2.5 Y 3/2, gris oscuro en seco, 2.5 Y 5/2, textura franca, estructura de bloques subangulares medios. Raíces abundantes. Ligeramente adhesivo, blando en seco. Moteados escasos. Límite inferior claro lineal.

30-68 cm: Gris oliva en húmedo, 5 Y 4/2, gris oliva claro en seco, 5 Y 6/2. Textura franca arenosa estructura de bloques subangulares, muy débiles. Raíces finas comunes. Moteados comunes. Límite inferior gradual.

68-98 cm: Gris oliva en húmedo, 5 Y 4/2, gris claro en seco, 5 Y 6/1. Textura franca arenosa, suelto en húmedo. Raíces finas escasas. Moteados comunes. Límite inferior gradual.

98-123 cm: Gris oscuro en húmedo, 5 Y 4/1, gris claro en seco, 5 Y 6/1. Textura arenosa, arenas de cuarzo y pizarras. Suelto sin estructura. Límite inferior claro lineal.

123-155 cm: Gris oliva en húmedo, 5 Y 5/2, gris claro en seco, 5 Y 7/1. Textura franco limosa, estructura masiva; muy plástica y adhesiva. Moteados abundantes.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos:

4.1A4d4-5 Pier, franco arenoso, pendiente 0-2%, profundo, drenaje moderadamente bueno a bueno.

Superficie	: 13,52ha
Clase de capacidad de uso	: IIw
Unidad de capacidad de uso	: 0
Categoría de riego y aptitud frutal	: 3s(C)
Clase de drenaje y erosión	: 4(0)

4.2A4d4 Pier franco arenoso fino, pendiente 0-2%, profundo, drenaje moderadamente bueno.

Superficie	: 45,32ha
Clase de capacidad de uso	: IIs
Unidad de capacidad de uso	: 0
Categoría de riego y aptitud frutal	: 3w(C)
Clase de drenaje y erosión	: 4(0)

4.2A4d4-3 Pier, franco arenoso fino, pendiente 0-2%, profundo, drenaje moderadamente bueno a imperfecto.

Superficie : 16,98ha
 Clase de capacidad de uso : IISw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3w(D)
 Clase de drenaje y erosión : 3(0)

4.2A4d4-5 Pier, franco arenoso fino, pendientes 0-2%, profundos, drenaje moderadamente bueno a bueno.

Superficie : 8,23 ha
 Grupo de capacidad de uso : IIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 4(0)

4.4A4d5 Pier, franco arcilloso, pendiente 0-2%, profundo buen drenaje.

Superficie : 33,39ha
 Clase de capacidad de uso : IIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 2s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 5(0)

4.5A4d5 Pier, franco arcilloso arenoso, pendiente 0- 2%, profundo buen drenaje.

Superficie : 14,04ha
 Clase de capacidad de uso : IIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 5(0)

4.5A4d4 Pier franco arcillo arenoso, pendiente 0-2%, profundo, drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 12,70ha
 Clase de capacidad de uso : IIs
 Unidad de capacidad de uso : 0
 Categoría de riego y aptitud frutal: 3s(C)
 Clase de drenaje y erosión : 4(0)

4.2A2d6 Pier, franco arenoso fino, pendiente 0-2%, delgado, drenaje excesivo.

Superficie	: 14,10ha
Clase de capacidad de uso	: IIIs
Unidad de capacidad de uso	: 0
Categoría de riego y aptitud frutal:	4s(D)
Clase de drenaje y erosión	: 6(0)

1.1.3.4. Serie Trébol Negro

Esta serie ocupa una superficie de 41,49 has., que corresponde al 2,61% de la superficie total estudiada. Son suelos planos, estratificados, con pendientes de 0-1%, moderadamente profundos -85 a 90 cm de espesor- y que descansan sobre un substratum de arenas gruesas y casquijos de cuarzo, de colores pardo grisáceo oscuro en la superficie y pardo en profundidad. Moteados desde los 20 cm hasta el substratum, de bloques subangulares, duro en seco y friable en húmedo; ligeramente plástico y adhesivo en húmedo, buen arraigamiento hasta los 80 cm, fertilidad natural moderada y drenaje interno imperfecto, sometido a inundaciones de invierno -5 a 7 meses al año- aptos para cultivos de arraigamiento medio, siempre que se les drene.

Descripción del perfil:

0-20 cm: Pardo oscuro en húmedo, 10 YR 3/3, pardo grisáceo claro, en seco, 2.5 Y 6/2. Textura franca arcillo limosa, estructura bloques subangulares medios, firmes. Plástico y adhesivo. Raíces abundantes. Moteados escasos. Límite inferior claro lineal.

20-38 cm: Pardo oscuro en húmedo, 10 YR 3/3, pardo oliva claro en seco, 2.5 Y 5/4. Textura franco arcillo limosa. Estructura bloques subangulares medios, firmes. Plástico y adhesivo. Raíces finas moderadas. Moteados moderados. Límite claro lineal.

38-65 cm: Pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, 2.5 Y 3/2, pardo grisáceo claro en seco, 2.5 Y 6/2. Textura franco limoso. Estructura bloques subangulares medios; ligeramente plástico y adhesivo. Moteados y concreciones. Límite inferior claro línea.

65-90 cm: Pardo amarillento oscuro en húmedo, 10 YR 3/4, pardo oliva claro en seco, 2.5 Y 5/6. Textura franco arcillosa; estructura bloques subangulares medios. Plástico y adhesivo. Raíces finas muy escasas. Moteados comunes.

90-115 cm: Negro en húmedo, 7.5 YR 2/0, textura franco arenosa; estructura masiva, sin raíces. Plasticidad y adhesividad muy ligera. Moteados abundantes. A los 105 cm aparece nivel freático.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos:

5.7A2d2-1 Trébol negro, franco arcillo arenoso muy fino, pendiente 0-1%, delgado, drenaje pobre a muy pobre.

Superficie	: 30,17ha
Clase de capacidad de uso	: IVw
Unidad de capacidad de uso	: 2
Categoría de riego y aptitud frutal:	6w(D)
Clase de drenaje y erosión	: 1(0)

5.7A3d3-2 Trébol negro, franco arcillo arenoso muy fino, pendiente 0-1%, moderadamente profundo, drenaje imperfecto a pobre.

Superficie	: 11,32ha
Clase de capacidad de uso	: IIIw
Unidad de capacidad de uso	: 2
Categoría de riego y aptitud frutal:	6w(D)
Clase de drenaje y erosión	: 2(0)

1.1.3.5 Serie Petit

Este tipo de suelo no pudo ser asociado a las series descritas en el estudio de suelos del lado norte del río Cayucupil.

Ocupa una superficie de 191,96 has. correspondientes al 12,07% del área total en estudio. Terrenos planos a ondulados, con pendientes entre 2% al 20%. Textura franco arcillosa en superficie y varía a franco arcillo arenosa a arenosa en profundidad. Con gravas en los primeros 30 cm de profundidad y presencia de moteados a partir de esta profundidad. Estructura de bloques subangulares medios, masiva y suelta en profundidad.

El drenaje en general es moderadamente bueno a imperfecto.

Descripción del perfil:

0-17 cm: Pardo oscuro, en húmedo 10 YR 3/3; gris claro 2.5 Y 7/2 en seco, textura franco arcillo limoso, estructura de bloques subangulares medios, firmes. Ligeramente plásticos y adhesivo. Raíces abundantes. Gravas de cuarzo y pizarras muy escasas. Límite inferior claro lineal.

17-32 cm: Gris claro en húmedo 10 YR 7/2, pardo amarillento oscuro

en seco 10 YR 3/4; textura arcillo limosa, estructura de bloques subangulares medios. Plástico y adhesivo. Raíces abundantes. Moteados abundantes. Concreciones de fierro y manganeso. Gravas de cuarzo y pizarra con diámetros medios de 1- 3 cm. Límite inferior claro lineal.

32-64 cm: Pardo amarillento oscuro en húmedo 10 YR 4/4, pardo pálido en seco, 10 YR 6/3; textura arcillo limosa, estructura de bloques subangulares medios, firmes. Plástico y adhesivo. Raíces finas moderadas. Moteados. Límite inferior gradual difuso.

64-86 cm: Pardo en húmedo, 10 YR 5/3, amarillo pálido en seco 2.5 Y 7/4; textura arcillo limosa. Estructura masiva. Plástico y adhesivo. Raíces finas muy escasas. Límite inferior gradual difuso.

86-120 cm: Pardo oliva claro en húmedo 2.5 Y 5/4, amarillo pálido en seco 2.5 Y 7/4, textura arcillosa, estructura masiva. Plástico y adhesivo. Raíces finas muy escasas. Moteados abundantes. Límite inferior gradual.

120-125 cm: Pardo oliva en húmedo 2.5 Y 4/4, pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 6/4, textura franca, estructura masiva. Raíces finas muy escasas. Gravas finas de cuarzo y pizarra. Moteados abundantes. Límite inferior claro lineal.

125 y + cm: Pardo grisáceo oscuro en húmedo 2.5 Y 4/2, pardo oliva claro en seco 2.5 Y 5/4, textura franco arenosa, sin estructura. Presencia de gravas abundantes y guijarros escasos. Moteados.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos:

P7A4d4 Petit, franco arcilloso arenoso, pendiente 1-2%, profundo drenaje moderadamente bueno.

Superficie	: 20,64 ha
Clase de capacidad de uso	: IIIs
Unidad de capacidad de uso	: 5
Categoría de riego y aptitud frutal:	4w(D)
Clase de drenaje y erosión	: 4(0)

P4A2d5 Petit, franco arcilloso, pendiente 1-2%, delgado, buen drenaje.

Superficie	: 14,70ha
Clase de capacidad de uso	: IIIs
Unidad de capacidad de uso	: 5
Categoría de riego y aptitud frutal:	4s(D)
Clase de drenaje y erosión	: 5(0)

P4BC3d4 Petit franco arcilloso, pendiente 2-10%, profundidad moderada, drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 67,24 ha
 Clase de capacidad de uso : IIIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal: 4w(D)
 Clase de drenaje y erosión : 4(1)

P4D1d4 Petit franco arcilloso, pendiente 10-20%, muy delgado drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 26,23ha
 Clase de capacidad de uso : VIe
 Unidad de capacidad de uso : 1
 Categoría de riego y aptitud frutal : 6t(D)
 Clase de drenaje y erosión : 4(3)

P6A3d3 Petit franco arcillo arenoso fino, pendiente 1-2%, moderadamente profundo, drenaje imperfecto.

Superficie : 10,01ha
 Clase de capacidad de uso : IIIw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5w(D)
 Clase de drenaje y erosión : 3(0)

P6BC3d2-3 Petit franco arcillo arenoso fino, pendientes 2-10%, profundidad moderada, drenaje pobre a imperfecto.

Superficie : 18,16ha
 Clase de capacidad de uso : IVw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5w(D)
 Clase de drenaje y erosión : 2(0)

P6C3d3 Petit franco arcillo arenoso fino, pendiente 5-10%, profundidad moderada, drenaje imperfecto.

Superficie : 29,28ha
 Clase de capacidad de uso : IVw
 Unidad de capacidad de uso : 2
 Categoría de riego y aptitud frutal: 5W(D)
 Clase de drenaje y erosión : 3(0)

P7B2d4 Petit franco arcillo limoso, pendiente 2-3%, delgado, drenaje moderadamente bueno.

Superficie : 5,70 ha
 Unidad de capacidad de uso : IVs
 Unidad de capacidad de uso : 5
 Categoría de riego y aptitud frutal: 4s(D)
 Clase de drenaje y erosión : 4(0)

1.1.4. Pauta de Clasificación (*)

1.1.4.1. Leyenda descriptiva y simbología

a) Profundidad

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 :
 3.1. Ligeramente profundo 50 - 75 cm

- b) Textura del suelo (de acuerdo al triángulo textural de USDA, USA).

Clases texturales	Texturas
Suelos arenosos : Texturas gruesas	Arena (a) Areno francoso (aF)
Suelos francosos: Textura moderada- mente gruesas	Franco arenoso (Fa) Franco arenosa fina (Faf)
Texturas media	Franco arenosa muy fina (Famf) Franca (F)

(*) Según informes presentados a la Comisión Nacional de Riego por el Consorcio Agrológico Chile Ltda. y R & Q Ingeniería Ltda.

Clases texturales	Texturas
	Franco limosa (F1) Limosa (1)
Textura moderada- mente finas	Franco arcil- (Fa) llosa Franco arcillo arenosa (FAa) Franco arcillo limosa (FA1)
Suelos arcillosos: Textura fina	Arcillo areno- sa (Aa) Arcillo limosa (A1) Arcilla (A)

c) Pedregosidad

Por ciento de 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
15-35	15-35	15-35	Pedregoso	Clase III o IV de capacidad de uso de acuerdo a %
35-60	35-60	35-60	Muy pedregoso	Clase IV a VI de capacidad de uso
+60	+60	+60	Extremadamente	Clase VII a VIII de capacidad de uso

(*) No se emplea designación, salvo que se trate de una unidad de un taxón pedregoso. El nombre de la clase de fragmentos se emplea como modificativa de la clase textural. Las gravas pueden ser : finas (0,2-0,5 cm ϕ), medias (0,5-2,0 cm ϕ) o gruesas (2,0-7,5 cm ϕ).

d) Pendiente

Para los suelos chilenos, se ha adaptado la siguiente escala dentro de los límites establecidos por el S.S.M (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	15-25	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

e) ErosiónClase 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.

f) Clase de Drenaje

1. Muy pobre
2. Pobre
3. Imperfecto
4. Moderadamente bueno
5. Bueno
6. Excesivo

g) Clase de profundidad al 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

h) 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

1) Inundaciones

1. Inundaciones frecuentes de tipo periódico
2. Inundaciones muy fuertes (casi permanentes)

j) 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/m
2. Ligeramente salino : 0,4-0,8
3. Moderadamente salino: 0,8-1,6
4. Fuertemente salino: más 1,6

d) Sodicidad

1. Sódico
SAR mayor de 10-12

l) 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.

Para la caracterización de las fases de una serie, a continuación de la identificación 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.

1.1.4.2. Capacidad de uso de los suelos

a) Generalidades

La agrupación de los suelos en Clases (Clases, Subclases 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 representar 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.

b) Clases de capacidad de uso

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 la 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 práctica 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. Tiene 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 uno 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 de 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

Tierras de uso limitado : generalmente no 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 que 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 pueden citarse: turbas, pantanos, mallines, ñadis, etc.; es decir, suelos demasiado húmedos o inundados pero susceptibles de ser drenado, 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 donde los suelos pueden emplearse en la producción de praderas o forestales.

CLASE VI: Los suelos Clase VI corresponden a suelos inadecuados para los cultivo 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 poca profundidad, 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 la hacen inadecuadas para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelo son más severas que en la Clase VI por uno o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorables, 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.

c) 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

d) 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

1.1.4.3. Categorías de suelo para regadío

a) 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 de Regadío. Sin embargo, hay ciertas características inherentes a cada una de ellas. A continuación se definen brevemente cada una de las seis Categorías.

b) Categorías

CATEGORIA 1: Muy bien adaptada. Los suelos de esta Categoría son muy apropiados para el regadío y tiene escasas limitaciones que restringen su uso. Son suelos casi planos, profundos, permeables y bien drenados, con una buena capacidad de retención de agua.

CATEGORIA 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.

CATEGORIA 3: 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.

CATEGORIA 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.

CATEGORIA 5: Esta es una 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.

CATEGORIA 6: No apta. Los suelos de esta Categoría no son apropiados para el regadío y corresponden a aquellos que no cumplen con los requerimientos mínimos para ser incluidos con las Categorías 1 a 5.

c) 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. Estas 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.

1.1.4.4. Clase de Drenaje

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 :

1. Muy pobremente drenado : El agua es removida del suelo tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie del suelo 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.

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 cultivos.

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 de escurrimiento, o una combinación de estas condiciones. El crecimiento de los cultivos es restringido a menos que se provea un drenaje artificial.

4. Moderadamente bien drenado. El agua es removida algo lentamente, de tal forma que el perfil está húmedo por poco 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.

5. Bien drenado. El agua es removida del suelo fácilmente pero no rápidamente. Los suelos bien drenados comúnmente tiene 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 riegos.

6. Excesivamente drenado. El agua es removida del suelo muy rápidamente. Los suelos excesivamente 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, la aptitud del suelo se puede subir en una clase. 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, estos no se considerarán en aquellos casos en que los suelos van a terracearse.

a) Caracterización de la humedad del suelo: Las siguientes clases describen 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 algunas partes por encima de 150 cm pero no por encima de 100 cm
- Clase 3 Mojado en algunas partes por encima de 100 cm pero no por encima de 50 cm
- Clase 4 Mojado en algunas partes 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.

1.1.4.5. 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 -como ser 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 DIPROREN-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, (¹) 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); pendiente 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 moteados comunes medios, distintos, 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 0,6 s/m y los carbonatos moderados en abundancia (reacción moderada al HCl 1/3).

¹ Hay superficies que por su hábito de arraigamiento, 75 cm es suficiente para considerarlo como sin limitaciones y por tanto, serían de Clase A en relación a un determinado suelo de su profundidad.

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.

1.1.4.6. 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.

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.

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 :

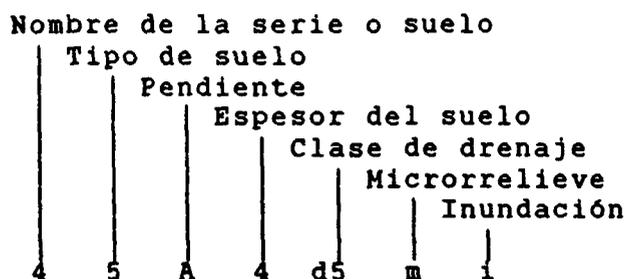
0. Sin erosión
1. Ligera
2. Moderada
3. Severa

1.1.4.7. Simbología usada

a) Símbolo de las series

Serie Cañete	=	1
Serie Cayucupil	=	3
Serie Pier	=	4
Serie Trébol Negro	=	5
Petit	=	P

b) Fórmula empleada



c) Tipo de suelo (Textura Superficial)

- 1 Franco arenoso
- 2 Franco arenoso fino
- 4 Franco arcilloso
- 5 Franco arcillo arenoso
- 6 Franco arcillo arenoso fino
- 7 Franco arcilloso arenoso muy fino
- 9 Arcilloso

1.1.4.8. Unidades de Manejo

Las unidades de manejo establecidas para las áreas de Cayucupil y Peleco, fueron determinadas agrupando diferentes suelos, en clase y subclase de capacidad de uso.

El propósito de las unidades de manejo es establecer en cada una de ellas, diferentes opciones de manejo y conservación, basándose principalmente en características edáficas y climáticas.

Al definir las unidades de manejo, se parte de la premisa de que todos los suelos están bajo riego, y con una dotación de agua suficiente para una adecuada explotación agrícola-ganadera.

Unidad de Manejo A: Incluye todos los suelos aptos para cultivos que no requieren o requieren prácticas simples de conservación. En general, corresponde a suelos con pendientes uniformes de 0-2%, profundos, bien drenados, buena capacidad de retención de agua y sin restricciones para el desarrollo radicular.

Son suelos aptos para cereales, cultivos escardados (papas, porotos, maíz); praderas (alfalfa, trébol), además de plantaciones frutales y hortalizas.

En esta unidad de manejo, están comprendidos todos los suelos de Clase II de capacidad de uso y sus subclases.

Unidad de Manejo B: Incluye suelos que requieren algunas prácticas de conservación. En general, son suelos con pendiente de hasta 8-10%, moderadamente profundos, de texturas medias a gruesas, fertilidad natural moderada a baja, moderada capacidad de retención de humedad, bien drenados y ligeras limitaciones de arraigamiento.

Son los suelos adecuados para cultivos con profundidad radicular media y limitados para plantaciones frutales.

Comprende a los suelos de la Clase III y IV de capacidad de uso con sus subclases, exceptuando a los subclases w.

Unidad de Manejo C: Corresponde a suelos con pendiente de 0-5%, moderadamente profundos, de texturas medias a finas, fertilidad y capacidad de retención de agua moderada. Posee drenaje imperfecto y nivel freático fluctuante, por lo cual existen limitaciones de arraigamiento.

Son suelos adecuados para cultivos de profundidad radicular media y praderas tolerantes a humedad excesiva; no siendo aptos para frutales por su drenaje imperfecto y riesgo de inundación.

Es esta unidad de manejo, están comprendidos los suelos de capacidad de uso IIIe, IVw y Vw.

Unidad de Manejo D: Son suelos no arables, debido a un alto riesgo de erosión. No son aptos para cultivos, presenta pendientes muy abruptas pudiendo tener erosión pasada muy severa. Adecuados para la forestación y pastoreo. Con períodos de sequía muy prolongados, el pastoreo se hace muy limitado.

El aprovechamiento del recurso forrajero debe ser muy cuidadoso para no afectar las cubiertas vegetales y donde las condiciones lo permitan pueden destinarse a plantaciones forestales, pero la explotación de estos bosques debe realizarse con técnicas de manejo especiales para no provocar erosión.

Comprende a la clases de capacidad de uso VI y VII, con sus respectivas subclases.

Unidades de Manejo E: Son suelos sin uso agrícola ni con aptitud para explotación forestal. Por limitaciones de suelo no justifican inversiones, salvo aquellas que propenden a una mejor protección de la vida silvestre.

Finalmente son suelos con pendientes excesivas, cajas de río y terrenos totalmente destruidos por erosión.

AL FINAL DEL TOMO I DE ANEXOS SE ADJUNTA LA REPRODUCCION DEL ESTUDIO DE SUELOS DE CAYUCUPIL

1.2 CARACTERIZACION DE LOS SUELOS

1.2.1. Propiedades Físicas, Hídricas y Químicas

En los cuadros siguientes se incluyen las características físicas, hídricas y químicas de cada una de las series descritas en el estudio de suelos realizado en el área Peleco. En términos generales, estos cuadros, incluyen los parámetros y respectivas metodologías que a continuación se indican:

- a) Distribución del tamaño de partículas y texturas (Método Bouyoucos Mejorado)
- b) Densidad aparente (Método del cilindro)
- c) Capacidad de Campo (Retención de humedad a 1/3 atmósfera)
- d) Punto Marchitez Permanente (Retención de humedad a 15 atmósferas)
- e) Humedad Aprovechable (En base a c y d)
- f) Acidez (pH al agua 1:1)
- g) Materia Orgánica (Dicromato de K + ácido sulfúrico)
- h) Cationes y CIC (extractable con acetato de amonio a pH=7)
- i) Porcentaje Saturación Base (%SB = $\frac{\text{Sumatoria cationes}}{\text{CIC}} * 100$)
- j) Aluminio Intercambiable (Cloruro Potasio 1 N)
- k) Fijación fósforo (KH₂P₀₄)

En el cuadro siguiente se muestran los valores de humedad aprovechable en todo el perfil de suelo, para cada serie. Estos datos fueron obtenidos a partir de la diferencia entre la humedad aprovechable a 1/3 Atm y 15 Atm, multiplicado por la densidad aparente del suelo y por la profundidad de la estrata a la cual fue tomada la muestra.

CUADRO Nº 1.1
HUMEDAD APROVECHABLE

SERIE	Humedad Aprovechable (cm)
Cañete	28.95
Trébol Negro	22.97
Petit	11.65
Pier	11.08
Cayucupil	8.80

De estos datos se puede inferir que la serie Cañete, debido a su textura arcillosa, es el suelo con la mayor capacidad de retención de humedad; es decir, después de un riego o lluvia intensa, el suelo puede almacenar un elevado volúmen de agua disponible para ser extraída por el cultivo. Por esta razón, los riegos a realizar en este suelo, deben ser menos frecuentes.

Por otra parte, la serie Cayucupil, es la que posee una menor capacidad de retención de humedad, debido a su textura arenosa en la mayor parte de su perfil. Esto significa que serían necesarios riegos más frecuentes pero con un menor volúmen de agua para abastecer las necesidades hídricas de los cultivos presentes en el suelo.

1.2.2. Infiltración

Las pruebas de infiltrometría se realizaron mediante cilindros infiltrómetros dobles con tres repeticiones, en los mismos lugares en que fueron descritos los pedones tipificados de cada serie de suelos identificada. Los resultados que se entregan, corresponden a aquel cilindro que se consideró más representativo de la condición real del suelo, en comparación con los otros restantes.

Los datos registrados en terreno fueron graficados en escala log-log y mediante una regresión exponencial se obtuvieron las ecuaciones de velocidad de infiltración (con VI en cm/mín y T en mín) e Infiltración Acumulada (con IA en cm y T en mín).

La Velocidad de Infiltración Básica (VIB) se calculó, considerando que el Tiempo a la Infiltración Básica (TIB) es igual a $600 \cdot n$, donde n es el exponente de la ecuación de infiltración.

En el Cuadro 1.7 se muestran las ecuaciones de Velocidad de Infiltración (VI), Infiltración Acumulada (IAC), y los valores de Tiempo de Infiltración Básica (TIB) y Velocidad de Infiltración Básica (VIB).

CUADRO Nº 1.2

ECUACIONES DE VELOCIDAD DE INFILTRACION E INFILTRACION ACUMULADA Y VALORES DE TIEMPO DE INFILTRACION BASICA Y VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA, PARA LAS SERIES ESTUDIADAS.

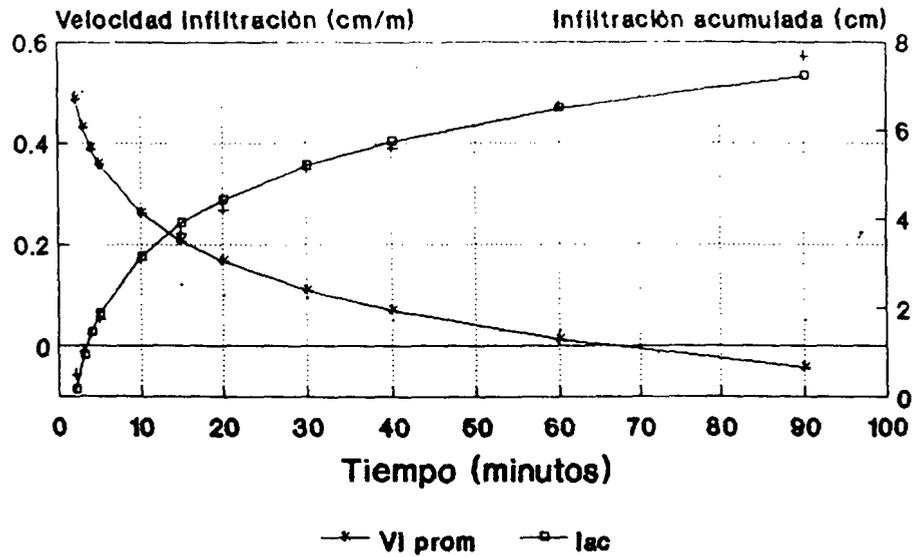
SERIE	VI (cm/min)	IAC (cm)	TIB (min)	Vib (cm/hrs)
Trébol Negro	$1.125 T^{-0.785}$	$0.528 T^{0.638}$	471	0.54
Cayucupil	$0.179 T^{-0.245}$	$0.11 T^{0.926}$	147	3.16
Petit	$1.528 T^{-0.524}$	$1.046 T^{0.687}$	314	4.51
Cañete	$3.243 T^{-0.560}$	$1.773 T^{0.741}$	336	7.49
Pier	$0.91 T^{-0.250}$	$0.97 T^{0.800}$	150	15.60

Del cuadro anterior se puede inferir que la serie Trébol Negro posee una Velocidad de Infiltración muy baja, requiriéndose tiempos de riego muy altos para lograr una buena infiltración en el perfil de suelo. En cambio, la serie Pier está en el otro extremo, con una tasa de infiltración muy alta, lo que significa que los tiempos de riego a aplicar en cultivos establecidos en este suelo deben ser muy bien manejados con el fin de lograr la penetración del agua sólo hasta la profundidad radicular. Un tiempo de riego excesivo significaría que un alto volumen de agua percolaría hacia estratas más profundas, con lo cual se produciría un ascenso en el nivel freático.

En las páginas siguientes se entregan los registros obtenidos en terreno, y las curvas de Velocidad de Infiltración e Infiltración Acumulada en escala normal y log-log, para cada serie de suelos identificada.

FIGURA N° 1.1

SERIE : Trebol Negro
 LUGAR : Puleu Parcela 4
 Cubierta vegetal : Trèbol blanco

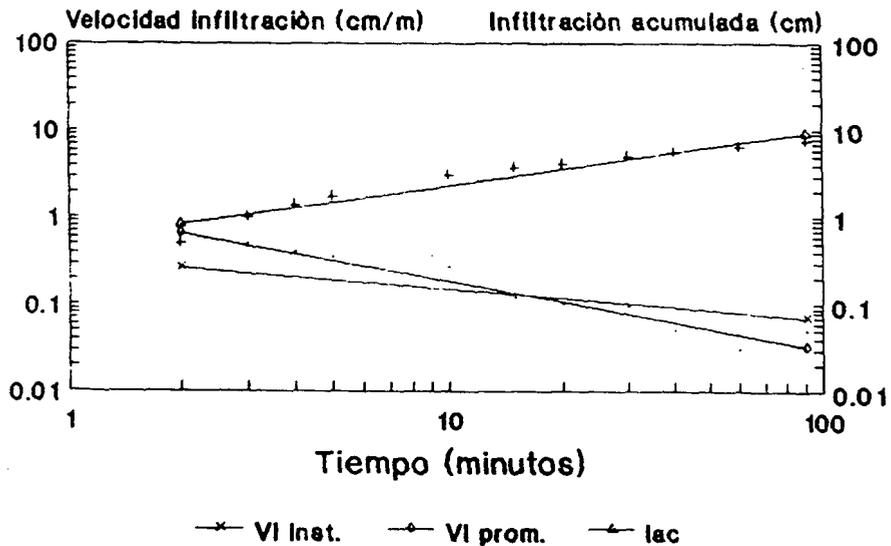


8 febrero de 1993

$$VI \text{ prom.} = 1.125 \cdot T^{-0.785}$$

$$VI \text{ inst.} = 0.337 \cdot T^{-0.362}$$

$$Iac = 0.528 \cdot T^{0.638}$$



8 febrero de 1993

CUADRO N° 1.3

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DEPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA

REGISTRO DE INFILTRACION DEL SUELO

FECHA 8 de Febrero 1993
UBICACION Miguel Sajardo
IDENTIFICACION Calicata 1 Repeticion 1
CUBIERTA VEGETAL Pradera Natural
SERIE DE SUELO Cavucupil
N. DE MUESTRA s/d

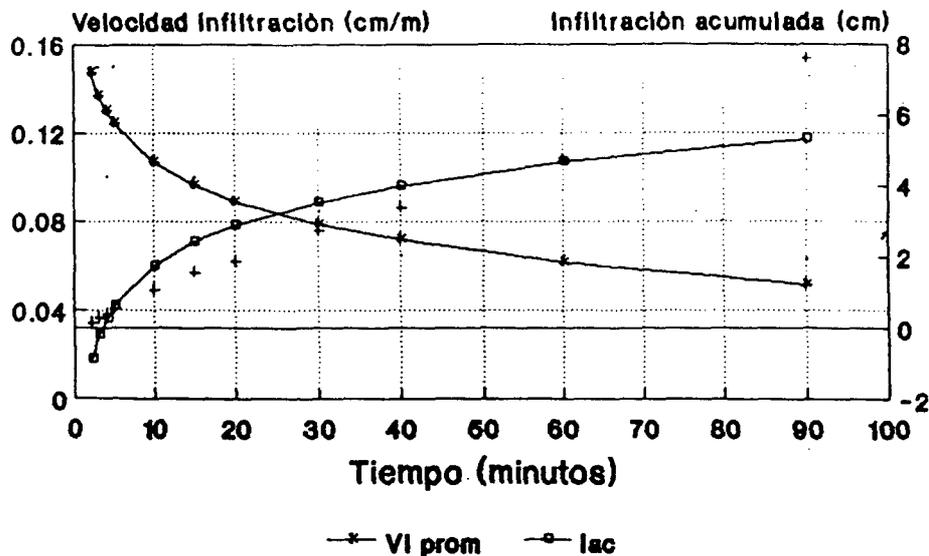
Hora Reloj	Intervalo de tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)	Altura de agua (cm.)	Relienu	Agua infiltrada (cm.)	Velocidad Infiltracion (cm./min.)	Infiltracion acumulada (cm.)
	1	1	169.4				
	1	2	164.6		0.2	0.150	0.15
	1	3	164.7		0.2	0.150	0.30
	1	4	164.8		0.1	0.100	0.40
	1	5	165.0		0.2	0.150	0.55
	5	10	165.5		0.6	0.110	1.10
	5	15	166.0		0.5	0.100	1.60
	5	20	166.3		0.3	0.060	1.90
	10	30	167.2		0.9	0.085	2.75
	10	40	167.8		0.7	0.065	3.40
	10	50	168.5		0.7	0.070	4.10
	10	60	169.2		0.7	0.065	4.75
	15	75	170.1		1.0	0.063	5.70
	30	105	172.0		1.9	0.063	7.60
	15	120	172.8		0.8	0.053	8.40

Velocidad de Infiltracion = $0.179 \cdot T^{-0.245}$

Infiltracion Acumulada = $0.110 \cdot T^{0.926}$

FIGURA N° 1.2

SERIE : Cayucupil
 LUGAR : Suc. Miguel Gajardo
 Cubierta vegetal : Pradera artificial

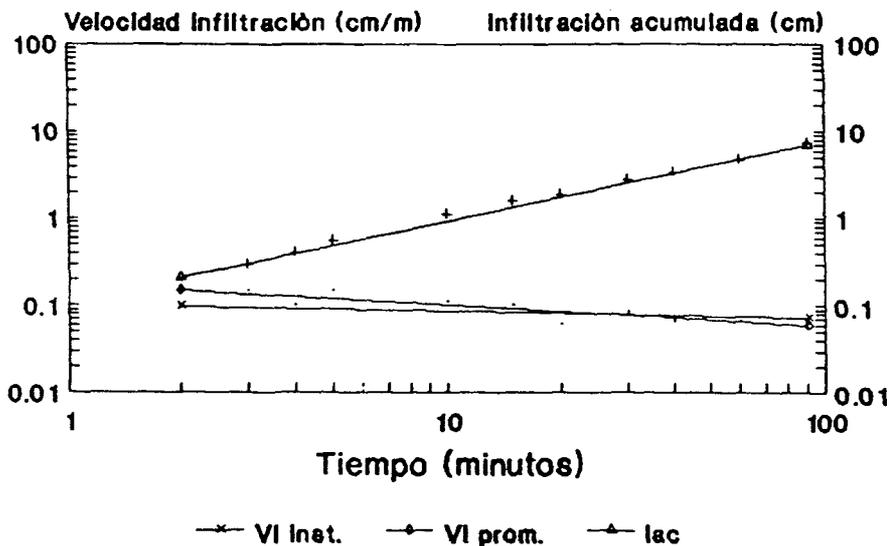


8 febrero de 1993

$$VI\ prom. = 0.179 \cdot T^{-0.245}$$

$$VI\ inst. = 0.102 \cdot T^{-0.074}$$

$$Iac = 0.110 \cdot T^{0.926}$$



8 febrero de 1993

CUADRO N° 1.4

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DEPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA

REGISTRO DE INFILTRACION DEL SUELO

FECHA 8 de Febrero 1993
UBICACION Petit en Reputo
IDENTIFICACION Calicata 1 Repeticion 2
CUBIERTA VEGETAL Pradera Artificial
SERIE DE SUELO Petit
% DE HUMEDAD s/d

Hora Reloj	Intervalo de tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)	Altura de agua (ca.)	Relleno	Agua infiltrada (cm.)	Velocidad infiltracion (cm./min.)	Infiltracion acumulada (ca.)
	1	1	160.2				
	1	2	161.5		1.3	1.300	1.30
	1	3	162.4		0.9	0.900	2.20
	1	4	163.1		0.7	0.700	2.90
	1	5	163.8		0.7	0.700	3.60
	5	10	166.0		2.2	0.440	5.80
	5	15	167.6		1.6	0.320	7.40
	5	20	168.9		1.3	0.250	8.65
	10	30	170.9		2.1	0.205	10.70
	10	40	175.0	162.0	2.1	0.210	12.80
	10	50	174.0		2.0	0.200	14.80
	10	60	166.0		2.0	0.195	16.75
	15	75	168.8		2.9	0.190	19.60
	15	90	171.4		2.6	0.173	22.20

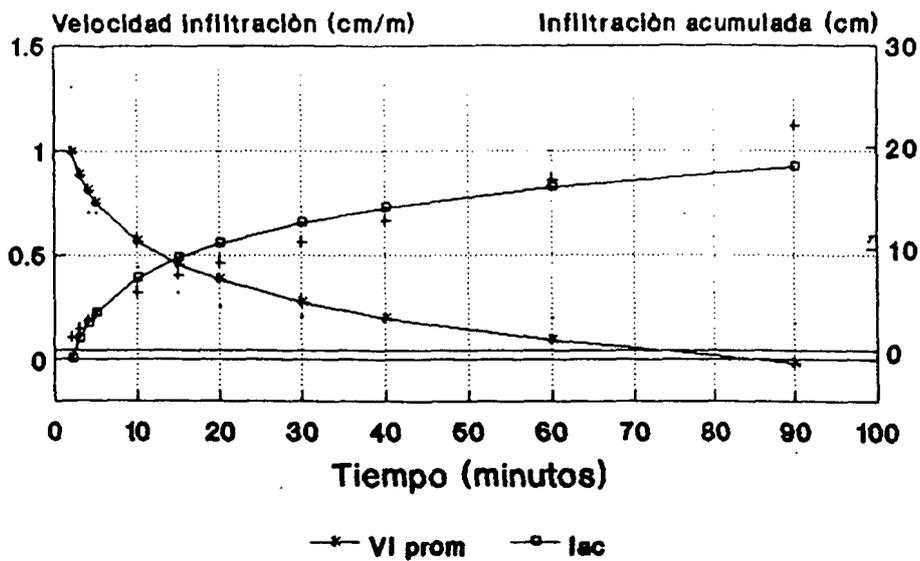
Velocidad de Infiltracion = $1.528 \cdot T^{-0.524}$
Infiltracion Acumulada = $1.046 \cdot T^{0.627}$

FIGURA N° 1.3

SERIE : Petit

LUGAR : Reputo

Cubierta vegetal : Pradera artificial

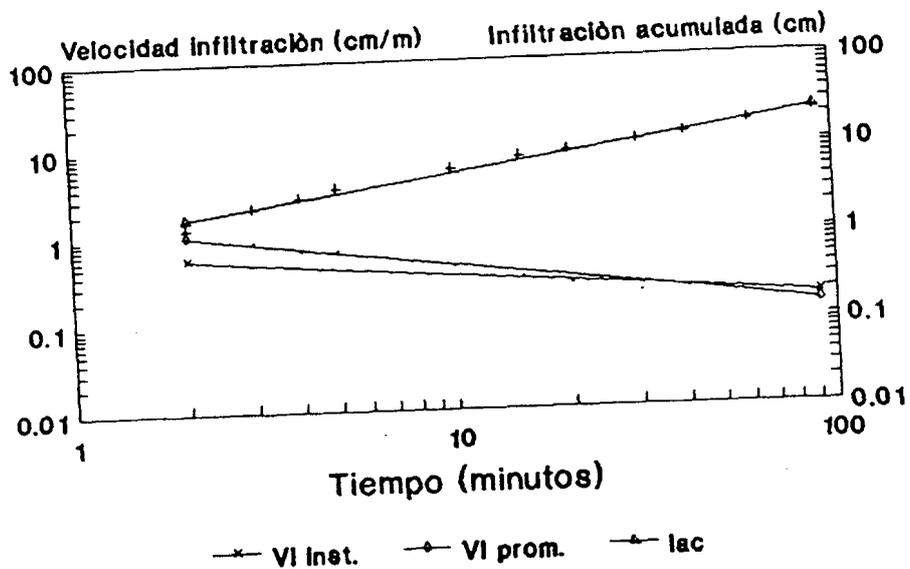


6 febrero de 1993

$$VI \text{ prom.} = 1.528 \cdot T^{-0.524}$$

$$VI \text{ inst.} = 0.719 \cdot T^{-0.313}$$

$$Iac = 1.046 \cdot T^{0.687}$$



6 febrero de 1993

CUADRO N° 1.5

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DEPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA

REGISTRO DE INFILTRACION DEL SUELO

FECHA 9 de Febrero 1993
UBICACION Antonio Antupil
IDENTIFICACION Calicata 1 Repeticion 1
CUBIERTA VEGETAL Pradera Natural
SERIE DE SUELO Canete
% DE HUMEDAD s/d

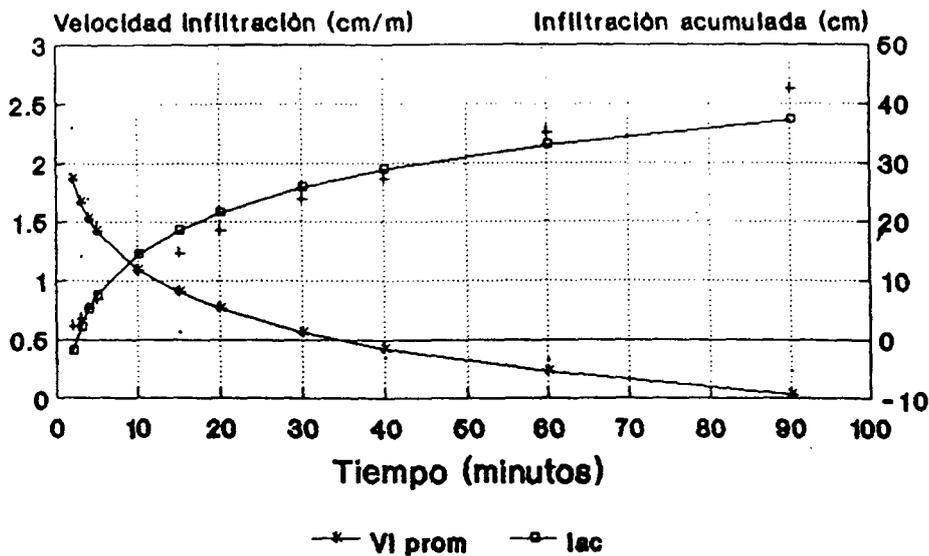
Hora Reloj	Intervalo de tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)	Altura de agua (cm.)	Relleno	Agua infiltrada (cm.)	Velocidad infiltracion (cm./min.)	Infiltracion acumulada (cm.)
	1	1	167.2				
	1	2	169.5	159.8	2.3	2.30	2.30
	1	3	161.0		1.2	1.20	3.50
	1	4	162.7		1.7	1.70	5.20
	1	5	164.2		1.5	1.50	6.70
	5	10	169.4		5.2	1.04	11.90
	5	15	172.2	159.8	2.8	0.56	14.70
	5	20	163.7		3.9	0.78	19.60
	10	30	169.0		5.3	0.53	23.90
	10	40	172.5	159.4	3.5	0.35	27.40
	10	50	163.8		4.4	0.44	31.80
	10	60	167.1		3.3	0.33	35.10
	15	75	171.1	166.8	4.0	0.27	39.10
	15	90	170.3		3.5	0.23	42.60
	15	105	173.8		3.5	0.23	46.10
	15	120	177.3		3.5	0.23	49.60

Velocidad de Infiltracion = $3.243 \cdot T^{-0.566}$

Infiltracion Acumulada = $1.773 \cdot T^{0.741}$

FIGURA N° 1.4

SERIE : Cañete
 LUGAR : Puleu
 Cubierta vegetal : Pradera natural

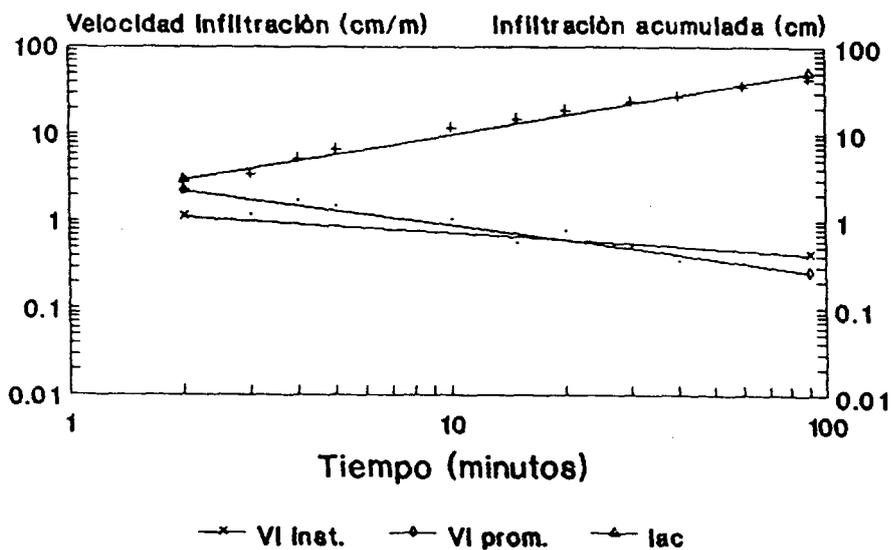


8 febrero de 1993

$$VI \text{ prom.} = 3.243 \cdot T^{-0.560}$$

$$VI \text{ inst.} = 1.314 \cdot T^{-0.259}$$

$$Iac = 1.773 \cdot T^{0.741}$$



8 febrero de 1993

CUADRO N° 1.6

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
DEPTO. DE INGENIERIA AGRICOLA

REGISTRO DE INFILTRACION DEL SUELO

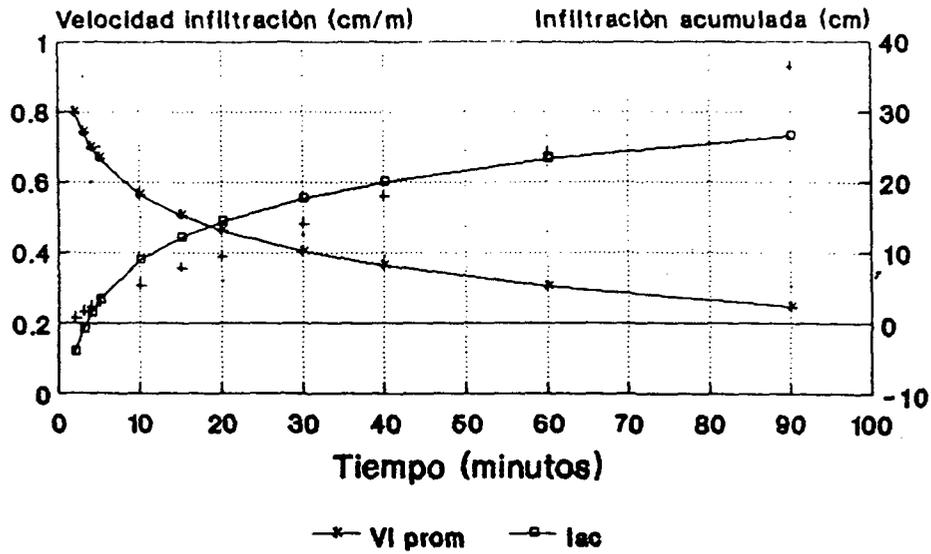
FECHA 15 de Enero 1993
UBICACION Sta. Angela
IDENTIFICACION Calicata 1 Repeticion 2
CUBIERTA VEGETAL Trebol Rosado
SERIE DE SUELO Pier
% DE HUMEDAD s/d

Hora Reloj	Intervalo de tiempo (minutos)	Tiempo (minutos)	Altura de agua (cm.)	Relleno	Agua infiltrada (cm.)	Velocidad infiltracion (cm./min.)	Infiltracion acumulada (cm.)
	1	1	165.2				
	1	2	166.0		0.8	0.800	0.80
	1	3	166.9		0.9	0.900	1.70
	1	4	167.5		0.6	0.600	2.30
	1	5	169.2		0.7	0.700	3.00
	5	10	170.7	161.5	2.5	0.500	5.50
	5	15	164.0		2.5	0.500	8.00
	5	20	165.6		1.6	0.320	9.60
	10	30	170.1	161.9	4.5	0.450	14.10
	10	40	165.8		3.9	0.390	18.00
	20	60	172.0	162.3	6.2	0.310	24.20
	40	100	175.5		12.2	0.305	36.40

$$\text{Velocidad de Infiltracion} = 0.910 * T^{-0.250}$$

$$\text{Infiltracion Acumulada} = 0.970 * T^{0.800}$$

SERIE : Pier
 LUGAR : Sta. Angela
 Cubierta vegetal : Trèbol rosado

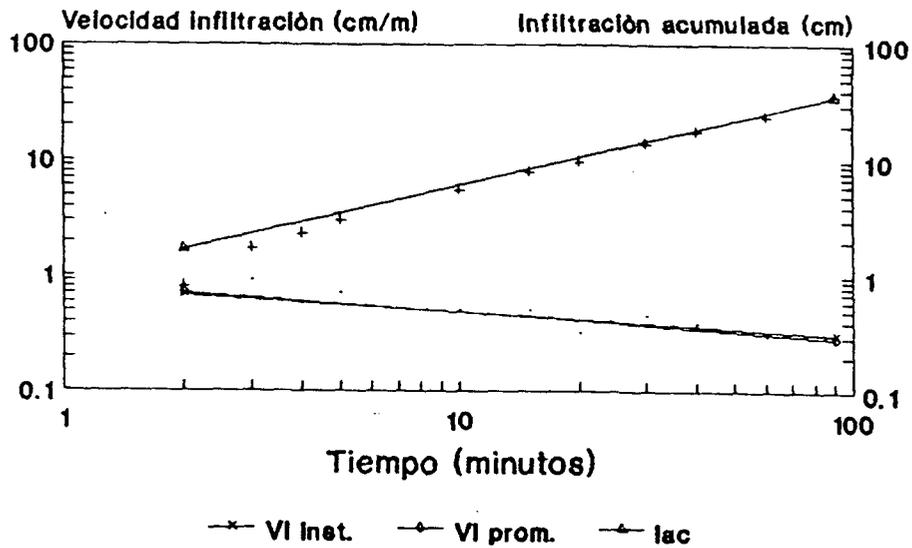


6 febrero de 1993

$$VI \text{ prom.} = 0.910 \cdot T^{-0.250}$$

$$VI \text{ inst.} = 0.776 \cdot T^{-0.200}$$

$$lac = 0.970 \cdot T^{0.800}$$



6 febrero de 1993

CAPITULO 2 CLIMA Y AGROCLIMA

2.1 INTRODUCCION

En este capítulo se analizará el recurso clima existente en el área ubicada en los 73° 18' longitud oeste y 37° 49' latitud sur, correspondiendo al sector de Cayucupil-Cañete-Peleco. El objetivo es caracterizarlo e identificar las posibles limitaciones que impone el clima al desarrollo de una agricultura más diversificada, como consecuencia del aporte de agua de riego.

Para tal efecto, se han tomado como base los siguientes estudios realizados en el área:

- Atlas Agroclimático de Chile. Instituto de investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. 1989.
- Ficha Agroclimática Nº 77, Curanilahue-Pto. Saavedra. Estudio Modelo. Diagnóstico Agroecológico, Regiones V-VIII, CIREN-CORFO, 1990.
- Regiones Ecológicas de Chile. J. Papadakis. PNUD-FAO, 1973

Los estudios mencionados tuvieron como objetivo definir áreas con características homogéneas y relevantes para el comportamiento productivo de las especies cultivadas. Como ellos se realizaron a escala regional (1:500.000), ha sido necesario considerar otros estudios y fuentes de información para caracterizar, con mayor detalle, la pequeña área de estudio.

Es así como se ha contado con información meteorológica de algunas estaciones cercanas al área, tales como, Cañete, Contulmo, Pto. Saavedra, Lota, y Lebu, además de otros estudios climáticos indicados en el capítulo de Referencias Bibliográficas.

Luego de un análisis detallado de la información meteorológica proveniente de las estaciones, se contrastó con los resultados de los estudios regionales mencionados anteriormente, llegándose a definir los regímenes hídricos y térmicos del período invernal y estival, mediante parámetros elegidos y evaluados precisamente porque son los que explican en mayor proporción la adaptación y productividad de los cultivos. Dentro de estos parámetros están: el período libre de heladas, la suma de temperaturas efectivas, las temperaturas máximas y mínimas, el período de receso vegetativo, las horas de frío, el déficit hídrico, la radiación solar, etc. Estas son variables agroclimáticas derivadas de la información meteorológica básica que normalmente no recopilan las estaciones. De modo que la metodología contempla una serie de funciones empíricas para estimarlos, ampliamente probadas y calibradas en el país.

Como resultado se presenta una caracterización agroclimática de la zona de estudio y luego un diagnóstico agroclimático realizado mediante un modelo computacional, el que confronta las variables más relevantes con los requerimientos de un grupo de especies vegetales indicativas del potencial agroclimático de la zona. Este modelo entrega una ficha donde se puede identificar el grado de limitación que tendría la especie y la variable agroclimática que estaría ejerciendo esa limitación.

2.2 ASPECTOS METODOLOGICOS

2.2.1 Caracterización climática.

La información meteorológica proveniente de las estaciones cercanas al área, tales como monto y distribución de las precipitaciones, temperaturas extremas, humedad relativa, y radiación solar entre otras, se sobrepuso en una carta hipsométrica realizada y tomando como referencia los valores entregados por los estudios regionales, se estimaron las variables climáticas en la zona de estudio. Para ello, se tuvo en consideración el comportamiento espacial de los parámetros, considerando los accidentes fisiográficos, la altitud, la representatividad de cada estación y las tendencias de factores macroclimáticos modeladores del clima regional (continentalidad, influencia oceánica, latitud).

Los parámetros agroclimáticos derivados, como son las temperaturas efectivas de crecimiento y las horas de frío, se calcularon mediante una rutina computacional 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. Ellos han sido calibrados en toda la zona central del país. La sumatoria mensual de estos valores corresponde a las horas de frío y grados-días 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.

2.2.2 Caracterización Hídrica del Area.

La caracterización hídrica se realizará basándose en un análisis de la evapotranspiración potencial y de las precipitaciones, como demanda y oferta hídrica respectivamente.

La evapotranspiración potencial se estimó mediante el método de Penman, modificado por Doorenbos y Pruitt y publicado en el Boletín Nº 24 de la serie Riego y Drenaje de la FAO. Este método se aplicó en la estación de Pto. Saavedra, aunque lejana, con una posición fisiográfica semejante al área de estudio. En realidad, se pretendió validar los resultados entregados en una cartografía publicada en 1987, la cual se basó en fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blanney, ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se hizo para diferentes lugares de Chile, lo que permitió establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula.

Por otra parte, se ha contado con algunas años de información reciente de evaporación diaria, a la cual se le han realizado algunos análisis estadísticos para determinar su distribución y probabilidades. Esta información también proviene de la estación de Pto. Saavedra, de manera que los resultados de los análisis son referenciales para el área del proyecto.

Para el estudio de la pluviometría se ha contado con información de la estación Cañete Riego, ubicada en las inmediaciones del área de estudio y mantenida por la Dirección General de Aguas.

Esta información se refiere a los montos mensuales del período 1960-1990 y a la precipitación máxima anual en 24, 48 y 72 horas.

El primer análisis efectuado se refiere a una verificación de la serie estadística, con el objeto de corregir y rellenar datos faltantes, para lo cual se confeccionaron curvas doble acumuladas con información de otras estaciones cercanas y se hicieron correlaciones. Luego de obtener una serie corregida de 30 años se calcularon los promedios mensuales y anuales y los estadígrafos de dispersión. En forma gráfica se determinó la duración general de la precipitación anual y la variación estacional de la precipitación mensual, para distintas probabilidades de excedencia.

Se calculó la precipitación efectiva a nivel mensual de acuerdo a una modificación de la metodología propuesta por Blanney y Criddle (Merlet, 1986). Esta modificación se hizo considerando que las precipitaciones existentes en toda la zona central del país son de tipo frontal, de baja intensidad y de larga duración.

Respecto a las precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días, se calcularon algunos períodos de retorno ajustando a la serie la distribución de Gumbel o distribución de valores extremos Tipo I.

A partir de la información de precipitaciones y de la evapotranspiración mensual se calcularon otras variables que caracterizan el

régimen hídrico, tales como el déficit hídrico (ETP-PP), el excedente hídrico (PP-ETP) y los índices de humedad del verano y del invierno.

a) Variables Agroclimáticas Descritas en el Estudio.

A continuación se indica brevemente el significado e interpretación de las variables agroclimáticas analizadas en el presente estudio. Los valores que adquieren y que caracterizan el área se muestran en un Cuadro resumen.

Suma Térmica:

Suma anual de temperaturas. Días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento ($T_m - T_u$), es decir, es la temperatura media (T_m) menos una temperatura umbral (T_u), siendo 10°C , el valor más ampliamente usado como umbral térmico. Constituye un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies vegetales. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma térmica.

Horas de Frío:

Horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7°C , umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.

Primera Helada:

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 1º de enero.

Ultima Helada:

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 1º de enero.

Período Libre de Heladas:

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.

Número de Heladas:

Es el número promedio de días al año en que la temperatura mínima es igual o menor que 0°C . Valores inferiores a 1 indican que no todos los años hiela (0.5 = hiela cada dos años; 0.1 = hiela cada 10 años, etc.)

Período de Receso Vegetativo:

Número de días consecutivos con temperatura media inferior a 10°C . La mayoría de las especies cultivadas no crecen en este período.

Evapotranspiración Potencial:

Se entiende por evapotranspiración potencial a la pérdida de agua por evaporación y transpiración, desde un cultivo plenamente desarrollado, en proceso activo de crecimiento y sin déficit de agua en el suelo. Esta variable entrega una idea sobre los aportes a través del riego necesarios como complemento a la almacenada por la precipitación. En general en el país, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor.

Deficit Hídrico:

Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

Excedente Hídrica:

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.

Indice de Humedad:

Es el cociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 0% de la ETP ($\text{IH} < 0.5$). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP ($\text{IH} > 1.0$). El índice de humedad del verano es el cociente entre la precipitación acumulada en los tres meses de verano (Diciembre, Enero y Febrero) y la evapotranspiración acumulada en los mismos meses.

2.2.3 Diagnóstico Agroclimático.

Luego de realizar una descripción cuantitativa de los recursos climáticos del área de estudio, se evalúa el grado de limitación que presentan un grupo de cultivos índices a las condiciones climáticas del área, mediante un modelo de diagnóstico agroclimático.

Este modelo consiste básicamente en confrontar las variables climáticas con los requerimientos de las especies, asignando un puntaje creciente, entre 0 y 1, en la medida que aumenta el grado de coincidencia variable-requerimiento. Para ello, se tiene una base de datos de coeficientes de las funciones matemáticas que representan la sensibilidad de las especies frente a las variables climáticas. De este modo, si el valor del parámetro se encuentra más allá de los límites de tolerancia del cultivo, obtiene un puntaje 0. Por el contrario, si la variable se encuentra en el rango óptimo de la especie, obtiene un puntaje 1.

La evaluación se realiza para las variables más determinantes en la adaptación de las especies cultivadas, ellas son: suma de temperaturas efectivas, período libre de heladas, temperatura máxima, horas de frío y déficit hídrico.

Una vez confrontados todos los requerimientos de la especie, el modelo calcula un puntaje agroclimático único, que resume en un sólo índice todas las limitaciones que el clima impone al cultivo. Este puntaje permite ordenar las especies de acuerdo al grado de adaptación, desde la más adaptada a la menos adaptada. El puntaje agroclimático se calcula por efecto multiplicativo de sus componentes, hecho que le imprime gran sensibilidad al índice final.

A los resultado y los índices parciales se indican en forma de códigos, los cual es tiene el siguiente significado:

CODIGO	SIGNIFICADO
1	Sin limitaciones
2	Limitaciones leves
3	Limitaciones moderadas
4	Limitaciones severas
Ex	Excluido

La interpretación de cada variable climática y sus códigos es la siguiente:

1. Suma térmica (primera columna en la ficha de resultados). Indica el grado de disponibilidad de calor para las especies para alcanzar su madurez. Una deficiencia leve o moderada (códigos 2 y 3) indicará retardo en la maduración o prolongación del ciclo vegetativo más allá de lo deseado. Una limitación severa (código 4) podrá estar asociada a falta de maduración o bien maduración dispareja o extremadamente tardía. En el caso de cultivos anuales las deficiencias leves podrán superarse con variedades precoces cuando exista. En el caso de frutales, con variedades menos exigentes en calor (de maduración temprana).
2. Período sin heladas (segunda columna). Evalúa la influencia de las heladas en la reducción del rendimiento, se puede referir a heladas tempranas y/o tardías. Las limitaciones leves o moderadas (código 2 ó 3) podrán ser superadas con el uso de variedades precoces en cultivos anuales. En frutales indicará un riesgo que no necesariamente se manifestará todos los años, pero constituirán un accidente cada cierto número de años. En el caso de limitaciones severas (código 4), habría que pensar en sistemas de control de heladas. Por problemas de escala los índices representan la situación general del área, las singularidades topográficas más locales pueden modificar la intensidad de incidencia de heladas por lo que la interpretación deberá ser cuidadosa cuando se aplique a escala muy reducida.
3. Temperatura máxima (tercera columna). Este índice indica limitaciones por excesos de temperatura en ciertos períodos, lo cual se reflejará esencialmente en problemas de calidad. En el caso de hortalizas, especialmente las de ciclo muy breve, el problema será totalmente superable efectuando el cultivo fuera de la época más cálida cuando no existan otras limitaciones. En los cultivos de productos frescos (arvejas, porotos verdes, tomate, espárrago) y frutos acuosos (cucurbitáceas) se producirán problemas de calidad debido a deshidratación ocasional.
4. Horas de frío (cuarta columna). Indica el grado de satisfacción de los requerimientos de vernalización de las especies frutales de hoja caduca. Una deficiencia leve o moderada (código 2 ó 3) afectará a los frutales a través de una floración tardía e irregular. En algunos casos el déficit de horas de frío puede acentuar el problema de añerismo de algunas especies. Las deficiencias leves podrán ser atenuadas con la elección de variedades de bajo requerimiento en frío.

5. Déficit hídrico (quinta columna). Evalúa el aporte de los déficit hídricos ocurridos a través del ciclo de vida, en la reducción de los rendimientos del cultivo. Calculado sobre la base de un año promedio en cuanto a monto y distribución de las precipitaciones.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Caracterización Agroclimática del Area.

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Fuenzalida (1971) en base al sistema propuesto por Köpen, el área del proyecto se encuentra en la zona de Clima Templado Lluvioso, Cf.

Dentro de este grupo se distinguen otras categorías en función de la distribución de las precipitaciones en el año. De este modo, el área de estudio se encuentra en una zona con Clima Templado Lluvioso con Influencia Mediterránea (Cfsb), caracterizado por una disminución de las precipitaciones en verano, pero que no alcanza a constituir una estación seca, diferenciándolo de los climas Templado Frío de Costa Occidental, donde el máximo invernal de precipitaciones está menos definido (aproximadamente de Puerto Montt al sur). Hacia el norte de Lebu se distingue otra gran categoría denominados Templados con Lluvias Suficientes (Csb), los que presentan una estación seca de longitud variable.

Otra clasificación climática aplicada en Chile es la realizada por FAO en 1969 y basada en la labor de J. Papadakis. Con esta misma metodología el INIA confeccionó el Atlas Agroclimático de Chile en 1989. Este sistema clasifica el rigor del invierno, del verano y el régimen hídrico en base a una serie de criterios agronómicos representados por el grado de adaptación de un grupo de cultivos índices.

De acuerdo a la clasificación de Papadakis el área de estudio tiene un clima Marino Cálido 7.1, semejante a Auckland, Nueva Zelandia. Se encuentra en Arauco y en la costa de Valdivia, Osorno, Llanquihue, Chiloé Norte. Combina un invierno benigno (Ci) con un verano fresco (I ó M). Ningún mes es seco. Los cultivos de invierno (trigo, avena, arveja, raps, lino, etc.), los de media estación (papa, remolacha, etc.), los tréboles y gramíneas criófilas (ballicas) y las plantaciones forestales, se producen muy bien desde el punto de vista climático, pero las lluvias pueden resultar excesivas en algunas oportunidades.

De acuerdo a los datos agroclimáticos estimados para el área y entregados en el Cuadro 2.1, efectivamente es un área con invierno benigno, la temperatura mínima media del mes más frío es de 5,6 °C, produciéndose apenas 1,7 días con temperaturas menores a 0°C con una probabilidad del 50%. El período libre de heladas alcanza a 320 días (más de 10 meses). Las acumulación de frío en el año es un poco superior a 800 horas, restringiendo levemente a frutales de hoja caduca exigentes en frío invernal (manzano, peral).

El verano es fresco, con una temperatura máxima media del mes más cálido (enero) de 22,2 °C y una acumulación de temperaturas efectivas de crecimiento de 1.120 grado-días en el año. Situación que restringe cultivos de verano exigentes en calor (maíz de larga duración, maravilla, cucurbitáceas).

2.3.2 Caracterización Hidrica

La evapotranspiración potencial mensual (ETP) estimada para el área del proyecto (Cañete) aparece en el Cuadro resumen. Como una forma de apreciar la magnitud de la variación interanual de la ETP, se indica a continuación una tabla con los valores obtenidos en Pto. Saavedra para una serie antigua de datos, pero igualmente valedera.

CUADRO Nº 2.1

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL PTO. SAAVEDRA (mm/día) (Penman)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965	4.69	4.51	3.14	2.04	1.26	1.17	1.20	1.79	2.13	2.40	3.64	3.88
1966	3.86	3.07	2.60	1.83	1.42	1.22	1.15	1.41	2.09	2.90	3.85	4.04
1967	4.22	3.75	2.91	1.09	0.99	0.85	0.73	1.40	2.09	2.90	3.84	3.78
1968	3.84	3.75	2.77	1.55	1.06	0.58	0.67	1.29	2.29	2.48	4.05	3.94
1969	3.90	3.63	2.83	2.03	0.98	0.84	1.01	1.05	2.37	2.67	3.71	4.04
1970	4.28	3.96	2.55	1.66	1.14	0.91	1.13	1.38	2.29	2.49	4.26	4.17
PROM:	4.13	3.78	2.80	1.70	1.14	0.93	0.98	1.39	2.21	2.64	3.89	3.98
SDEV:	0.34	0.47	0.22	0.36	0.17	0.24	0.23	0.24	0.12	0.22	0.22	0.13
CV %:	8.2	12.4	7.9	21.2	14.9	25.8	23.5	17.3	5.4	8.3	5.7	3.3

Como se puede ver en el Cuadro anterior la variación interanual de los meses estivales (diciembre a febrero) es pequeña, haciendo posible utilizar el valor promedio de ETP para el período de riego.

Para estimar la variación diaria de la ETP, para un mes en particular, se ha podido contar con información de evaporación de bandeja en esta misma estación. Ahora bien, de acuerdo a las condiciones generales de la zona (vientos leves a moderados, humedad relativa alta y vegetación rodeando la cubeta, se puede estimar en 0,85 el coeficiente de bandeja, de manera que, la ETP estimada con este método y suponiendo una distribución normal, de manera que el promedio coincida con la probabilidad 50%, se tienen los siguientes valores:

CUADRO Nº 2.2

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL DIARIA A PARTIR
DE EVAPORACION DE BANDEJA 1988-1990

PERIODO	DIC	ENE	FEB
1988 PROM:	4.3	4.0	4.0
SDEV:	0.653	0.622	0.159
1989 PROM:	3.3	3.9	4.0
SDEV:	1.734	0.679	0.538
1990 PROM:	4.0	3.1	3.1
SDEV:	0.618	0.437	0.670

Respecto al régimen de las precipitaciones, el área se ha caracterizado con información de la estación Cañete Riego, cuya serie corregida aparece en el Cuadro 2.7. Es necesario indicar que con esta estación queda bien caracterizada la zona de estudio, pero a medida que se aleje hacia la Cordillera de Nahuelbuta, el monto de las precipitaciones subirán considerablemente.

A partir de los valores mensuales de la serie corregida de precipitaciones, se ha estimado la variación estacional, algunos estadígrafos y probabilidades de excedencia. Con los valores anuales de la serie y ajustando una distribución log-normal se estableció la Duración General de la PP Anual y las probabilidades de excedencia.

CUADRO Nº 2.3

VALORES MEDIOS Y ESTADIGRAFOS DE DISPERSION DE LA PP MENSUAL
ESTACION CAÑETE RIEGO PERIODO 1961 - 1990

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRM:	36,2	33,8	42,3	73,2	175,4	213,2	228,3	188,1	182,8	76,7	57,4	48,4	1.263,7
SDEV:	33,46	37,88	23,99	60,38	182,28	82,29	113,60	79,63	56,95	46,15	42,82	35,84	283,49
C.V.:	0,92	1,10	0,57	0,83	0,58	0,39	0,50	0,42	0,56	0,60	0,75	0,87	0,22

CUADRO Nº 2.4

DURACION GENERAL DE LA PRECIPITACION ANUAL
ESTACION CAÑETE RIEGO, PERIODO 1961 - 1990

PROB. (%)	5	10	20	30	50	70	80	90	95
P (mm)	1.850	1.700	1.510	1.400	1.220	1.070	990	890	810

CUADRO Nº 2.5

VARIACION ESTACIONAL DE LA PRECIPITACION MENSUAL (mm)
ESTACION CAÑETE RIEGO, PERIODO 1961 - 1990

PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA (%)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
P20 :	72	54	62	110	250	275	305	260	135	117	90	84
P50 :	26	22	36	60	155	200	215	175	85	67	47	28
P85 :	0	4	18	15	75	128	117	107	63	38	28	5

De acuerdo al índice de humedad mostrado en el Cuadro 1, existen 3 meses con un valor inferior a 0,5, los que pueden considerarse como meses secos, incluso hay otros 2 meses con valor igual a 0,5. De manera que, existe cierta diferencia con los trabajos de clasificación climática realizados en el área, donde dicen que no existe un período seco. El índice de humedad se ha calculado con valores de precipitación promedio, si se calculara con valores 50 ú 85% de probabilidad (Cuadro Nº 2.5), la situación sería más desventajosa aún.

Respecto a las precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas, se ha calculado el monto de la precipitación para diferentes periodos de retorno, mediante un ajuste a la distribución de Gumbel, que se ha demostrado se ajusta muy bien a estas series de precipitaciones máximas, registradas en la zona central de Chile. Los resultados son:

CUADRO Nº 2.6

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES (mm) ESTACION CAÑETE RIEGO PERIODO 1962-1992

PERIODOS DE RETORNOS

TR (años)	5	10	15	25	50	100	200
P24 (mm)	66	77	83	91	101	111	121
P48 (mm)	103	120	130	142	158	174	190
P72 (mm)	130	152	165	180	201	222	243

2.3.3 Evaluación del Potencial Agroclimático

El resultado de la evaluación del potencial agroclimático de la zona de estudio, se muestra en una ficha donde se indican los cultivos ordenados en forma descendente, desde el más adaptado al menos adaptado. En las 5 primeras columnas de esta ficha y para cada especie, se han señalado los valores de los índices, en forma codificada, que adquieren frente a los 5 parámetros utilizados, los cuales se han explicado anteriormente. Además, en la ficha se incluye una sexta columna correspondiente al índice agroclimático en secano, el que resulta de la multiplicación de los 5 anteriores. Por último existe una séptima columna correspondiente al índice agroclimático en riego, el que se calcula igual que el anterior exceptuando al índice hídrico y es por el cual, las especies se ordenan de mayor a menor, apareciendo en primer lugar las más adaptadas a las condiciones climáticas de la zona. Este último índice supone un abastecimiento óptimo de agua.

Como se ha dicho, los índices descrito recientemente representan el efecto que cada variable climática ejerce sobre la adaptación de las especies cultivadas, calculado a partir del valor promedio que adquieren estas variables en la zona de estudio. Representan por lo tanto, tendencias históricas y no situaciones particulares de un año. En la realidad cada índice puede presentar una cierta variación interanual en torno al valor entregado en la ficha correspondiente.

Por otra parte, este modelo no considera algunos eventos climáticos que pueden afectar la producción comercial de las especies, como son las precipitaciones inoportunas y el viento, los que pueden ser considerados como accidentes climáticos, importantes en esta zona pero difícil de evaluar su efecto en la productividad. Tampoco considera la humedad relativa, muy alta en la zona y con efecto perjudicial en los aspectos sanitarios.

CUADRO 2.7
PRECIPITACION OBSERVADA (mm)

ESTACION: CAÑETE RIEGO LAT: 37° 50' LONG: 73° 23' ALT: 25 m

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1961	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
1962	22.0	0.0	31.0	130.0	42.0	216.0	48.5	229.0	24.0	3.0	104.5	11.0	861.0
1963	9.0	18.0	45.0	99.0	82.0	240.0	216.0	278.0	47.0	106.0	84.0	23.0	1247.0
1964	59.0	22.0	28.0	52.0	170.0	118.0	118.0	222.0	70.0	22.0	42.0	88.0	1011.0
1965	0.3	51.0	34.3	162.0	149.0	293.0	322.0	331.0	79.0	87.0	146.0	56.5	1711.1
1966	0.0	0.0	64.5	97.9	100.4	340.0	235.5	203.6	317.9	31.7	24.0	99.8	1515.3
1967	82.0	63.0	1.6	26.0	139.9	129.3	307.3	240.0	110.0	110.0	32.0	42.0	1291.1
1968	0.0	153.0	21.3	64.8	63.0	132.0	113.0	***	***	***	***	***	***
1969	0.0	30.0	0.0	245.9	230.0	318.0	263.0	240.0	86.5	89.0	92.0	0.9	1603.3
1970	45.0	12.0	48.0	85.0	127.0	196.0	253.0	167.0	96.0	42.0	37.0	92.0	1200.0
1971	63.0	59.0	25.0	50.0	137.0	236.0	247.0	137.0	96.0	60.0	17.0	14.0	1141.0
1972	17.0	3.0	56.0	128.0	168.0	170.0	296.2	198.0	112.0	48.0	28.0	19.0	1243.2
1973	23.0	14.0	40.0	50.0	203.0	267.0	197.0	130.0	54.0	106.0	24.0	36.0	1144.0
1974	105.0	19.0	25.0	2.0	143.0	477.0	109.5	99.0	65.0	41.0	55.0	42.0	1182.5
1975	***	141.0	14.0	122.0	282.0	245.0	270.0	108.0	74.0	103.0	67.0	31.0	***
1976	34.0	30.0	25.0	5.0	141.0	238.0	90.5	157.0	72.5	111.5	114.0	63.5	1082.0
1977	76.0	12.5	29.5	84.5	337.5	206.3	502.5	321.0	60.0	141.0	82.5	67.0	2000.3
1978	13.0	11.0	18.0	3.0	183.0	191.5	540.0	134.0	210.0	124.0	74.0	7.0	1508.5
1979	33.0	5.0	19.0	58.0	145.0	86.0	242.0	332.0	235.0	45.0	107.0	71.0	1370.0
1980	1.0	83.0	24.0	234.0	412.0	221.0	235.0	177.0	94.0	2.0	44.0	90.0	1617.0
1981	85.0	12.0	82.0	30.0	452.0	122.0	234.0	61.0	77.0	32.0	15.0	18.0	1220.0
1982	99.0	38.0	34.0	***	297.0	280.0	354.0	163.0	124.0	164.0	31.0	***	***
1983	0.0	0.0	17.0	34.0	68.0	241.5	175.5	192.0	150.0	13.0	0.0	6.0	897.0
1984	12.0	56.5	12.0	18.5	449.0	168.0	337.0	46.0	176.0	194.5	44.5	14.5	1520.5
1985	67.1	***	***	***	182.0	198.0	189.0	90.0	159.0	91.0	57.0	1.5	***
1986	28.0	36.5	82.0	155.5	267.0	302.0	156.0	199.5	64.0	47.5	***	9.0	***
1987	0.0	25.0	68.0	34.0	72.3	101.5	***	127.5	73.0	52.6	21.0	10.0	***
1988	***	***	10.0	32.0	42.0	126.7	121.0	167.0	65.8	***	22.1	31.4	***
1989	26.0	***	47.0	12.0	50.8	185.9	195.5	135.9	63.3	39.4	26.1	96.3	***
1990	10.0	***	57.5	123.7	162.5	100.6	104.6	92.3	***	***	***	***	***
1991	***	***	***	***	***	167.2	254.8	74.0	75.0	***	***	***	***

*** : Sin información.

CUADRO Nº 2.8

PRECIPITACION CORREGIDA (mm)

ESTACION: CAÑETE RIEGO													LAT: 37° 50'	LONG: 73° 23'	ALT: 25 m
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
1961	90.9*	10.4*	99.0*	16.3*	172.4*	232.3*	382.8*	244.8*	142.6*	51.5*	21.0*	0.0*	1464.0		
1962	22.0	0.0	31.0	130.0	42.0	216.0	48.5	229.0	24.0	67.1*	104.5	11.0	925.1		
1963	9.0	18.0	45.0	99.0	82.0	240.0	216.0	278.0	78.1*	106.0	84.0	23.0	1270.1		
1964	59.0	22.0	28.0	52.0	170.0	110.0	118.0	222.0	70.0	22.0	42.0	80.0	1011.0		
1965	0.3	51.0	34.3	162.0	149.0	293.0	322.0	331.0	79.0	87.0	146.0	56.5	1711.1		
1966	0.0	0.0	64.5	97.9	100.4	340.0	235.5	203.6	317.9	31.7	24.0	99.8	1515.3		
1967	82.0	63.0	42.3*	26.0	139.9	129.3	307.3	240.0	110.0	110.0	32.0	42.0	1331.8		
1968	0.0	153.0	21.3	64.8	63.0	132.0	113.0	100.0*	78.1*	62.7*	49.6*	98.6*	936.9		
1969	0.0	30.0	40.5*	245.9	230.0	310.0	263.0	240.0	86.5	89.0	92.0	0.9	1643.8		
1970	45.0	12.0	48.0	85.0	127.0	196.0	253.0	167.0	96.0	42.0	37.0	92.0	1200.0		
1971	63.0	59.0	25.0	50.0	137.0	236.0	247.0	137.0	96.0	60.0	17.0	78.4*	1205.4		
1972	17.0	3.0	56.0	120.0	168.0	170.0	296.2	198.0	112.0	143.9*	28.0	19.0	1339.1		
1973	23.0	14.0	40.0	50.0	203.0	267.0	197.0	130.0	54.0	106.0	24.0	36.0	1144.0		
1974	105.0	19.0	25.0	2.0	143.0	477.0	109.5	99.0	65.0	41.0	55.0	42.0	1182.6		
1975	4.1*	141.0	14.0	122.0	202.0	245.0	270.0	108.0	74.0	103.0	67.0	31.0	1461.1		
1976	34.0	30.0	25.0	5.0	141.0	230.0	98.5*	157.0	72.5	111.5	114.0	63.5	1090.0		
1977	76.0	12.5	29.5	84.5	337.5	286.3	502.5	321.0	60.0	141.0	82.5	67.0	2000.3		
1978	13.0	11.0	18.0	3.0	103.0	191.5	540.0	134.0	210.0	124.0	74.0	7.1	1500.6		
1979	33.0	5.0	19.0	50.0	145.0	86.0	242.0	332.0	89.5*	45.0	107.0	71.0	1232.5		
1980	1.0	83.0	24.0	234.0	412.0	221.0	235.0	177.0	94.0	2.0	44.0	90.0	1617.0		
1981	85.0	12.0	82.0	30.0	452.0	122.0	234.0	171.5*	77.0	32.0	15.0	18.0	1330.5		
1982	99.0	38.0	34.0	50.0*	297.0	200.0	354.0	163.0	124.0	164.0	31.0	0.0*	1634.0		
1983	49.4	34.7	17.0	34.0	68.0	241.5	175.5	192.0	150.0	44.5*	0.0	6.0	1012.6		
1984	12.0	56.5	12.0	10.5	203.0*	160.0	171.7*	46.0	176.0	194.5	44.5	14.6	1118.1		
1985	67.1	15.4*	44.0*	76.2*	182.0	190.0	189.0	90.0	159.0	91.0	57.0	1.5	1170.2		
1986	20.0	36.5	82.0	67.6*	267.0	178.5	156.0	199.5	64.0	47.5	191.6*	9.0	1327.2		
1987	0.0	25.0	68.0	76.2*	72.3	101.5	107.6*	127.5	73.0	52.6	21.8	10.0	735.5		
1988	33.0*	0.0*	96.0*	32.0	42.0	126.7	167.0	354.5*	65.2*	22.1	30.4*	23.0*	992.7		
1989	26.0	18.1*	47.0	42.7*	66.0*	185.9	195.5	135.9	63.3	39.4	26.1	96.3	943.0		
1990	10.0	41.0*	57.5	52.1*	103.5*	162.5	100.6	104.6	92.3	68.3*	60.7*	17.0*	879.9		
PROM:	36.2	33.8	42.3	73.2	175.4	213.2	228.3	188.1	102.0	76.7	57.4	40.4			
SDEV:	33.46	37.00	23.99	60.38	102.20	82.29	113.60	79.63	56.95	46.15	42.82	35.04			
C.V.:	0.92	1.10	0.57	0.83	0.58	0.39	0.50	0.42	0.56	0.60	0.75	0.87			
Min.:	0.0	0.0	12.0	2.0	42.0	86.0	48.5	46.0	24.0	2.0	0.0	0.0			
Max.:	105.0	153.0	99.0	245.9	452.0	477.0	540.0	354.5	317.9	194.5	191.6	99.8			

* : Valor estimado o corregido.

COADRO Nº 2.9

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES (mm)

ESTACION: CAÑETE RIEGO LAT: 37º 50' LONG: 73º 23' ALT: 25 m

AÑO	MAXIMA EN 24 hrs.		MAXIMA EN 48 hrs.		MAXIMA EN 72 hrs.	
	PP	FECHA	PP	FECHA	PP	FECHA
1962	56.0	17 DIC	80.0	21 JUN	106.0	26 ABR
1963	58.0	26 JUL	71.0	20 AGO	88.0	19 AGO
1964	55.0	25 AGO	105.0	24 AGO	139.0	24 AGO
1965	80.0	16 JUN	110.0	15 JUN	112.0	14 JUN
1966	49.0	29 AGO	60.0	28 AGO	94.0	27 AGO
1967	89.0	14 JUL	148.0	14 JUL	197.0	13 JUL
1968	42.0	16 AGO	55.0	9 DIC	69.0	3 FEB
1969	49.0	24 JUN	66.0	12 AGO	96.0	6 JUN
1970	42.0	24 JUN	72.0	11 JUL	84.0	11 JUL
1971	37.0	4 SEP	48.0	27 JUN	62.0	24 JUL
1972	30.0	21 JUL	58.0	21 JUL	61.0	21 JUL
1973	39.0	8 JUL	62.0	7 JUL	82.0	6 JUL
1974	50.0	6 JUN	96.0	27 JUN	134.0	27 JUN
1975	41.0	16 OCT	65.0	25 MAY	76.0	4 FEB
1976	50.0	12 JUN	80.0	12 JUN	98.0	12 JUN
1977	90.5	3 MAY	133.5	6 MAY	142.0	5 MAY
1978	47.0	17 JUL	78.0	12 JUL	90.0	17 JUL
1979	50.0	29 AGO	65.0	28 JUL	86.0	28 JUL
1980	50.0	26 JUN	99.0	12 MAY	149.0	11 MAY
1981	49.0	12 JUN	80.0	1 MAY	116.0	1 MAY
1982	48.0	14 JUL	90.0	14 JUL	114.0	13 JUL
1983	47.0	13 JUN	81.0	23 SEP	120.5	13 JUN
1984	68.0	16 JUL	126.0	15 JUL	163.0	14 JUL
1985	57.0	23 MAY	73.0	9 SEP	86.0	23 MAY
1986	84.0	12 JUN	117.5	11 JUN	120.5	11 JUN
1987	39.5	26 MAR	42.5	26 MAR	50.5	24 MAR
1988	33.0	27 JUL	52.5	27 JUL	52.5	26 JUL
1989	35.5	22 JUL	61.5	27 JUN	76.0	26 JUN
1990	70.2	14 ABR	84.2	14 ABR	86.7	14 ABR
1991	42.6	26 JUL	69.5	7 JUL	74.8	7 JUL

CUADRO Nº 2.10
 CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DEL AREA DE CAÑETE

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (°C)	22.2	22.0	20.6	18.4	16.0	14.0	12.9	13.1	14.5	16.7	19.1	21.1	17.6
T. MIN (°C)	11.3	11.3	10.5	9.2	7.6	6.3	5.6	5.6	6.4	7.7	9.3	10.6	8.5
T. MED (°C)	16.0	15.9	14.9	13.2	11.3	9.7	8.8	8.9	10.0	11.6	13.6	15.1	12.4
SUMA T. (D.G.)	180	177	146	97	61	39	24	31	43	68	107	154	1128
S.T. ACUMU. (D.G.)	553	730	876	974	1034	1073	1097	1128	43	111	218	372	1128
HRS. FRIO	0	0	0	10	50	140	230	222	128	44	0	0	834
H.P. ACUMU.	824	824	824	834	50	191	421	643	771	815	823	824	834
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7
R. SOLAR (Ly/día)	476	410	312	210	131	96	114	100	278	300	459	494	295
PRECIPIT. (mm)	36.2	33.8	42.3	73.2	175.4	213.2	228.3	188.1	102.0	76.7	57.4	40.4	1267.0
PP. EPECT. (mm)	35	32	40	65	125	133	133	130	87	68	52	38	938
HUM. REL. (%)	76	76	78	80	82	84	85	85	83	81	79	77	81
EVAP. POT. (mm)	143	110	85	51	35	28	30	43	67	86	117	138	933
DEP. HIDR. (mm)	107	76	43	0	0	0	0	0	0	9	60	98	392
EXC. HIDR. (mm)	0	0	0	22	140	185	198	145	35	0	0	0	726
IND. HUMED.	0.25	0.31	0.50	1.44	5.01	7.61	7.61	4.37	1.52	0.89	0.49	0.29	1.36

S.T. ACUMU. : Suma de temperaturas efectivas acumuladas a partir del 1º de Septiembre.

H.P. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1º de Mayo.

Fecha primera helada (50% prob.) : 21 de Junio

Fecha última helada (50% prob.) : 5 de Agosto

Periodo libre de helada (50% prob.) : 321 días

Periodo de receso vegetativo ($T < 10^{\circ}\text{C}$): 92 días

Nº días cálidos en el año ($T_x > 25^{\circ}\text{C}$) : 18 días

Periodo seco (PP/EPT < 0,5) : 3 meses

CUADRO Nº 2.11

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DEL SECTOR CAÑETE

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC. HIDRC.	INDC. AGROCL SECAN.	AGROCL RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Arveja	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Papas	1	1	1	*	1	0.92	1.00	Sin limitac
Trigo Inv.	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Lupino	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Cebada	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Avena	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Ballica	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
T. Rosado	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
T. Blanco	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
T. Subter.	1	1	1	*	1	0.98	1.00	Sin limitac
Alfalfa	1	1	1	*	2	0.73	0.96	Sin limitac
Espárrago	1	1	1	*	3	0.52	0.96	Sin limitac
Alcachofa	1	1	1	*	2	0.80	0.95	Sin limitac
Ciruelo	1	1	1	1	2	0.83	0.94	Sin limitac
Frambuesa	1	1	1	*	3	0.60	0.96	Sin limitac
Frutilla	1	1	1	*	3	0.60	0.96	Sin limitac
Cerezo	1	1	1	1	2	0.72	0.90	Limit. leve
Ají	1	1	1	*	3	0.57	0.88	Limit. leve
Tomate	2	1	1	*	3	0.57	0.88	Limit. leve
Frejol	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Cebolla	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Repollo	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Coliflor	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Ajo	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Garbanzo	2	1	1	*	1	0.64	0.65	Limit. leve
Zanahoria	2	1	1	*	3	0.53	0.82	Limit. leve
Peral	2	1	1	2	2	0.51	0.64	Lim. moderad
Manzano	2	1	1	2	2	0.51	0.64	Lim. moderad
Durazno	2	1	1	1	2	0.55	0.62	Lim. moderad
Cucurbit.	3	1	1	*	2	0.42	0.62	Lim. moderad
Papayo	2	2	1	*	2	0.47	0.55	Lim. moderad
Maravilla	3	1	1	*	3	0.26	0.40	Lim. moderad
Olivo	3	1	1	*	1	0.40	0.40	Lim. moderad
Almendra	3	1	1	1	1	0.40	0.40	Lim. moderad
Maíz	3	1	1	*	3	0.22	0.40	Lim. moderad
Nogal	3	1	1	2	2	0.28	0.35	Lim. severa
Jojoba	4	1	1	*	2	0.13	0.15	Lim. severa
Palto	4	1	1	*	2	0.11	0.15	Lim. severa
Chirimoyo	4	1	1	*	2	0.12	0.15	Lim. severa
Limón	4	1	1	*	2	0.08	0.12	Lim. severa
Lúcumo	4	1	1	*	2	0.10	0.12	Lim. severa
Naranjo	4	1	1	*	2	0.08	0.12	Lim. severa
Algodón	Ex	1	1	*	1	0.02	0.02	Excluido
Vid	Ex	1	1	1	1	0.02	0.02	Excluido

Los códigos en los índices parciales tienen el siguiente significado :

- 1 - No provoca limitaciones para una producción comercial
- 2 - Existen limitaciones leves para esta especie
- 3 - Provoca limitaciones moderadas a esta especie
- 4 - Provoca limitaciones severas para la especie
- Ex - Esta variable excluye a la especie
- * - Variable no incidente sobre esta especie

2.4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CHILE. 1990. Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 Días. Ministerio de Obras Pública, Dirección General de Aguas.

DI CASTRI F. 1966. Esquisse écologique au Chili. Biologie de l'Amérique Australe. Tome IV. CNRS, Paris.

DI CASTRI F. y HAJEK E. 1976. Bioclimatografía de Chile. Universidad Católica de Chile. Santiago. 129 p.

FUENZALIDA H. P. 1965. Climatología, Geografía Económica de Chile (Texto Refundido) CORFO, Santiago-Chile 885 p.

MERLET H. 1986. Evapotranspiración Potencial y Necesidades Netas de Agua de Riego en Chile. Tesis Ing. Agr., Santiago, Universidad de Chile, Escuela de Agronomía. 82p.

MERLET H. y SANTIBAÑEZ F. 1987 Evaluación y cartografía de la evapotranspiración potencial en la zona de climas mediterráneos de Chile. Bol. Técnico Fac. de Cs. Agr. y Forest. U. de Chile. 48:30-55.

MERLET H. 1989. Fenología y requerimientos edafoclimáticos de algunas especies seleccionadas. Informe Técnico. CIREN-CORFO. Santiago. 98 p.

MERLET H. y Otros. 1990. Análisis de modelos de diagnóstico agroecológico. Informe Técnico. CIREN-CORFO. Santiago. Tomo 1, Metodología 29 p. y Tomo 2, Clima 288 p.

NOVOA R. y VILLASECA S. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. MINAGRI. Santiago-Chile. 221 p.

RODRIGUEZ E. 1971. Clasificación Climática W. Köppen. Depto. Geografía y Planificación regional. Universidad Católica. Publ. No1.

ROMERO H. 1985. Geografía de los Climas. Instituto Geográfico Militar. Santiago-Chile. 243 p.

PAPADAKIS J. 1973. Regiones Ecológicas de Chile. Inf. Técnico N°3 FAO. Roma.

CAPITULO 3 FLUVIOMETRIA

3.1 DISPONIBILIDAD DE AGUA

3.1.1. Antecedentes

3.1.1.1. Sistema Hidrológico

El sector donde se encuentra el emplazamiento de la bocatoma del canal Cayucupil y la futura bocatoma del canal Peleco, corresponde a la cuenca del río Leiva, que es una cuenca costera que drena un sector de la vertiente occidental de la Cordillera de Nahuelbuta.

Como se aprecia en la figura 3.1, el río Leiva esta formado por la confluencia de los ríos Cayucupil y Reputo; el río Cayucupil recibe aportes de agua del río Butamalal. Al unirse los ríos Leiva y Tucapele, en Cañete, se forma el río Peleco y al unirse este último con el desague del Lago Lanalhue, se forma el río Paicaví que entrega sus agua al océano.

3.1.1.2. Estaciones Fluviométricas

En la cuenca del río Leiva, la Dirección General de Aguas (D.G.A.), ha instalado tres estaciones de control fluviométrico que corresponden a las indicadas en la figura 3.1 y el cuadro N° 3.1, respectivamente :

CUADRO N° 3.1

ESTACIONES DE CONTROL FLUVIOMETRICOS.

Estación	Código DGA	Latitud Sur	Longitud Oeste	Area Km ²
CAYUCUPIL EN CAYUCUPIL	8821001	37:49	73:15	167
BUTAMALAL EN BUTAMALAL	8821002	37:52	73:10	118
REPUTO EN REPUTO	8821003	37:52	73:20	15

3.1.1.3. Información Disponible

En el Cuadro N° 3.2 se presenta un índice de la información fluviométrica disponible en la cuenca del río Leiva. Esta información se encuentra almacenada, a nivel diario, en los registros del Banco Nacional de Aguas de la D.G.A., pudiéndose extraer de ella los caudales medios mensuales, que es la información que interesa en este caso.

CUADRO N° 3.2

INDICE DE INFORMACION DISPONIBLE.

NOMBRE ESTACION	1950		1960		1970		1980							
	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
RIO CAYUCUPIL EN CAYUCUPIL	5	cccccccccccccccc	b	cc	8	6	b	cccccccccccc						
RIO BUTAMALAL EN BUTAMALAL	4	cccccc	9	cc	8	cccc	4	b	ccccca	5	8	cccccccccccc	b	cccc
RIO REPUTO EN REPUTO	4	b	c	a	b	cccccccccccc	c	b	cccccccc	c	b	cccccccc		

- 1,2..9 : NUMERO DE MESES CON INFORMACION EN EL AÑO
a : AÑO CON 10 MESES DE INFORMACION
b : AÑO CON 11 MESES DE INFORMACION
c : AÑO CON 12 MESES DE INFORMACION

En los cuadros N° 3.3 al 3.5, se presenta la información sobre caudales medios mensuales en la cuenca del río Leiva, disponibles en la D.G.A.

CUADRO N° 3.3

ESTADISTICA ORIGINAL D.G.A.
BUTAMALAL EN BUTAMALAL.

Caudal Medio Mensual (m3/s)												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1950	-	-	-	-	-	-	-	12.5	-	8.54	6.95	4.34
1951	3.61	4.32	3.60	2.15	10.3	19.0	15.0	7.24	10.2	8.51	8.52	3.18
1952	2.19	1.90	3.89	1.64	4.89	4.73	4.28	6.88	3.54	3.73	2.89	1.62
1953	2.98	1.56	1.47	1.64	5.52	5.18	13.5	23.7	19.6	10.4	5.63	3.88
1954	2.73	2.53	1.85	2.92	4.44	11.8	14.0	17.8	9.43	6.09	3.50	2.75
1955	2.12	2.51	1.63	1.83	3.32	7.59	5.78	6.23	5.91	4.09	2.43	3.10
1956	6.53	1.98	2.14	4.62	6.82	3.05	10.5	8.36	7.44	6.50	2.04	1.87
1957	1.52	1.39	1.25	1.04	7.93	8.00	26.7	-	-	-	5.33	5.25
1958	2.26	1.63	1.24	1.40	13.9	15.2	11.9	12.4	6.47	4.56	4.26	3.03
1959	3.74	1.95	1.65	8.64	4.80	5.48	16.7	11.4	26.0	7.73	4.88	2.87
1960	3.02	2.15	1.76	1.90	1.78	27.3	8.77	5.80	-	-	-	-
1961	2.55	1.78	1.75	1.43	2.29	13.7	40.6	7.48	23.9	5.78	5.60	3.08
1962	1.68	1.47	.694	.878	1.93	8.59	4.61	6.03	2.25	2.11	1.24	.604
1963	.510	.536	.211	.529	.965	3.58	4.77	22.6	16.6	4.50	4.46	2.89
1964	1.54	1.49	.924	.790	3.17	4.09	3.57	11.4	10.3	7.69	4.95	3.03
1965	2.28	9.28	5.07	-	-	-	-	-	-	-	-	6.88
1966	2.48	2.03	1.13	-	3.92	22.3	24.9	9.94	14.9	3.60	4.47	4.40
1967	4.66	2.91	1.72	1.19	8.78	5.78	38.3	16.2	7.61	6.34	4.45	2.81
1968	1.56	1.96	1.47	.994	1.13	1.68	3.62	2.28	7.21	2.61	3.78	2.41
1969	.980	1.06	.810	2.72	3.38	20.6	12.8	21.6	4.73	4.11	4.72	1.83
1970	1.38	1.06	1.02	2.85	7.29	39.8	22.1	8.13	6.40	3.17	1.90	2.70
1971	1.57	2.22	1.76	3.41	6.80	22.7	26.9	12.0	5.55	34.8	2.10	6.00
1972	2.83	2.55	2.86	1.90	18.1	44.9	19.6	22.0	8.24	14.5	-	-
1973	-	1.69	1.89	1.31	10.3	19.7	-	-	-	-	-	-
1974	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	9.75	19.2	24.1	13.7	4.43	8.22	4.80	1.77
1976	1.45	.831	1.21	.631	1.76	16.0	3.71	4.72	6.18	6.81	2.46	2.73
1977	1.36	.604	1.20	4.05	13.1	10.1	34.6	12.6	10.0	10.4	7.87	5.55
1978	1.58	.733	.774	.850	8.43	7.00	36.2	5.37	6.97	10.1	5.68	2.01
1979	.87	.455	.440	.871	5.66	1.66	9.07	23.8	8.53	2.94	2.60	13.5
1980	2.11	9.35	1.49	7.01	13.0	15.7	16.5	17.7	5.58	4.64	3.41	4.19
1981	2.81	.755	.707	8.41	29.5	7.97	9.55	4.38	5.24	2.36	1.48	1.00
1982	1.67	.702	.337	.798	6.69	8.01	15.3	9.18	8.07	10.4	5.17	3.13
1983	2.27	1.84	1.59	2.08	2.77	5.80	6.93	9.59	5.95	4.34	2.73	1.81
1984	1.29	1.25	1.13	1.13	6.36	5.90	10.3	7.27	6.17	6.42	5.37	3.39
1985	2.49	1.75	1.74	2.40	6.74	6.50	11.2	5.80	5.95	4.21	4.12	2.16
1986	1.80	1.47	1.96	2.37	5.82	10.40	5.97	6.45	4.94	4.00	4.99	3.35
1987	2.13	1.66	1.61	1.81	2.49	4.11	-	9.46	6.74	4.66	3.75	2.39
1988	1.83	1.27	1.35	1.27	1.41	3.84	4.68	6.06	4.76	3.69	2.76	2.31
1989	1.59	1.23	1.31	1.30	1.29	5.01	6.19	7.26	4.80	3.10	2.65	2.86
1990	1.74	1.21	3.20	3.76	2.98	9.31	6.09	10.50	12.20	6.09	4.82	2.85

CUADRO Nº 3.4

**ESTADISTICA ORIGINAL D.G.A.
CAYUCUPIL EN CAYUCUPIL.**

Caudal Medio Mensual (m3/s)												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1950	-	-	-	-	-	-	-	21.9	23.3	15.8	11.9	6.28
1951	4.66	4.08	3.41	2.92	12.0	24.2	24.6	15.3	14.3	10.4	9.51	5.07
1952	3.62	2.88	4.24	2.84	5.26	4.53	7.42	6.30	5.07	4.56	4.27	3.13
1953	3.15	2.64	2.60	2.49	4.93	7.78	18.4	35.1	31.4	17.2	8.89	5.13
1954	3.46	3.10	2.82	3.03	4.27	18.8	33.7	36.7	19.9	11.8	7.57	5.43
1955	3.95	4.96	2.58	2.87	4.63	11.3	8.91	8.24	8.31	6.06	5.09	4.93
1956	8.02	4.15	4.58	10.2	10.2	5.76	17.9	11.1	8.64	6.19	5.01	4.09
1957	3.83	3.68	3.66	3.53	10.7	11.7	24.4	45.3	25.2	11.7	9.69	12.0
1958	5.10	4.18	4.10	9.45	14.7	37.7	41.4	53.7	19.5	13.4	8.39	4.92
1959	5.88	3.66	3.45	7.02	7.90	9.87	23.9	19.7	20.5	14.9	7.85	4.90
1960	6.18	4.29	2.30	2.39	3.95	28.3	19.1	13.5	12.4	18.5	2.69	2.64
1961	2.34	2.09	2.09	2.31	3.28	22.1	48.6	31.2	68.0	23.6	7.10	4.90
1962	4.59	3.65	3.48	3.50	3.61	15.7	6.85	6.02	1.22	.756	.541	.359
1963	.406	.241	1.01	2.52	4.57	31.2	43.8	43.8	25.7	17.4	13.6	9.94
1964	8.98	6.10	5.76	5.06	4.23	8.06	8.82	18.4	18.4	3.30	2.21	1.45
1965	.761	8.02	.893	8.44	7.48	24.2	26.8	69.6	20.1	13.8	11.9	17.6
1966	5.65	3.59	2.58	-	8.77	36.8	37.7	21.8	19.8	11.6	7.70	12.6
1967	8.21	4.48	3.39	2.40	7.75	6.35	23.3	14.4	12.6	8.87	5.65	3.94
1968	3.29	2.83	2.52	2.27	2.87	2.96	5.05	1.07	6.82	4.34	5.73	4.10
1969	2.20	3.31	1.66	3.60	7.66	23.6	16.4	25.4	-	-	-	-
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	-	-	-	-	11.7	16.9	19.6	11.2	1.32	.671	-
1972	5.85	-	4.07	2.86	12.4	27.4	19.3	24.9	15.8	18.2	11.5	5.92
1973	-	5.95	3.02	2.96	9.22	13.6	20.5	16.0	9.50	12.9	6.14	4.94
1974	4.85	2.63	3.36	2.08	7.33	38.5	13.5	12.5	10.3	8.00	7.38	5.64
1975	3.46	4.99	2.32	7.70	11.7	18.8	27.8	19.3	9.54	8.58	6.90	4.71
1976	3.93	2.08	2.57	1.71	3.75	14.7	9.27	8.54	7.51	12.4	6.03	5.41
1977	3.28	2.18	2.33	3.17	15.9	13.0	31.2	23.3	15.4	16.2	10.4	6.62
1978	2.84	1.96	1.82	1.54	8.80	12.7	31.2	15.4	14.3	14.1	10.2	4.16
1979	2.46	1.71	1.47	1.42	3.24	2.39	7.57	16.9	17.2	9.95	7.91	7.48
1980	2.70	8.17	2.47	7.67	17.6	20.1	21.3	20.4	11.1	6.38	5.40	3.43
1981	4.83	2.52	2.04	3.01	25.0	12.9	18.4	12.4	10.2	5.73	3.49	2.43
1982	2.98	2.97	1.82	2.18	7.43	16.9	21.3	17.8	19.7	16.0	8.84	5.29
1983	3.71	3.02	2.76	3.29	5.26	8.91	11.3	11.2	11.4	8.02	4.98	3.37

ESTADISTICA ORIGINAL D.G.A.
 REPUTO EN REPUTO.

Caudal Medio Mensual (m3/s)												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	.700	.480	.353	.208
1951	.169	.163	.134	.093	.646	2.04	-	.598	.646	.481	.401	.319
1952	.149	.169	.230	.184	.261	.329	.529	.533	.440	.415	.295	.188
1953	.192	.149	.138	.100	.412	.519	1.55	1.95	1.71	.621	-	-
1954	-	.140	.092	.126	.344	.901	1.63	1.81	.884	.490	.311	.215
1955	.150	.143	.120	.150	.201	.791	-	.755	.718	.430	.277	.266
1956	.338	.225	.214	.265	.593	.513	1.31	1.46	.990	.683	.558	.349
1957	.321	.223	.140	.218	.518	.866	1.40	2.18	1.11	.476	.228	.171
1958	.123	.094	.086	.148	.405	1.58	1.73	1.74	.964	.614	.521	.179
1959	.183	.155	.145	.463	.552	.924	1.87	1.75	1.82	.731	.387	.174
1960	.143	.108	.082	.100	.103	.664	.805	.763	.592	1.03	.444	.213
1961	.179	.130	.131	.132	.228	.514	1.21	.849	1.10	.655	.351	.214
1962	.150	.136	.137	.125	.131	.176	.166	.388	.298	.204	.133	.085
1963	.075	.068	.063	.091	.105	.128	.306	.696	1.25	.727	.446	.293
1964	.180	.150	.097	.122	.210	.314	.322	.443	.853	.419	.246	.232
1965	.129	.127	.101	.172	.399	.786	1.17	1.96	1.16	.872	.747	.816
1966	.341	.217	.192	.181	.188	.579	-	.907	.980	.516	.318	.269
1967	.209	.138	.142	.130	.204	.239	1.02	.769	.851	.413	.212	.133
1968	.096	.071	.090	.100	.116	.148	.216	.228	.290	.231	.212	.186
1969	.131	.097	.079	.123	.187	.661	.770	1.40	.505	.431	.320	.232
1970	.152	.124	.111	.110	.150	.365	.854	.711	.465	.306	.196	.175
1971	.130	.160	.112	.111	.163	.286	.796	.654	.424	.343	.220	.230
1972	.167	.166	.159	.144	.443	.796	.917	.962	.700	.717	.608	.354
1973	.278	.192	.168	.160	.206	.552	.752	.579	.440	.410	.334	.257
1974	.187	.141	.124	.088	.112	.447	.419	.462	.324	.280	.180	.133
1975	.097	.098	.106	.275	.390	.910	1.74	.930	-	.481	.434	.318
1976	.173	.148	.109	.099	.107	.420	.384	.451	.400	.414	.320	.208
1977	.136	.094	.090	.091	.698	.858	2.28	1.66	.627	.743	.490	.331
1978	.210	.130	.107	.092	.176	.297	1.98	1.17	.922	.733	.474	.308
1979	.241	.157	.144	.111	.249	.228	.267	.806	.884	.423	.429	.376
1980	.209	.195	.158	.322	1.35	1.30	1.32	1.27	.607	.361	.245	.212
1981	.171	.141	.097	.095	.990	.814	1.22	.673	.508	.336	.194	.116
1982	.132	.109	.097	.102	.254	.729	1.41	.882	.722	.590	.380	.150
1983	.091	.080	.079	.533	.279	.468	.566	.462	.473	.327	.153	.077

3.1.2. Informe sobre las Estaciones

En mayo de 1983, la empresa de consultores BF Ingenieros Civiles, entregó a la D.G.A. un informe denominado "Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, VIII Región". En base a lo expuesto en ese documento, a la información recopilada desde la D.G.A. y al recorrido del emplazamiento de las estaciones, se presenta una breve reseña sobre cada estación.

3.1.2.1. Río Butamalal en Butamalal

Esta estación corresponde a una estación limnimétrica con observador, se ubica poco aguas arriba de la confluencia de este río con el Cayucupil e inmediatamente aguas arriba de la localidad de Cayucupil.

La estación posee información desde el año 1950, aunque se encuentra incompleta e interrumpida. La sección de control posee un lecho definido en los meses de estiaje, pero que puede presentar problemas en los meses de invierno durante las crecidas. Durante este período es poco accesible y sufre problemas en la definición del cauce.

Según los antecedentes entregados por la D.G.A., esta estación se considera secundaria en la red fluviométrica actual.

3.1.2.2. Cayucupil en Cayucupil

Esta estación corresponde a una estación limnimétrica con observador suprimida por la D.G.A. en 1984. La estación se encontraba ubicada poco antes de la confluencia del Butamalal con este río, posee un registro de estadística entre los años 1950 y 1983, aunque incompleta e interrumpida.

La sección donde estaba emplazada tenía muy malas condiciones hidráulicas por cuanto el lecho era inestable y poco definido en las crecidas. Además, se encontraba alterada por las extracciones del canal Cayucupil, ubicado aguas arriba de ella.

3.1.2.3. Río Reputo en Reputo

El río Reputo confluye con el Cayucupil, conformando el río Leiva. Esta estación limnimétrica con observador fue suprimida por la D.G.A. en 1984 y se encontraba ubicada aproximadamente a tres kilómetros aguas arriba de la confluencia de ambos ríos. La estación posee un registro no interrumpido aunque incompleto entre 1950 y 1983; desde 1975 existió una sección revestida lo que manifiesta un cambio en la curva de descarga. Esta estación se encontraba afectada por las extracciones que se realizan para riego en la zona, por lo que su régimen natural está alterado.

En general, la cuenca del río Leiva se encuentra, desde el punto de vista hidrológico, alterada por la actividad forestal que en ella se realiza. La plantación de varios cientos de hectáreas de pinos y eucaliptus, alteran las relaciones Precipitación - escorrentía, lo que produce una variación del rendimiento hídrico de la cuenca.

La supresión de las dos últimas estaciones corresponden a un plan de racionalización de sus recursos efectuado por la Dirección General de Aguas (DGA), en base a los resultados del informe mencionado al principio de este punto.

3.1.3. Preparación de la Estadística

3.1.3.1. Revisión de la Estadística Original

En la primera parte del trabajo se procedió a revisar la estadística de Caudal Medio Mensual (Qmm), Original proporcionada por la D.G.A. en base a la estadística de caudales diarios.

El objetivo de esta revisión es detectar y corregir valores distorsionados y estudiar caso por caso los valores estimados de Qmm para aquellos meses con un número menor de días medidos en el mes. Para lo anterior se analizó la tendencia recesiva del caudal en los meses de estiaje y la existencia de crecidas en los meses de invierno, comparando los valores de las tres estaciones fluviométricas consideradas. En base a esto se determinó si la estimación realizada por la D.G.A. era confiable, situación que correspondió a la mayor cantidad de casos, sin embargo, se detectaron inconsistencias que debieron ser corregidas.

3.1.3.2. Relleno y Corrección de la Estadística

Para corregir las inconsistencias que presenta la estadística, se utilizó el mismo criterio usado para rellenar los datos faltantes.

En base a la información disponible y debido a que la cantidad de datos a rellenar o corregir era relativamente pequeña, se utilizó una metodología basada en la suposición que entre las cuencas aportantes a cada estación se cumple una igualdad de rendimiento hídrico por unidad de área, es decir:

$$Q_{mm_i}/Area_i = Q_{mm_j}/Area_j$$

En aquellos casos en que este criterio entregó valores que no parecieran razonables, se utilizó como criterio alternativo, esto es usar un valor histórico que se haya producido en las estaciones para una condición hidrológica similar.

En el caso de la estadística de la estación Cayucupil en Cayucupil, se debió corregir el efecto provocado por la extracción que se realiza en el canal. Para esto se sumó al Qmm de la estadística el valor medio mensual del caudal que se extrae por el canal en los meses que ello ocurrió.

Como no existe un registro del caudal extraído por el canal, se recurrió a una estimación realizada en base a la información recopilada en el estudio del sistema de riego; suponiéndose que la extracción corresponde a una tasa constante de 450 litros por segundo, durante los meses de enero a marzo.

Como resultado de lo anterior en los cuadros N°3.6 al 3.8 se indica la información de caudal medio mensual corregida y rellenada para las tres estaciones utilizadas.

CUADRO Nº 3.6

ESTADISTICA CORREGIDA.
BUTAMALAL EN BUTAMALAL.

Caudal Medio Mensual (m3/s)													
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	QMA
1951	3.61	4.32	4.96	2.15	10.30	19.00	15.00	7.24	10.20	8.51	8.52	3.18	8.08
1952	2.19	1.90	3.89	1.64	4.89	4.73	4.28	6.88	3.54	3.73	2.89	1.62	3.52
1953	2.98	1.56	1.47	1.64	5.52	5.18	13.50	23.70	19.60	10.40	5.63	3.88	7.92
1954	2.73	2.53	1.85	2.92	4.44	11.80	14.00	17.80	9.43	6.09	3.50	2.75	6.65
1955	2.12	2.51	1.63	1.83	3.32	7.59	5.78	6.23	5.91	4.09	2.43	3.10	3.88
1956	6.53	1.98	2.14	4.62	6.82	3.05	10.50	8.36	7.44	6.50	2.04	1.87	5.15
1957	1.52	1.39	1.25	1.04	7.93	8.00	17.24	32.00	17.80	8.27	6.85	5.25	9.04
1958	2.26	1.63	1.24	1.40	13.90	15.20	11.90	12.40	6.47	4.56	4.26	3.03	6.52
1959	3.74	1.95	1.65	8.64	4.80	5.48	16.70	11.40	26.00	7.73	4.88	2.87	7.99
1960	3.02	2.15	1.76	1.90	1.78	27.30	8.77	5.80	8.76	13.10	1.90	1.86	6.51
1961	2.36	1.78	1.75	1.43	2.29	13.70	40.60	7.48	23.90	5.78	5.60	3.08	9.15
1962	1.68	1.47	0.69	0.88	1.93	8.59	4.61	6.03	2.25	2.11	1.24	0.60	2.67
1963	0.51	0.54	0.21	0.53	0.96	3.58	4.77	22.60	16.60	4.50	4.46	2.89	5.18
1964	1.54	1.49	0.92	0.79	3.17	4.09	3.57	11.40	10.30	7.69	4.95	3.03	4.41
1965	2.28	9.28	5.07	5.96	5.28	17.10	18.94	49.18	14.20	9.75	8.41	6.88	12.69
1966	2.48	2.03	1.13	1.42	3.92	22.30	24.90	9.94	14.90	3.60	4.47	4.40	7.96
1967	4.66	2.91	1.72	1.19	8.78	5.78	38.30	16.20	7.61	6.34	4.45	2.81	8.40
1968	1.56	1.96	1.47	0.99	1.13	1.68	3.62	2.28	7.21	2.61	3.78	2.41	2.56
1969	0.98	1.06	0.81	2.72	3.38	20.60	12.80	21.60	4.73	4.11	4.72	1.83	6.61
1970	1.38	1.06	1.02	2.85	7.29	39.80	22.10	8.13	6.40	3.17	1.90	2.70	8.15
1971	1.57	2.22	1.76	3.41	6.80	22.70	26.90	12.00	5.55	2.70	2.10	3.90	7.63
1972	2.83	2.55	2.86	1.90	18.10	44.90	19.60	22.00	8.24	14.50	8.12	4.18	12.48
1973	2.20	1.69	1.89	1.31	10.30	19.70	14.48	11.30	6.71	9.11	4.34	3.50	7.21
1974	3.43	1.86	2.37	1.47	5.18	27.20	9.54	8.83	7.28	5.65	5.21	3.98	6.83
1975	2.44	3.52	1.64	5.44	9.75	19.20	24.10	13.70	4.43	8.22	4.80	1.77	8.25
1976	1.45	0.83	1.21	0.63	1.76	16.00	3.71	4.72	6.18	6.81	2.82	2.73	4.07
1977	1.36	0.60	1.20	4.05	13.10	10.10	34.60	12.60	10.00	10.40	7.87	5.55	9.29
1978	1.58	0.73	0.77	0.85	8.43	7.00	36.20	5.37	6.97	10.10	5.68	2.01	7.14
1979	0.87	0.46	0.44	0.87	5.66	1.66	9.07	23.80	8.53	2.94	2.60	13.50	5.87
1980	2.11	9.35	1.49	7.01	15.97	15.70	16.50	17.70	5.58	4.64	3.41	4.19	8.64
1981	2.81	0.76	0.71	8.41	29.50	7.97	9.55	4.38	5.24	2.36	1.48	1.00	6.18
1982	1.67	0.70	0.34	0.80	6.69	8.01	15.30	9.18	8.07	4.64	5.17	3.13	5.31
1983	2.27	1.84	1.59	2.08	2.77	5.80	6.93	9.59	5.95	4.34	2.73	1.81	3.98
1984	1.29	1.25	1.13	1.13	6.36	5.90	10.30	7.30	6.17	6.42	5.37	3.39	4.67
1985	2.49	1.75	1.74	2.40	6.74	6.50	11.20	5.80	5.95	4.21	4.12	2.16	4.59
1986	1.80	1.47	1.96	2.37	5.82	10.40	5.97	6.45	4.94	4.00	4.99	3.35	4.46
1987	2.13	1.66	1.61	1.81	2.49	4.11	9.45	9.46	6.74	4.66	3.75	2.39	4.19
1988	1.83	1.27	1.35	1.27	1.41	3.84	4.68	6.06	4.76	3.69	2.76	2.31	2.94
1989	1.59	1.23	1.31	1.30	1.29	5.01	6.19	7.26	4.80	3.10	2.65	2.86	3.22
1990	1.74	1.21	3.20	3.76	2.98	9.31	6.09	10.50	12.20	6.09	4.82	2.85	5.40

CUADRO Nº 3.7

ESTADISTICA CORREGIDA.
CAYUCUPIL EN CAYUCUPIL.

Caudal Medio Mensual (m ³ /s)													
ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	QMA	
1951	4.66	4.08	3.41	2.92	12.00	24.20	24.60	15.30	14.30	10.40	9.51	5.07	10.87
1952	3.62	2.88	4.24	2.84	5.26	4.53	7.42	6.30	5.07	4.56	4.27	3.13	4.51
1953	3.15	2.64	2.60	2.49	4.93	7.78	18.40	35.10	31.40	17.20	8.89	5.13	11.64
1954	3.46	3.10	2.82	3.03	4.27	18.80	33.70	36.70	19.90	11.80	7.30	5.43	12.53
1955	3.95	4.96	2.58	2.87	4.63	11.30	8.91	8.24	8.31	6.06	5.09	4.93	5.99
1956	8.02	4.15	4.58	10.20	10.20	5.76	17.90	11.10	8.64	6.19	5.01	4.09	7.99
1957	3.83	3.68	3.66	3.53	10.70	11.70	24.40	45.30	25.20	11.70	9.69	12.00	13.78
1958	5.10	4.18	4.10	9.45	14.70	37.70	41.40	53.70	19.50	13.40	8.39	4.92	18.04
1959	5.88	3.66	3.45	7.02	7.90	9.87	23.90	19.70	20.50	14.90	7.85	4.90	10.79
1960	6.18	4.29	2.30	2.39	3.95	28.30	19.10	13.50	12.40	18.50	2.69	2.64	9.69
1961	2.34	2.09	2.09	2.31	3.28	22.10	48.60	31.20	68.00	23.60	7.10	4.90	18.13
1962	4.59	3.65	3.48	3.50	3.61	15.70	6.85	6.02	1.22	0.76	0.54	0.36	4.19
1963	0.41	0.24	1.01	2.52	4.57	31.20	43.80	43.80	25.70	17.40	13.60	9.94	16.18
1964	8.98	6.10	5.76	5.06	4.23	8.06	8.82	18.40	18.40	3.30	2.21	1.45	7.56
1965	0.76	8.02	0.89	8.44	7.48	24.20	26.80	69.60	20.10	13.80	11.90	17.60	17.47
1966	5.65	3.59	2.58	2.02	8.77	36.80	37.70	21.80	19.80	11.60	7.70	12.60	14.22
1967	8.21	4.48	3.39	2.40	7.75	6.35	23.30	14.40	12.60	8.87	5.65	3.94	8.45
1968	3.29	2.83	2.52	2.27	2.87	2.96	5.05	1.07	6.82	4.34	5.73	4.10	3.65
1969	2.20	3.31	1.66	3.60	7.66	23.60	16.40	25.40	6.70	5.82	6.68	2.59	8.80
1970	1.95	1.50	1.44	4.03	10.32	56.33	31.28	11.51	9.06	4.49	2.69	3.82	11.53
1971	2.22	3.14	2.49	4.83	9.62	11.70	16.90	19.60	11.20	1.32	0.67	2.56	7.19
1972	5.85	3.61	4.07	2.86	12.40	27.40	19.30	24.90	15.80	18.20	11.50	5.92	12.35
1973	3.10	5.95	3.02	2.96	9.22	13.60	20.50	16.00	9.50	12.90	6.14	4.94	8.99
1974	5.30	3.08	3.81	2.08	7.33	38.50	13.50	12.50	10.30	8.00	7.38	5.64	9.78
1975	3.91	5.44	2.77	7.70	11.70	18.80	27.80	19.30	9.54	8.58	6.90	4.71	10.60
1976	4.38	2.53	3.02	1.71	3.75	14.70	9.27	8.54	7.51	12.40	6.03	5.41	6.60
1977	3.73	2.63	2.78	3.17	15.90	13.00	31.20	23.30	15.40	16.20	10.40	6.62	12.03
1978	3.29	2.41	2.27	1.54	8.80	12.70	31.20	15.40	14.30	14.10	10.20	4.16	10.03
1979	2.91	2.16	1.92	1.42	3.24	2.39	7.57	16.90	17.20	9.95	7.91	7.48	6.75
1980	3.15	8.62	2.92	7.67	17.60	20.10	21.30	20.40	11.10	6.38	5.40	3.43	10.67
1981	5.28	2.97	2.49	3.01	25.00	12.90	18.40	12.40	10.20	5.73	3.49	2.43	8.69
1982	3.43	3.42	2.27	2.18	7.43	16.90	21.30	17.80	19.70	6.57	8.84	5.29	9.59
1983	4.16	3.47	3.21	3.29	5.26	8.91	11.30	11.20	11.40	8.02	4.98	3.37	6.55

CUADRO Nº 3.8

**ESTADISTICA CORREGIDA
REPUTO EN REPUTO.**

Caudal Medio Mensual (m ³ /s)													
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	QMA
1951	0.17	0.16	0.13	0.09	0.65	2.04	1.90	0.60	0.65	0.48	0.40	0.32	0.63
1952	0.15	0.17	0.23	0.18	0.26	0.33	0.53	0.53	0.44	0.41	0.29	0.19	0.31
1953	0.19	0.15	0.14	0.10	0.41	0.52	1.55	1.95	1.71	0.62	0.71	0.49	0.71
1954	0.34	0.14	0.09	0.13	0.34	0.90	1.63	1.81	0.88	0.49	0.31	0.21	0.61
1955	0.15	0.14	0.12	0.15	0.20	0.79	0.73	0.76	0.72	0.43	0.28	0.27	0.39
1956	0.34	0.23	0.21	0.27	0.59	0.51	1.31	1.46	0.99	0.68	0.56	0.35	0.62
1957	0.32	0.22	0.14	0.22	0.52	0.87	1.40	2.18	1.11	0.48	0.23	0.17	0.65
1958	0.12	0.09	0.09	0.15	0.41	1.58	1.73	1.74	0.96	0.61	0.52	0.18	0.68
1959	0.18	0.15	0.14	0.46	0.55	0.92	1.87	1.75	1.82	0.73	0.39	0.17	0.76
1960	0.14	0.11	0.08	0.10	0.10	0.66	0.81	0.76	0.59	1.03	0.44	0.21	0.42
1961	0.18	0.13	0.13	0.13	0.23	0.51	1.21	0.85	1.10	0.66	0.35	0.21	0.47
1962	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13	0.18	0.17	0.39	0.30	0.20	0.13	0.09	0.18
1963	0.07	0.07	0.06	0.09	0.10	0.13	0.31	0.70	1.25	0.73	0.45	0.29	0.35
1964	0.18	0.15	0.10	0.12	0.21	0.31	0.32	0.44	0.85	0.42	0.25	0.23	0.30
1965	0.13	0.13	0.10	0.17	0.40	0.79	1.17	1.96	1.16	0.87	0.75	0.82	0.70
1966	0.34	0.22	0.19	0.18	0.19	0.58	1.80	0.91	0.98	0.52	0.32	0.27	0.54
1967	0.21	0.14	0.14	0.13	0.20	0.24	1.02	0.77	0.85	0.41	0.21	0.13	0.37
1968	0.10	0.07	0.09	0.10	0.12	0.15	0.22	0.23	0.29	0.23	0.21	0.19	0.17
1969	0.13	0.10	0.08	0.12	0.19	0.66	0.77	1.40	0.51	0.43	0.32	0.23	0.41
1970	0.15	0.12	0.11	0.11	0.15	0.36	0.85	0.71	0.47	0.31	0.20	0.17	0.31
1971	0.13	0.16	0.11	0.11	0.16	0.29	0.80	0.65	0.42	0.34	0.22	0.23	0.30
1972	0.17	0.17	0.16	0.14	0.44	0.80	0.92	0.96	0.70	0.72	0.61	0.35	0.51
1973	0.28	0.19	0.17	0.16	0.21	0.55	0.75	0.58	0.44	0.41	0.33	0.26	0.36
1974	0.19	0.14	0.12	0.09	0.11	0.45	0.42	0.46	0.32	0.28	0.18	0.13	0.24
1975	0.10	0.10	0.11	0.28	0.39	0.91	1.74	0.93	0.56	0.48	0.43	0.32	0.53
1976	0.17	0.15	0.11	0.10	0.11	0.42	0.38	0.45	0.40	0.41	0.32	0.21	0.27
1977	0.14	0.09	0.09	0.09	0.70	0.86	2.28	1.66	0.63	0.74	0.49	0.33	0.67
1978	0.21	0.13	0.11	0.09	0.18	0.30	1.98	1.17	0.92	0.73	0.47	0.31	0.55
1979	0.24	0.16	0.14	0.11	0.25	0.23	0.27	0.81	0.88	0.42	0.43	0.38	0.36
1980	0.21	0.20	0.16	0.32	1.35	1.30	1.32	1.27	0.61	0.36	0.24	0.21	0.63
1981	0.17	0.14	0.10	0.10	0.99	0.81	1.22	0.67	0.51	0.34	0.19	0.12	0.45
1982	0.13	0.11	0.10	0.10	0.25	0.73	1.41	0.88	0.72	0.59	0.38	0.15	0.46
1983	0.09	0.08	0.08	0.53	0.28	0.47	0.57	0.46	0.47	0.33	0.15	0.08	0.30

3.1.4. Análisis de la Información

En base a las estadísticas de caudales medios mensuales de cada estación, se realizó el respectivo análisis para determinar la disponibilidad de agua asociada a las probabilidades de excedencia del 15, 50 y 85 por ciento, a nivel medio mensual y medio anual. Para lo anterior se utilizaron dos modelos estadísticos comúnmente usados en hidrología:

- a) Distribución Log-Normal, corresponde a un modelo estadístico en el cual se supone que el logaritmo de la variable se distribuye según una Normal.
- b) Distribución Log-Pearson, en este caso el logaritmo de la variable se distribuye según una distribución Pearson o Gamma de tres parámetros.

Se probaron ambas distribuciones transformadas, con el test de bondad de ajuste $(\text{Chi})^2$. En base a este test, con un nivel de significación del 95%, se seleccionó la distribución a utilizar para estimar los valores asociados a las probabilidades requeridas.

Para el análisis de caudal medio mensual, algunas de las doce series correspondientes a cada mes, ajustan mejor a una distribución que a otra. Ante esto se utilizó como criterio escoger para cada estación aquella distribución que tuviera un mejor ajuste para el mayor número de meses.

El cálculo de los análisis de frecuencia y caudales asociados a una probabilidad se efectuó con el programa "Análisis", creado en la Universidad Técnica Federico Santa María por el Ingeniero Ludwig Stowhas B.

3.1.4.1. Río Butamalal en Butamalal

a) Caudal medio anual.

La serie de estadísticas de caudal medio anual (Q_{ma}), tiene los siguientes valores históricos:

Valor Histórico	Q_{ma} m ³ /s	año
Q_{ma} medio	6.4 m ³ /s	
Q_{ma} máximo	12.7 m ³ /s	1965
Q_{ma} mínimo	2.6 m ³ /s	1968

Al determinar los estadígrafos de las series, se obtuvo los siguientes valores:

Estadígrafos	Q_{ma}	Log (Q_{ma})
Media	6.40	1.80
D. estándar	2.40	0.40
C. Asimetría	0.58	-0.32

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Pearson.

Log Normal	:	$\chi^2 = 3.50$
Log Pearson	:	$\chi^2 = 1.25$

Resultados de caudales asociados a una probabilidad:

Prob. %	Qma m ³ /s
15	8.9
50	6.1
85	3.9

b) Caudal medio mensual.

La serie de estadísticas de caudal medio mensual (Qmm), tiene los siguientes valores históricos:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Max:	6.5	9.4	5.1	8.6	29.5	44.9	40.6	49.2	26.0	14.5	8.5	13.5
Min:	0.5	0.5	0.2	0.5	1.0	1.7	3.6	2.3	2.3	2.1	1.2	0.6

Valores extremos	Mes
Qmm máximo : 49.2 m ³ /s	Agosto 1965
Qmm mínimo : 0,2 m ³ /s	Marzo 1963

Al determinar los estadígrafos de las series, se obtuvieron los siguientes valores:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Med:	2.2	2.1	1.7	2.5	6.6	12.4	14.3	12.4	8.9	6.0	4.3	3.3
D.E:	1.1	1.9	1.1	2.1	5.5	9.9	10.0	8.9	5.4	3.0	1.9	2.0
As:	1.86	3.16	1.79	1.76	2.21	1.55	1.22	2.25	1.73	0.99	0.59	3.41
TRANSFORMACION LOGARITMICA y = Log (Qma)												
Med:	0.7	0.5	0.3	0.6	1.6	2.2	2.4	2.3	2.1	1.7	1.4	1.1
D.E:	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
AS:	-0.28	0.60	-0.65	0.49	-0.12	-0.09	0.03	0.31	0.46	0.08	-0.45	-0.10

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Pearson.

Resultados CHI ²												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
L.N:	3.250	3.500	8.250	0.750	0.750	1.250	2.250	1.500	4.250	8.250	8.250	6.250
L.P:	3.000	4.250	4.500	1.250	0.750	1.250	3.250	1.500	1.250	3.250	8.250	7.750

Resultados de caudales asociados a una probabilidad:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15%	3.2	3.2	2.7	3.9	11.1	21.0	23.4	19.2	13.2	8.9	6.3	4.8
50%	2.1	1.5	1.5	1.8	5.0	9.3	11.4	9.9	7.5	5.4	4.0	2.9
85%	1.3	0.9	0.7	0.9	2.1	4.0	5.6	5.5	4.6	3.3	2.4	1.7

3.1.4.2. Río Cayucupil en Cayucupil

a) Caudal medio anual.

La serie de estadísticas de caudal medio anual (Q_{ma}), tiene los siguientes valores históricos:

Valores históricos	Q_{ma} m ³ /s	año
Q_{ma} medio	10.2 m ³ /s	
Q_{ma} máximo	18.1 m ³ /s	1965
Q_{ma} mínimo	3.7 m ³ /s	1968

Al determinar los estadígrafos de las series se obtuvieron los siguientes valores:

Estadígrafos	Q_{ma}	Log (Q_{ma})
Media	10.20	2.20
D. estandar	3.80	0.40
C. Asimetría	0.49	-0.51

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Pearson.

Log Normal	:	$\chi^2 = 2.00$
Log Pearson	:	$\chi^2 = 0.49$

Resultados de caudales asociados a una probabilidad:

Prob. %	Log. Qma
15	14.2
50	9.8
85	6.3

b) Caudal medio mensual.

La serie de estadísticas de caudal medio mensual (Qmm), tiene los siguientes valores históricos:

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Max:	9.0	8.6	5.8	10.2	25.0	56.3	48.6	69.6	68.0	23.6	13.6	17.6
Min:	0.4	0.2	0.9	1.4	2.9	2.4	5.1	1.1	1.2	0.8	0.5	0.4

Valores históricos	Qma m ³ /s	año
Qmm máximo	69.6	Agosto 1965
Qmm mínimo	0.2	Febrero 1963

Al determinar los estadígrafos de las series, se obtuvieron los siguientes valores:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Med: 4.1	3.7	2.9	3.9	8.4	18.1	21.8	21.4	15.7	10.2	6.7	5.3
D.E: 1.9	1.7	1.0	2.4	4.9	12.1	11.2	14.7	11.5	5.5	3.1	3.4
As: 0.61	1.11	0.43	1.49	1.49	1.22	0.57	1.58	3.12	0.36	-0.02	2.00
TRANSFORMACION LOGARITMICA $y = \log(Q)$											
Med: 1.3	1.2	1.0	1.2	2.0	2.7	2.9	2.8	2.6	2.1	1.7	1.5
D.E: 0.6	0.6	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7
As: -1.75	-2.54	-0.98	0.72	0.17	-0.55	-0.53	-1.24	-0.92	-1.48	-1.95	-1.34

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Pearson.

Resultados CHI ²											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
L1: 0.91	12.000	3.515	5.636	0.788	0.182	7.152	3.818	4.121	2.606	11.697	9.273
L: 2.303	12.303	2.303	5.333	0.788	0.182	2.909	5.030	3.515	1.091	2.606	7.758

Resultados de caudales asociados a una probabilidad.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15%	6.2	5.1	4.0	5.7	12.8	30.4	34.0	35.1	24.9	16.5	10.5	8.3
50%	4.3	4.1	2.9	3.1	7.1	15.4	19.7	19.7	14.2	10.0	7.0	5.1
85%	2.1	2.1	1.8	2.0	4.1	6.8	10.3	8.0	6.5	4.1	3.0	2.3

3.1.4.3. Río Reputo en Reputo

a) Caudal medio anual.

La serie de estadísticas de caudal medio anual (Q_{ma}), tiene los siguientes valores históricos:

Valores históricos	Q_{ma} m ³ /s	año
Q_{ma} medio	0.46	
Q_{ma} máximo	0.76	1959
Q_{ma} mínimo	0.17	1968

Al determinar los estadígrafos de las series se obtuvo los siguientes valores:

Estadígrafos	Q_{ma}	Log (Q_{ma})
Media	0.46	-0.85
D. estandar	0.17	0.40
C. Asimetría	0.09	-0.55

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Normal.

Log Normal	:	$X^2 = 2.91$
Log Pearson	:	$X^2 = 4.42$

Resultados de caudales asociados a una probabilidad:

Prob. %	Log Qma
15	0.65
50	0.43
85	0.28

b) Caudal medio mensual

La serie de estadísticas de caudal medio mensual (Qmm), tiene los siguientes valores históricos :

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Max:	0.3	0.2	0.2	0.5	1.4	2.0	2.3	2.2	1.8	1.0	0.8	0.8
Min:	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.1	0.1

Valores históricos	Qma m ³ /s	año
Qmm máximo	2.28	Julio 1977
Qmm mínimo	0.06	Marzo 1963

Al determinar los estadígrafos de las series de obtuvo los siguientes valores :

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Med:	0.18	0.14	0.12	0.16	0.34	0.64	1.07	1.00	0.76	0.51	0.36	0.25
D.E:	0.07	0.04	0.04	0.10	0.27	0.41	0.59	0.54	0.37	0.19	0.16	0.14
As:	1.05	0.32	0.99	2.36	2.07	1.55	0.19	0.76	1.16	0.70	0.82	2.45
TRANSFORMACION LOGARITMICA $y = \log (Q)$												
Md:	-1.78	-2.20	-2.14	-1.95	-1.30	-0.64	-0.13	-0.15	-0.38	-0.74	-1.12	-1.50
DE:	0.38	0.31	0.30	0.47	0.68	0.65	0.70	0.55	0.47	0.38	0.44	0.47
As:	0.11	-0.43	0.18	1.37	0.45	-0.27	-0.76	-0.11	0.06	-0.18	-0.09	0.20

Como resultado del test de bondad de ajuste, resultó seleccionada la distribución Log Normal.

Resultados CHI ²												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
LN1:	2.606	4.121	1.697	5.636	0.788	5.030	2.606	5.030	0.485	4.121	1.091	1.091
LP:	2.606	4.121	1.697	1.134	0.788	4.424	1.697	5.030	0.485	2.606	1.091	1.091

Resultados de caudales asociados a una probabilidad.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
15%	0.25	0.19	0.16	0.23	0.55	1.04	1.82	1.53	1.12	0.71	0.51	0.36
50%	0.17	0.13	0.12	0.14	0.27	0.53	0.88	0.86	0.69	0.48	0.33	0.22
85%	0.11	0.10	0.09	0.09	0.14	0.27	0.42	0.49	0.42	0.32	0.21	0.14

4. CALIDAD DE AGUA

4.1. Generalidades

La calidad del agua para el riego esta determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga. Una baja calidad de las aguas es un factor limitante para el desarrollo de una agricultura bajo riego.

Por lo anterior las bases del estudio establecían que deberían obtenerse a lo menos dos muestras de agua durante la ejecución del proyecto. En definitiva se procesaron cuatro muestras de cada lugar aprovechando los diferentes viajes que ha sido necesario realizar a la zona de estudio.

Los lugares de muestreo seleccionados fueron :

- a) Bocatoma Canal Cayucupil
- b) Río Butamalal en estación limnimétrica Butamalal

La muestra del río Cayucupil fue tomada en el centro del canal, donde se encuentra la compuerta de entrada, en forma integrada en profundidad. Las muestras del río Butamalal fueron extraídas desde la orilla.

4.2. Parámetros Químicos Considerados

Para las muestras obtenidas se determinó analizar indicadores de cationes (sodio, calcio y magnesio), Ph, conductividad eléctrica, dureza, cloro libre y cloro activo libre.

Los métodos de análisis para cada indicador se describen a continuación:

a) Dureza total

Valoración complejométrica en la cual se combinan los iones Ca y Mg existentes en el agua, con el ácido etilendinitrilotetra acético, estableciéndose un enlace químico estable. El indicador, igualmente ligado a los iones Ca y Mg por enlaces de tipo complejo, se libera produciéndose el viraje de rojo a verde.

b) Cloro Activo (libre y combinado)

Método Clorimétrico en el cual el cloro activo libre reacciona con la DPD (N,N-dietil-p-fenilendiamina), dando un colorante rojo, que se utiliza para comparar el color. "El cloro activo combinado" sólo reacciona después de añadir iones de yodo.

c) PH

Para medir el PH del agua se introducen en esta los extremos del electrodo y la fuerza electromotriz producida es detectada en el voltímetro y depende solamente de los iones hidrógenos del medio. El equipo usado fue el PH metro Oyster de Extech Instruments.

d) Conductividad

Puesto que los iones son los que transportan la corriente a través de una solución, su número deberá ser proporcional a la conductividad, bajo condiciones específicas. La conductividad se expresa en Ω mhos. Para las mediciones se utilizó el conductímetro portátil, API Instruments (Code 1918), modelo Da-1.

e) Macro elementos Na, Ca, Mg

Na : se determinó por fotometría de llama (emisión), mediante equipo PERKIN-ELMER, modelo 2380.

Ca : se determinó por Absorción atómica (Absorción), mediante equipo PERKIN-ELMER, modelo 2580.

Mg : se determinó por Absorción atómica (Absorción), mediante equipo PERKIN-ELMER, modelo 2580.

4.3 Resultados

En los cuadros siguientes se indican los resultados de los análisis de calidad química.

CUADRO Nº4.1

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.
Río Butamalal en estación Butamalal

Indicadores Unidades	F E C H A S			
	22/12/93	18/01/93	03/03/93	02/05/93
Cationes :				
Na ppm	3,15	4,20	1,24	4,35
Ca ppm	1,34	1,26	4,50	2,18
Mg ppm	0,43	0,66	0,67	1,24
pH	6,48	6,87	6,36	6,38
Conduct. micromhos/ Eléctrica cm	10,5/10°C	13/14°C	16/15°C	12/10°C
Dureza	blanda	muy blanda	muy blanda	muy blan.
Cloro activo mg/lt	0,1	N.H.R	N.H.R	N.H.R.
Cloro activo mg/lt libre	N.H.R.	N.H.R.	N.H.R.	N.H.R.

N.H.R. = No hay reacción

CUADRO N°4.2

ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
Río Cayucupil en bocatoma Canal Cayucupil

Indicadores Unidades	F E C H A S			
	22/12/93	18/01/93	03/03/93	02/05/93
Cationes :				
Na ppm	3,30	3,60	1,38	3,67
Ca ppm	1,39	1,24	3,92	2,12
Mg ppm	0,59	0,60	0,64	0,95
pH	6,5	5,73	7,46	6,06
Conduct. micromhos/ Eléctrica cm	10,5/10°C	12/14°C	19/15°C	0,5/10°C
Dureza	blanda	muy blanda	muy blan.	muy blan.
Cloro activo mg/lt	0,1	N.H.R.	N.H.R.	N.H.R.
Cloro activo mg/lt libre	N.H.R.	N.H.R.	N.H.R.	N.H.R.

N.H.R. = No hay reacción

ppm = mg/l

meq = mg/l/pe eq

De los datos expuestos en los cuadros anteriores la calidad del agua se puede expresar de la siguiente forma :

a) Ph

Las aguas en general son de Ph ácido, aunque dentro del rango aceptado por la Norma Chilena de Calidad de Aguas (Nch 1333) para uso en riego.

En el caso de las aguas del río Butamalal el Ph se mantiene en un rango entre 6,36 y 6,87.

En el caso del río Cayucupil, llama la atención la variabilidad de Ph, pues se encuentra en un rango entre 5,73 y 7,46. Esta situación se puede explicar en una sensibilidad del Ph al arrastre de sedimentos desde los bosques de pino que cubren la cuenca.

b) Dureza

Según la clasificación internacional las aguas son muy blandas (Manual Merck).

c) Cloro

La existencia de cloro activo o cloro activo libre sólo se detectó en la muestra de diciembre y en todo caso fue dentro del rango permitido por la Norma.

d) Razón de adsorción de sodio (RAS)

Corresponde a un índice del efecto del sodio, dado por la relación entre las concentraciones de iones sodio, calcio y magnesio, expresadas en miliequivalentes por litro, de acuerdo con la expresión siguiente :

$$\text{RAS} : \frac{\text{Na}}{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}$$

Para las muestras se tienen los siguientes valores :

	22-12-92	18-01-93	03-03-93	02-05-93
Cayucupil	0,56	0,66	0,19	0,58
Butamalal	0,61	0,75	0,14	0,52

La clasificación de las aguas para riego con respecto a la RAS se basa principalmente en el efecto que tiene el sodio intercambiable sobre la condición física del suelo. Según esta clasificación las aguas de ambos ríos son bajas en sodio.

Lo anterior significa que pueden usarse para el riego en la mayoría de los suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable (Referencia 2).

e) Conductividad Eléctrica

Según la clasificación de aguas para riego, estas aguas pueden considerarse de baja salinidad y pueden usarse para riego de la mayor parte de los cultivos y en casi cualquier tipo de suelo, con muy pocas probabilidades de que se desarrolle algún problema de salinidad (Referencia 2).

Referencias :

1. Norma Chilena Nch 133. "Requisitos de Calidad de Agua para diferentes usos", oficializada 1978, corregida 1988.
2. "Diagnóstico para rehabilitación de suelos salinos y sódicos". Manual de Agricultura N° 60, Depto. de Agricultura E.E.U.U.

CAPITULO 5 EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

5.1. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO

La infraestructura de riego en la zona de Cayucupil, está conformada por el sistema del Canal Cayucupil, que capta aguas desde la ribera derecha del río del mismo nombre a 2.500 metros aguas arriba del puente longitudinal sur, en un punto de coordenadas: Norte = 5817,2 km, Este = 657,9 km y, según antecedentes entregados por la Dirección Regional de Riego, VIII Región, posee un área de riego potencial de 1.529 hectáreas. En el diagrama unipilar siguiente se puede apreciar que este sistema esta dividido en dos etapas.

En las páginas siguientes se hace un análisis de cada uno de los elementos constituyentes de cada etapa, y se indica el estado actual en que se encuentran.

La evaluación del estado en que se encuentran las obras es de tipo cualitativo y corresponde a una observación realizada directamente en terreno luego de un exhaustivo recorrido al canal matriz, derivados y subderivados.

Figura 5.1

RIO CAYUCUPIL

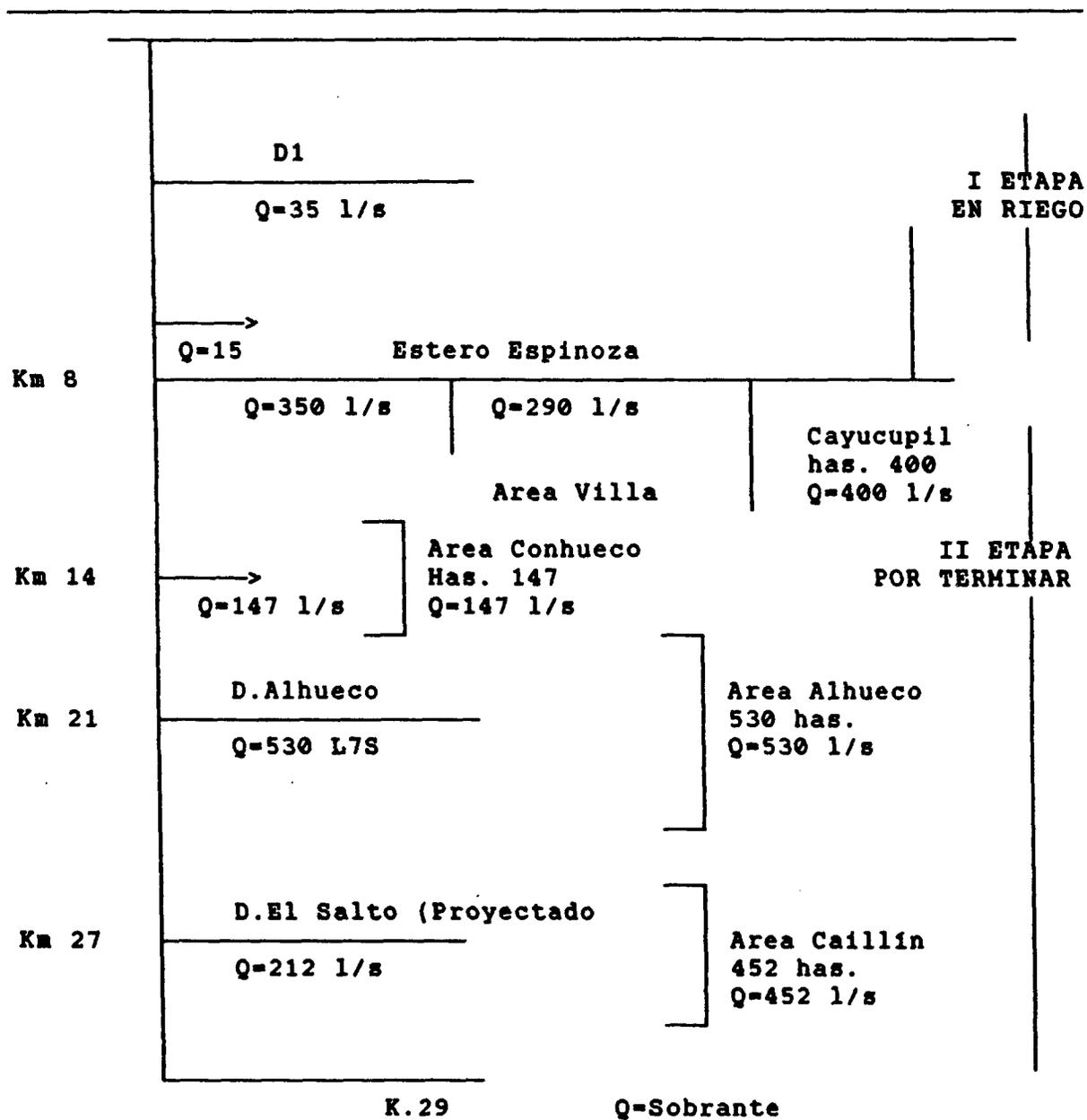


Figura 5.1 Diagrama unifilar del sistema Canal Cayucupil, indicando los diferentes elementos, caudales y áreas de riego.

5.1.1 Primera Etapa

La primera etapa del canal Cayucupil consiste en el tramo comprendido entre la Bocatoma (km 0) y el cruce con el estero Espinoza (km 8). Este tramo fue construido por la Dirección de Riego, entre los años 1971 y 1974, entrando en funcionamiento a partir de este último año y riega el sector de Cayucupil.

5.1.1.1 Bocatoma

La obra de captación del canal Cayucupil consiste en una bocatoma permanente, construida en hormigón armado, en un brazo natural del río Cayucupil. Es una barrera transversal al brazo del río, con dos compuertas desripiadoras una compuerta que regula el paso de agua por el río y otra que regula el ingreso de agua al canal.

El canal posee una sección de control limnimétrico inmediatamente aguas abajo de la captación. La sección de control esta materializada por un vertedero con una regla limnimétrica y la curva de descarga, que se presenta en el cuadro siguiente. Esta estructura se encuentra en un buen estado de conservación y posee mantención periódica.

CUADRO Nº 5.1

CURVA DE DESCARGA DEL CANAL CAYUCUPIL EN BOCATOMA

H (cm)	lt/seg Medición práctica	H (cm)	lt/seg Medición práctica
01	06	36	1.232
02	16	37	1.284
03	30	38	1.336
04	46	39	1.389
05	64	40	1.443
06	84	41	1.497
07	106	42	1.552
08	129	43	1.608
09	154	44	1.665
10	180	45	1.722
11	208	46	1.779
12	237	47	1.838
13	267	48	1.897
14	299	49	1.956
15	331	50	2.016
16	365	51	2.077
17	400	52	2.139
18	436	53	2.200
19	472	54	2.263
20	510	55	2.326
21	549	56	2.390
22	589	57	2.454
23	629	58	2.519
24	671	59	2.585
25	713	60	2.651
26	756	61	2.717
27	800	62	2.784
28	845	63	2.852
29	891	64	2.920
30	937	65	2.989
31	984	66	3.058
32	1.032	67	3.128
33	1.081	68	3.198
34	1.131	69	3.269
35	1.181	70	3.340

(*) Fuente : Dirección de Riego

5.1.1.2 Canal Matriz km 0.0 al 8.0

Corresponde al tramo construido entre los años 1971 y 1974. En términos generales el canal posee una sección relativamente regular de forma trapezoidal.

La capacidad de conducción del canal en la bocatoma es de 1.900 lt/seg. Sin embargo, los revestimientos construidos en este tramo están diseñados para un caudal menor. Esto se debe a que mientras funcione solamente la primera etapa, circula por el canal un caudal de aproximadamente 400 lt/seg.

Debido a lo anterior, cuando se procedió a probar la segunda etapa, con un caudal en bocatoma mayor a los 1.000 lt/seg, la primera etapa sufrió varios daños, producto de la falla de los revestimientos. Por lo tanto, para la puesta en riego de la segunda etapa, se debe tener presente la readecuación de los revestimientos.

En general, este tramo del canal matriz se encuentra en buen estado y recibe una mantención adecuada. En la campaña de terreno se hizo una corrida de aforos que entregó los siguientes resultados:

Km	Caudal lt/seg
0,200	285
0,300	305 *
1,000	324
2,000	344

* Después de cruce con estero

De lo anterior se observa que, debido a las sucesivas intercepciones de vertientes de diversa magnitud que realiza el canal se incrementa el caudal de bocatoma, incluso a pesar de las filtraciones existentes.

A continuación se presenta un detalle de las principales estructuras que hay en la primera etapa del canal matriz y su estado de conservación.

CUADRO N° 5.2

TIPO Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS
QUE EXISTEN EN EL CANAL MATRIZ, KM 0.0 AL 8.0

Km	Observación
0.000	* Bocatoma
2.000	* Cruce estero, caja de distribución Buen estado Transición de hormigón Sin salida de agua
2.900	* Captación de vertiente Revestido
3.500	* Cruce de canoa a través del canal Mal estado Filtraciones de la canoa al estero
4.500	* Compuerta lateral Buen estado Ingreso de agua por estero
5.700	* Estructura de partición (cruce estero) Sale derivado 1 Regular estado Compuerta en buen estado Salida de agua a través de derivado 1
7.700	* Compuerta lateral Muy buen estado
8.000	* Cruce estero Espinoza Muy buen estado

5.1.1.3 Derivados

En la primera etapa del canal Cayucupil existen cuatro derivados y un subderivado. En general, el estado de estas estructuras es malo, situación que se detalla a continuación.

a) Derivado 1

Desde su construcción a la fecha este derivado ha desaparecido. Existe la compuerta lateral que entrega agua desde el canal matriz y algunas trazas del canal antiguo que se divide en varios regueros. El trazado del derivado fue borrado, se rellenó y el terreno se cultivó.

b) Derivado 2

En general este derivado se encuentra en mal estado de conservación, puesto que actualmente no está en uso.

Presenta problemas de enmalezamiento, sección alterada, estructuras destruidas u obstruidas. Además gran extensión de él está contruido sobre suelo arenoso, en donde las filtraciones desde el canal, son muy altas.

A continuación se muestran los principales estructuras y situaciones que ocurren en dicho derivado.

CUADRO Nº 5.3

**TIPO Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS
QUE EXISTEN EN EL DERIVADO 2.**

Km	Observación
0.0	* Bocatoma en estero Espinoza
0.210	* Compuerta de entrega derivado 4
0.35-0.48	* Revestimiento de mampostería de piedra
0.54	* Canal sin agua
0.6	* Canal sin sección
0.656	* Aporte de agua
1.106	* Sifón obstruido
1.380	* Compuerta de derivación a ambos lados
1.416	* Aporte de agua
1.608	* Compuerta con 2 salida de agua, inutilizada
	* Canal tiene cota inferior a salidas laterales
1.841	* Compuerta destruída
	* Canal en mal estado y más profundo que el nivel del terreno
2.173	* Sifón
2.180	* Canoa de cemento
2.427	* Sifón
2.855	* Compuerta inútil y más baja que el del terreno
3.076	* Cruce de dren por tubería de cemento, en muy mal estado
3.081	* Compuerta de paso, innutilizado

c) Subderivado Santa Elena

Tiene su origen en el derivado número dos, su estado general de conservación es regular a malo. La última parte de su trazado original está borrado y no tiene un desagüe claramente definido.

A continuación se indican las principales estructuras del derivado y su estado de conservación.

SUBDERIVADO STA. ELENA	
Km	Observación
0.2	* Alcantarilla camino Cayucupil Buen estado pero sucio Tubería 70 cm
-	* Compuerta laterales Regular estado Reventimiento antes y después de la compuerta

d) Derivado 3

Capta sus aguas desde el estero Espinoza, su estado de conservación es regular y en su trazado la única estructura que existe es la bocatoma.

A continuación se indica las principales estructuras del derivado y su estado de conservación.

DERIVADO 3	
Km	Observación
0.0	* Bocatoma * Regular

e) Derivado 4

Capta sus aguas desde el estero Espinoza, su estado de conservación es regular a malo. La última parte de su trazado esta borrada. En distintos sectores presenta problemas de erosión.

A continuación se indican las principales estructuras del derivado y su estado de conservación.

CUADRO Nº 5.4

**TIPO Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS
QUE EXISTEN EN EL DERIVADO 4.**

Km	Observación
0.00	* Bocatoma en estero Espinoza Mal estado Todo el derivado está en mal estado
0.333	* Compuerta lateral Mal estado
0.525	* Compuerta de pasada * Mal estado
0.600	* Cruce de camino

5.1.2 Segunda Etapa

La 2° etapa del canal Cayucupil, corresponde al tramo comprendido entre el cruce con el estero Espinoza (Km 8) y el final del canal matriz (Km 29), además del derivado Alhueco, el que se encuentra en el Km 21.

5.1.2.1. Canal Matriz

El canal matriz, entre el Km 8 y 22 está construido excavado en tierra, con pendiente de 1.3 por mil y bordeado por un camino transitable por vehículos.

Desde el km 22 al 29, el canal disminuye el tamaño de su sección y está construido en suelo de topografía plana. En general se encuentra en buen estado de conservación, excepto en algunos sectores en que está enmalezado y presenta algunos derrumbes, lo que ha alterado su sección.

A través de todo el canal existen sectores en que sus taludes están revestidos con hormigón o mampostería de piedra, principalmente en la zonas de curvas, pero en general, estas estructuras carecen de los anclajes de apoyo necesarios para evitar el socavamiento por el agua.

Hay otros sectores en que se producen filtraciones, cuya ubicación coincide con zonas de mal drenaje situadas en terrenos de cultivos.

Entre los km 8 y 22 el canal está trazado en sectores de bosques de pinos, cuyas laderas son muy escarpadas, existiendo riesgos de derrumbes durante una futura explotación, u obstrucciones del canal por troncos de pinos, como sucede en la actualidad.

En general, la entrega de agua desde el canal hacia los predios, se efectúa por medio de una compuerta y el agua es conducida por un canal construido en suelo desnudo, debiendo ésta descender desde la cota del canal matriz hasta la cota de los sectores a regar con el consiguiente riesgo de graves daños por erosión.

Durante su recorrido el canal debe atravesar caminos y esteros, existiendo para ello estructuras como sifones, canoas y alcantarillas, todas en muy buen estado.

En el km 27, según al plano del trazado del canal, debería existir el derivado El Salta, el cual no está construido.

A continuación se señala en forma detallada las estructuras y situaciones que se encuentran a través de la 2° etapa del canal matriz.

CUADRO N° 5.5

**TIPO Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS
EXISTENTE EN A 2a ETAPA DEL CANAL MATRIZ CAYUCUPIL.**

Km	Observación
8.0	* Compuerta en estero Espinoza con pedraplenes y transiciones
9.50	* Vertiente
9.55	* Filtraciones
9.7	* Filtraciones
10.350	* Vertientes
10.400	* Vertientes
10.550	* Vertientes
	* Derrumbes
	* Revestimiento
11.100	* Compuerta en estero tres sauces
	* Revestimiento de mampostería
11.500	* Ingreso de agua
12.280	* Compuerta de entrega
	* Descarga por canal abierto con erosión severa y riesgo de derrumbes
12.650	* Compuerta lateral de entrega
	* Descarga por tuberías
13.450	* Revestimiento
13.600	* Filtración
13.770	* Filtración
14.250	* Sifón cruza estero Conhueco
14.900	* Vertiente
15.200	* Vertiente
16.600	* Vertiente
16.700	* Vertiente
17.250	* Compuerta de entrega
	* Entrega de agua a través de canal abierto, erosión moderada
17.600	* Revestimiento
17.650	* Compuerta de descarga
18.330	* Derrumbes y zona de explotación de bosques
19.480	* Derrumbes
21.050	* Alcantarilla
21.170	* Revestimiento
21.200	* Alcantarilla
21.570	* Compuerta lateral, obstruida su salida por tierra
22.080	* Tubería para cruzar camino, con acceso derrumbado
22.140	* Revestimiento
22.160	* Compuerta lateral
22.940	* Sifón 160 m longitud
23.175	* Compuerta lateral
23.180	* Canoa de concreto
23.480	* Canoa de madera

Continuación Cuadro 5.5

Km	Observación
23.550	* Compuerta lateral
23.580	* Cruce de camino a través de tubo
23.700	* Cano de madera
23.820	* Revestimiento
24.090	* Canoa de madera
24.300	* Compuerta de entrega
24.585	* Revestimiento
24.785	* Descarga a través de tubería lateral
24.805	* Revestimiento
24.845	* Revestimeinto
24.870	* Cruce de camino a través de tubo
24.900	* Cruce de camino a través de tubo
24.950	* Cruce de camino a través de tubo
25.050	* Derrumbes
25.225	* Revestimiento
25.515	* Compuerta lateral
25.660	* Cruce de camino a través de tubo
25.685	* Cruce de camino a través de tubo
25.715	* Cruce de camino a través de tubo
25.815	* Entrega lateral de tierra
26.500	* Compuerta lateral
26.680	* Revestimiento taludes y fondo
26.940	* Revestimiento taludes y fondo
27.005	* Compuertas
27.000-27.800	* Canal sucio y sección pequeña
27.095	* Ingreso de agua
27.185	* Cruce de camino a través de tubo
28.195	* Fin terraplen revestido
28.225	* Inicio revestimiento terraplén
28.325	* Fin terraplén y revestimiento
28.330	* Compuerta dentro del canal

5.1.2.2. Derivados

a) Derivado Alhueco.

Es el único derivado existente en la segunda etapa del canal Cayucupil. Su estado de conservación es muy buena pues la obra esta nueva, falta terminar la instalación de compuertas. Actualmente su trazado llega hasta el predio del señor Larroulet, debiendo ser prolongado según el proyecto original.

En el cuadro siguiente se indican las principales estructuras del derivado y su estado de conservación.

CUADRO N° 5.6

**TIPO Y ESTADO DE CONSERVACION DE LAS ESTRUCTURAS
EXISTENTES EN EL DERIVADO ALHUECO.**

Km	Observación
0.0	* Bocatoma canal Cayucupil * Caja compuerta nueva
0.005	* Ingreso sifón descarga Cámara de rejillas, tubería cemento comprimido ϕ :50 cm
0.400	* Salida sifón Nueva
0.600	* Caja distribución, salida subderivado Estructura nueva, sólo están los soportes de hormigón. Compuertas sin terminar
1.100	* Terraplén Estructura nueva, largo 70 cm
1.300	* Canal revestido con locetas * Sifón Estructura nueva, largo 80 cm Cámara con compuerta descarga
1.900	* Se divide el subderivado en tres, que riegan el campo de Larroulet

5.2 ORGANIZACION DE REGANTES

Los usuarios del canal Cayucupil se encuentran agrupados en dos organizaciones, correspondientes a la Primera y Segunda etapa de construcción del citado canal. En los párrafos siguientes se hará una descripción de cada una de estas agrupaciones, separadamente.

5.2.1 Organización en la Primera Etapa

Por Resolución D.G.A. N° 1536 del 31 de octubre de 1978 se estableció la Organización Provisional de Usuarios del Canal Cayucupil. A dicha organización se hizo entrega la administración de esta obra, la que es patrocinio del Estado, según consta en Acta Ad-Referencia de fecha 16 de noviembre del mismo año, aprobada según Resolución de la Dirección de Riego N° 51 de fecha 4 de junio de 1980.

Mediante Resolución D.G.A. N° 2379 de fecha 29 de diciembre de 1987, se fijó con carácter provisional el rol de usuarios y forma de distribución de las aguas. Esta resolución, a su vez, dejó sin efecto la Resolución Exenta D.G.A. N° 1536.

Mediante Resolución D.G.A. N° 197 del 26 de mayo de 1989 se constituyen los derechos de aprovechamiento consuntivos de ejercicio permanente y continuo, por un total de 393,844 lt/seg. En el cuadro siguiente, (Cuadro N° 5.7), se adjunta un listado de los usuarios con indicación del rol de avalúo, número de acciones y caudales que corresponden a cada uno.

CUADRO N° 5.7

ROL PROVISIONAL DE REGANTES CANAL CAYUCUPIL. 1ra Etapa

Propietarios	Rol Avalúo	Acc.	Caudal lt/seg
A. Canal Matriz			
1. José Barrientos Burgos	223-33	15.00	16.50
B. Derivado Uno			
2. Luzmira Beltrán Llempe	221-7	1.30	1.43
3. José M. Roa Roa	221-7	0.80	0.88
4. María Cruz Llempe Melita	221-7	1.30	1.43
5. Manuel A. Llempe Melita	221-7	0.80	0.88
6. Teresa Llempe Igor	221-7	1.40	1.54
7. Juana R. Melita Antili	221-7	2.50	2.75
8. Joselina del Carmen Melita	221-7	3.00	3.30
9. Pedro O. Melita Antili	221-7	1.50	1.65
10. Juana R. Melita Antili	221-7	0.80	0.88
11. Rigoberto Castro Castro	221-6	30.00	33.00
		43.40	47.74
C. Derivado dos			
12. Salomé Padilla	221-12	8.10	8.91
13. Héctor Edmundo Paz P.	221-39	10.00	11.00
14. Ananias Gómez Gómez	221-12	3.33	3.66

Continuación Cuadro 5.7.

Propietarios	Rol Avalúo	Acc.	Caudal lt/seg
15. Manuel Antonio Gómez Muñoz	221-12	3.33	3.66
16. Hipólito Sigifredo Gómez M.	221-12	3.33	3.66
17. Alfonso Carrilo Scheneider	221-12	10.80	11.88
18. Porfirio Molina Sepúlveda	221-12	11.00	12.10
19. Luis Urrutia Gajardo	221-12	10.70	11.77
20. Gabriel Chávez Chávez	221-38	9.00	9.90
21. Clarisa Cáceres de Arnaboldi	221-14	30.00	33.00
22. Waldo Holderman Garcés	221-15	17.50	19.25
23. Hernán Neira	-	2.00	2.20
		<u>119.09</u>	<u>130.99</u>
D. Derivado Tres			
24. Ruperto Molina Medina	223-39	13.40	14.74
25. Dorilo Saez Navarrete	223-44	13.50	14.85
26. Juan Avila Sanhueza	223-42	8.00	8.80
27. Valentín Inojosa Campos	-	1.00	1.10
28. Isidoro Salazar Salazar	223-31	1.00	1.10
29. Olegario Méndez Arce	223-40	10.00	11.00
		<u>46.90</u>	<u>51.59</u>
E. Derivado Cuatro			
30. Leonor Fernández Mejías	221-11	2.30	2.53
31. Zenén Arce González	221-28	5.00	5.50
32. José Gervasio Urrutia Gajardo	221-27	6.00	6.60
33. María C. Peña Gajardo	221-16	6.00	6.60
34. Valeska Burdiles García	221-24	3.50	3.85
35. Jorge Burdiles García	221-24	3.50	3.85
36. Ricardo Burdiles García	221-24	3.50	3.85
37. Patricia Burdiles García	221-24	3.50	3.85
38. Luz García Salazar	221-24	1.10	1.21
39. Filadelfo del C. Burgos M.	-	2.00	2.20
40. Filomena Concha Paz	221-24	1.50	1.65
41. Pedro Juan Malequeo M.	221-4	2.87	3.16
42. Porfirio Molina Sepúlveda	221-29	8.00	8.80
43. Eleuterio Aranzaez Luengo	221-36	4.28	4.71
		<u>53.05</u>	<u>58.36</u>

Continuación Cuadro 5.7.

Propietarios	Rol Avalúo	Acc.	Caudal lt/seg
F. Derivado Santa Elena			
44. Isidoro Salazar Salazar	223-31	14.00	15.40
45. Eleuterio Aransaez Luengo	223-36	8.50	9.35
46. Perfecto Aransaez Romero	221-25	3.25	3.58
47. Margarita Neira Sanzana	-	1.25	1.38
48. Camilo Fernández Neira	-	0.75	0.83
49. Juan Alberto Jaque Fuentes	223-38	12.40	13.64
50. Mardoqueo Barrientos Burgos	223-38	1.00	1.10
51. José Saez Vallejos	223-30	13.40	14.74
52. Eulogio Neira Sanzana	223-35	13.40	14.74
53. Fernando Sanhueza Sanhueza	221-24	8.00	8.80
54. Héctor Medina Fernández	221-24	2.00	2.20
55. Enriqueta Becerra Cuevas	-	1.00	1.10
56. Diogenes Pasto Fernández	-	0.90	0.99
57. María Inés Pasto Concha	-	0.75	0.83
		80.60	88.66
TOTALES		358.04	393.84

Esta misma Resolución establece que, para los efectos de distribución de las aguas, se considera una equivalencia de una acción por cada 1.1 lt/seg.

Asimismo, en esta Resolución se deja constancia que dicho listado no incluye a aquellos casos considerados como sucesiones o comunidades en el rol provisional de usuarios fijado por Resolución D.G.A. Exenta N° 2379. A estos usuarios se les asigna un total de 41.96 acciones, equivalentes a 46.156 lt/seg. los cuales se adjudicarán cuando se establezca definitivamente el nombre de los beneficiarios.

La Resolución anterior se redujo a escritura pública con fecha 2 de abril de 1992, según consta en Repertorio N° 297, del Notario Público y Conservador de Bienes Raíces de Cañete.

Con fecha 26 de noviembre de 1992 se procedió a la inscripción de los Derechos de Aprovechamiento de aguas en el registro correspondiente, donde se encuentra bajo el número 2.

La Organización de Usuarios del Canal Cayucupil, 1era etapa, se encuentra actualmente presidida por Don Isidoro Salazar Salazar y actúa como secretario Don Ruperto Molina Medina, ambos domiciliados en Cayucupil. Dicha organización tiene carácter provisional y no se encuentra legalmente constituida.

5.2.2 Organización en la Segunda Etapa

La segunda etapa del canal Cayucupil, correspondiente al tramo desde el km 8 al km 29 fue terminada a fines de 1990.

En reunión sostenida el 10 de marzo de 1992 entre los futuros usuarios de esta sección del canal y el Sr. Director Regional de Riego, VIII Región, se procedió a designar la Directiva y el listado Provisional de Regantes.

La Directiva Provisional, elegida para ejercer la administración de la segunda etapa del canal, está actualmente conformada de la siguiente forma:

Presidente	:	Sr. René Larroulet L.
Secretario	:	Sr. Hugo Arnaboldi
Tesorero	:	Sr. Héctor Petit-Laurent B.
1er Director	:	Sr. Italo Vaccarezza
2do Director	:	Sr. Esteban Uribe

En el Cuadro N° 5.8 se adjunta la nómina provisional de regantes de la segunda etapa del canal Cayucupil según figura en O.R.D. D.R. VIII N° 6147 de 18 de marzo de 1992 del Sr. Director Regional de Riego VIII Región al Sr. René Larroulet L.

CUADRO Nº 5.8

ROL PROVISIONAL DE REGANTES CANAL CAYUCUPIL. 2da Etapa

Propietarios	Rol Avalúo	Acc.	Caudal lt/seg
1. Clarisa Cáceres Aguayo	221-14	96.00	105.60
2. Alfonso Carrillo	221-12	15.00	16.50
3. Gabriel del C. Chávez Chávez	221-38	7.0	7.70
4. José N. Macheo Huenan	221-37	52.0	57.20
5. Rosamel Saez Martínez	221-35	39.0	42.90
6. Juan S. AbuRto Mora	221-09	4.0	4.40
7. Patrocinia del C. Martínez M.	218-46	81.0	89.10
8. Marcelina del C. Aññir Q.	221-2	4.0	4.40
9. Segundo M. Quintriqueo Oñate	221-16	4.0	4.40
10. Ramón P. Lepillán Quintriqueo	221-16	3.0	3.30
11. Pedro Solar Navarro	219-38	4.0	4.40
12. Eduardo A. Jorquera Rivas	219-50	5.0	5.50
13. Cirilo González Pérez	219-48	26.0	28.60
14. Eliecer A. Medina Ortega	219-114	8.0	8.80
15. Juan B. Poza Rodríguez	219-36	1.0	1.10
16. Guillermo Orellana Fierro	-	1.0	1.10
17. Carmen Cartes Alarcón	-	1.0	1.10
18. Marta Riquelme Cáceres	204-109	1.0	1.10
19. Alejo Alarcón Alarcón	-	1.0	1.10
20. Paulino S. Poza Rodríguez	219-37	24.0	26.40
21. Juan B. Poza Rodríguez	219-36	15.0	16.50
22. Mario Esteban Poza Rodríguez	219-35	20.0	22.00
23. Esteban Uribe Novoa	219-51	10.0	11.00
24. Fernando Larroulet	-	400.0	440.00
25. Pedro J.M. Gajardo Cáceres	218-27	50.0	55.00
26. Hernán E. Anguita Gajardo	219-22	250.0	275.00
27. Antonio Sarana	218-9	34.0	37.40
28. Héctor Petit-Laurent Benard	218-52	32.0	35.20
29. Héctor Petit-Laurent Benard	218-8	17.0	18.70
30. Héctor Petit-Laurent Benard	218-12	41.0	45.10
31. Héctor Petit-Laurent Benard	218-3	10.0	11.00
32. Sergio Gallardo Petit-Laurent	218-14	15.0	16.50
33. Mario Cabrera A.	218-13	16.0	17.60
34. Enrique González Rodríguez	218-15	50.0	55.00
35. Luis A. Carvajal Toledo	218-59	8.0	8.80
36. Pedro Viveros Gajardo	218-104	12.0	13.20
37. Mabel A. Castillo Toledo	218-109	4.0	4.40
38. Herminda Jara Silva	-	1.0	1.10
39. Jorge del C. Matamala M.	-	4.0	4.40
40. Luisa Elena Geisee Dumont	218-106	4.0	4.40
TOTALES		1384.00	1522.40

De acuerdo a lo que allí se indica, existe un total de 1384 acciones asignadas, lo que corresponde a un total de 1522.40 lt/seg de caudal permanente y continuo, a razón de 1.1 lt/seg/acción.

Al igual que en la primera etapa, esta organización tiene carácter provisional de hecho y no de derecho, por cuanto no se ha constituido legalmente.

A N E X O

RECONOCIMIENTO DETALLADO DEL SUELO

ZONA CAÑETE - CAYUCUPIL 1962

**CORPORACION DEL FOMENTO DE LA PRODUCCION
CHILE**

CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION

GERENCIA AGRICOLA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA

SECCION ESTUDIOS

RECONOCIMIENTO DETALLADO DE SUELO

ZONA CAÑETE CAYUCUPIL 1962

SERGIO ALCAYAGA CASALI

MANUEL NARBONA GOMEZ

**PATRICIO CARMONA BROUSSAIN
Ingenieros Agrónomos**

INTRODUCCION

El reconocimiento detallado de suelos de la zona Cañete - Cayucupil, se ha realizado por orden de la Gerencia Agrícola y tiene por objeto, servir de antecedente básico para el proyecto de Regadío de Cayucupil, elaborado por el Departamento de Obras Civiles de la Corporación de Fomento.

El estudio de suelos se ha realizado en forma detallada separando en el mapa correspondiente de series, tipos y frases, además, se preparó un mapa interpretativo de las aptitudes de los suelos para regadío. Para el levantamiento de suelos se utiliza como mapa base un plano topográfico en escala 1:10.000 con curvas de nivel de 5 en 5 mts.; la superficie total del estudio de suelos fué de 2.466,6 hectáreas.

El trabajo de terreno fue ejecutado por los Ingenieros Agrónomos, señores Sergio Alcayaga C., Manuel Narbona G., y Patricio Carmona B., funcionarios de la Sección Suelos del Departamento de Agricultura de la Corporación de Fomento de la Producción.

ESTUDIOS DE SUELOS DE CAYUCUPIL

Ubicación y Vías de Comunicación :

La zona de regadío de Cayucupil se encuentra ubicada en la Provincia de Arauco, departamento y Comuna de Cañete y el área susceptible de regadío, se extiende al nor-oriente y al oriente del pueblo de Cañete, quedando incluido dentro de esta zona el pueblo de Cayucupil.

En la provincia no existen caminos pavimentados en la actualidad, son todos caminos de tierra ripiados y que se encuentran en regulares condiciones de tránsito durante todo el año. El pueblo de Cañete dista 150 Kms. de Concepción y sólo están pavimentados 40 Kms. entre éste y Concepción.

Cañete se encuentra unido a Lebu, del que dista 48 Kms., por ferrocarril y camino ripiado. Hacia el Llano Central tiene comunicación por ferrocarril a los Sauces y de allí, a la línea central hacia Renaico y Pua; los caminos hacia el oriente sólo son transitables durante el período de verano.

Clima :

El clima de la zona es templado húmedo con 2 a 3 meses secos en el año. Su precipitación media anual es de 1.540 mm. distribuida en la siguiente forma : Otoño 385 mm. (25%), Invierno 756 (49%), Primavera 287 mm. (19%), y Verano 112 mm. (7%). La temperatura media anual es de 13°C, la temperatura media del mes más caluroso - Enero - es de 17,5°C y la del mes más frío - Julio - es de 9,5°C, la máxima media de Enero es de 26°C.

La nubosidad anual es de 50%, alcanzando la humedad del área a 60% en verano y 80% en primavera. Las neblinas matinales son frecuentes en primavera y verano.

Vegetación Natural

La formación vegetal del área corresponde a la llamada de Parque Abierto y se encuentra caracterizada por bosques, que ocupan las partes vecinas a los ríos, quebradas y sitios más húmedos, que se alternan con extensiones abiertas donde predomina la cubierta herbácea con algunos árboles de buen desarrollo y que presentan en forma aislada.

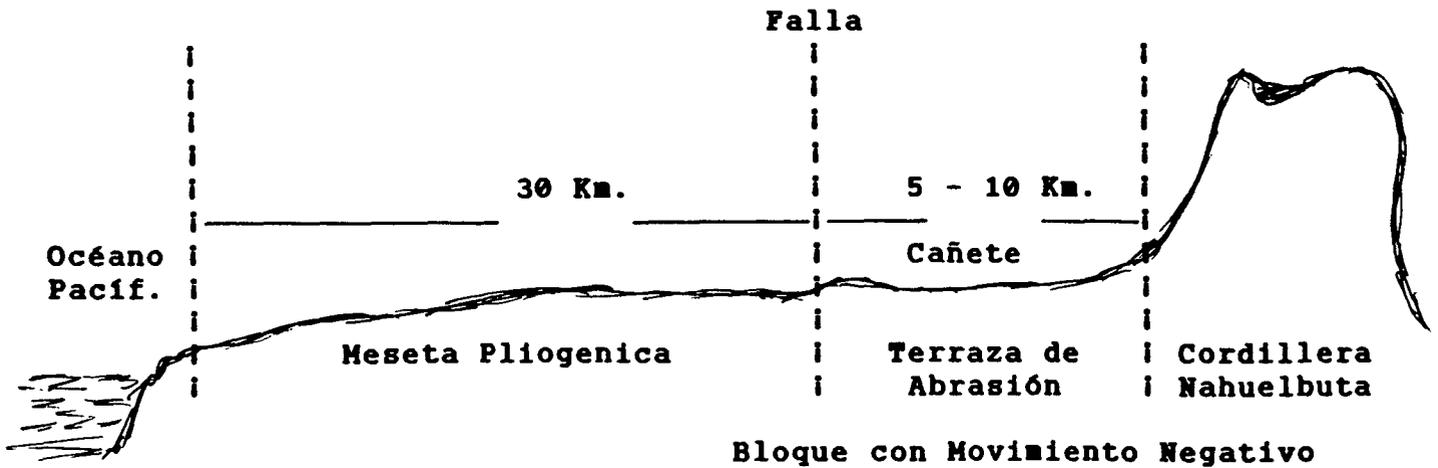
En el bosque predominan el roble, coigue, patagua, litre, canelo, peumo, olivillo, boldo, etc., ocupando el segundo nivel del bosque se encuentra arbustos como el maqui y la quila.

La cubierta herbácea está constituida principalmente por plantas anuales en que dominan el chupín, hierba del pasmo, coyenlahuén, violeta del monte, pata de león, ratonera, etc. En las partes más secas las especies dominantes son : ratonera, frutilla silvestre, quinchamáli, merulahuen, flor del queltehue, ñanco, centella, violeta del monte, etc.

Hay especies exóticas que se encuentra corrientemente como integrantes de la cubierta herbácea, entre ellas se encuentran la zarzamora, ballica chilena siete venas, diente de león, pasto miel, esta última introducida como pasto mejorado a pesar de ser considerado como maleza en otras del mundo por su baja calidad alimenticia.

Geomorfología :

El proyecto regadío de Cayucupil comprende 2 sectores bien diferenciados. La parte más alta corresponde a una terraza de abrasión constituida en parte de meseta, pliocénica que se extiende entre la Cordillera de Nahuelbuta y el Océano Pacífico, se caracterizaba por poseer una topografía plana donde las aguas del mar y las aguas superficiales que bajan de la Cordillera de la Costa, al momento de la emergencia, han excavado profundos cañones y labrado una topografía de lomajes suaves con fuertes pendientes hacia las quebradas; esta terraza tiene entre 1 y 5 Kms. de ancho, pero en el sector de Cañete se extiende por algo más de 8 kms. y ocupa un plano de 60 mts. más alto que la meseta pliocénica misma, ello se debe a que durante los movimientos tectónicos producidos en el período cuaternario, el bloque que forma la Cordillera de Nahuelbuta subió y la falla que constituye el plano de deslizamiento de los bloques se encuentra en el límite entre la terraza de abrasión y la meseta pliocénica.



El sector más bajo, corresponde a un conjunto de terrazas y de conos aluviales recientes formadas por el Río Cayucupil y algunas de las quebradas que bajan a este Río; las terrazas aluviales son planas con microrelieve ocasionando por los frecuentes cambios en el curso del Río.

Origen de los Suelos :

En la parte alta, los suelos son muy similares porque los materiales que les han dado origen son muy homogéneos. En general, los suelos han evolucionado a partir de cenizas volcánicas muy antiguas mezcladas con cantidades variables de sedimentos arcillosos provenientes de la descomposición de las rocas de micasquistas de la Cordillera de la Costa, dando origen a perfiles muy profundos, de color pardo rojizo, texturas pesadas y que muestran escasas variaciones en su morfología. En los sectores más próximos a los cerros, existen un depósito superficial de 1 a 20 cms. de espesor, de textura más livianas y con gravas cuyos diámetros fluctúan entre 1/2 a 8 cms. estas gravas son generalmente fragmentos de cuarzo y de rocas porfiríticas provenientes de la Cordillera de la Costa.

En la parte baja, los suelos muestran una mala evolución, los materiales que les han dado origen son sedimentos estratificados en que predominan las texturas medias en la superficie y livianas en profundidad; además, se observan importantes sectores que muestran mal drenaje producto de los quiebres abruptos de texturas entre las diferentes estratas.

Los Suelos y sus Problemas

Para los efectos prácticos de la utilización de los suelos, estos se han agrupado de acuerdo a la posición topográfica que ocupan; a las características físicas del perfil poniendo especial énfasis en las condiciones de drenaje de los suelos y a las clasificaciones de riego en que podrían ser incluidos.

- a) Suelos de las Terrazas Altas, más Antiguas : Los suelos de la terraza más alta se caracterizan por derivar de cenizas volcánicas muy antiguas las que por evolución han dado perfiles muy profundos excepto en los sitios más pendientes donde por efecto de la ocasión, es posible encontrar un substratum constituido por materiales arcillo arenosos cementados al parecer por sílice y con alto contenido de sesquióxidos de fierro y aluminio.

Los suelos son de textura pesada, color pardo rojizo, de buen drenaje, permeabilidad lenta, sin problemas de arraigamiento para las plantas, de baja fertilidad debido al mal manejo de los suelos y que se prestan para toda clase de cultivos de la zona.

En las partes más bajas, se presentan suelos arcillosos densos, de drenaje pobre, permeabilidad muy lenta, con problemas de arraigamiento para las plantas, que inundan en invierno y poseen nivel freático alto durante el verano, de fertilidad moderada y que sólo se prestan para cultivos de temporada, como ser chacras.

Las siguientes series de suelos han sido separadas en este sector:

Serie Cañete

Esta serie ocupa una superficie de 1.221,9 Hás., o sea, corresponde al 49,54% del área total del estudio, son suelos planos ondulados cuyas pendientes fluctúan entre 2 y 20%, predominando las de 2 a 5%. Son suelos de color pardo rojizo oscuro, muy profundos (más de 150 cms. de espesos); de texturas medias en la superficie y pesadas en profundidad; de estructura prismática; duros en seco, firmes en húmedo, plásticos y adhesivos; sin limitaciones para el arraigamiento de las plantas; de fertilidad natural baja y de buen drenaje, son aptos para todos los cultivos de la zona.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

1.4 A d, Cañete franco arcilloso, 1-2% pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 584,5 Hás. Esta líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción (para descripciones detalladas ver anexo N° 1) :

0 - 35cms. De color pardo rojizo oscuro, textura franco arcillosa, estructura prismática fina y media, buen arraigamiento.

35-115cms. De color pardo rojizo oscuro, textura arcilla poco densa, estructura prismática gruesa, raíces escasas.

115-152cms. De color pardo rojizo oscuro ligeramente moteado, textura arcilla densa, estructura prismática gruesa, no hay raíces. En profundidad existe el mismo material pero aumenta el moteado del suelo.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 2s

1.4 B 5 d, Cañete franco arcilloso, 2 - 5% de dependiente

Esta unidad ocupa una superficie de 161,9 Hás. La descripción del perfil se ajusta a lo ya dicho, ocurre en pendientes complejas, más marcadas, que presentan ligera a moderada erosión laminar.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs
Grupo de Riego : 3t

1.4 CD 5 d, Cañete franco arcilloso arenoso, 5-20% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 475,5 Hás., pero ocurre en pendientes complejas, abruptas y presenta una erosión laminar marcada, en algunos sectores hay erosión de zanja.

Grupo de Capacidad de Uso: IIIc; VIc en los sectores más erosionados.

Grupo de Riego : 6t (fuera de riego)

Serie Vega Cañete

Esta serie ocupa una superficie de 128,3 hás., o sea, corresponde al 5,21% del área total del estudio. Son suelos planos, que ocurren en topografías deprimidas, moderadamente profundos a profundos (90-150 cm. de espesor), de color pardo grisáceo en la superficie y gris en profundidad; de texturas medias en los primeros 40 cms. y pesadas en profundidad; estructuras masivas; duros en seco, firmes en húmedo, muy plásticos y muy adhesivos; se inundan durante 7 meses en el año y con nivel freático entre 50 y 80 cms. en verano; arraigamiento restringido a los 40 o 45 cms. superficiales; fertilidad natural moderada y pobremente drenados, son aptos para cultivos de arraigamiento superficial. El drenaje de estos suelos es muy difícil tanto por la topografía donde ocurren, como por las características del perfil, el alto costo de habilitación hace imposible la utilización de estos terrenos.

Las siguientes unidades cartográficas se han separado en el mapa de suelos :

2.5 A 3 d, Vega Cañete franco arcillo arenosa, 0-1% de
Pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 9,3 hás. En general, el perfil del suelo corresponde a la descripción siguiente :

0-40 cms. De color pardo grisáceo oscuro; textura franco arcillo arenosa; estructura granular en la superficie y de bloques en profundidad; buen arraigamiento.

40-75 cms. De color gris oscuro con abundante moteado; textura arcilla poco densa; estructura masiva; no hay raíces.

75-100 cms. De color gris oscuro con abundante moteado; textura arcilla densa con 50% del moteado, constituido por gravas finas de cuarzo; estructura masiva; impermeable al agua; no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso: IIIIm
Grupo de Riego : 6sd (fuera de riego)

2.5 A 4 d, Vega Cañete franco arcillosa, profundo, 1% de
pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 35,0 hás. La descripción del perfil se ajusta a la ya dicha, sólo que el suelo tiene 130 a 150 cms. de espesor.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

b) Suelos de las terrazas bajas : Los suelos de las terrazas aluviales más bajas se caracterizan por tener perfiles estratificados y derivar de materiales mezclados donde corrientemente predominan los de un alto contenido de cuarzo. Para los efectos prácticos, estos suelos se han distribuidos en tres grupos principales :

1. Suelos de textura liviana
2. Suelos de textura medias, muy estratificados
3. Suelos de texturas pesadas

1. Suelos de textura livianas

Se encuentran generalmente asociados a los antiguos cursos del río Cayucupil; son por lo general suelos moderadamente profundos, de texturas franco arenosa que descansan sobre un sustratum de arenas y casquijos de cuarzo; el drenaje fluctúa entre excesivo y moderadamente bueno de acuerdo con el grado de compactación de los materiales, son de topografía plana con ligero microrelieve y de fertilidad baja.

Las siguientes series de suelos han sido separadas en este grupo:

Serie Cayucupil

Esta serie ocupa una superficie de 166,0 hás., o sea corresponde al 6,73% del área total del estudio. Son suelos planos con ligero microrelieve, delgados (25 a 50 cms. de espesor) que descansan sobre un substratum de arenas gruesas y casquijos de cuarzo; de colores pardo grisáceo muy oscuro, estructura de bloques subangulares, excepto la superficie que es laminar; suelto en seco y en húmedo; no plástico y no adhesivo; arraigamiento restringido a 45 o 50 cms.; fertilidad natural baja y drenaje excesivo; son aptos para cultivos de arraigamiento superficial, ya que en profundidad no existe poder suficiente de retención de agua.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en mapa de suelos :

3.I A 2 d, Cayucupil franco arenoso, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 41,5 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción esquemática :

0-20 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro; textura franco arenosa, estructura laminar por efecto de estratificaciones, buen arraigamiento.

20-35 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro; textura franco arenosa; estructura de bloques, buen arraigamiento.

35-150 cms. Substratum de arenas grusas y casquijos de cuarzo, grano simple, suelto, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 4s

3.I A L d, Cayucupil franco arenoso, muy delgado, 0-1% de pendiente

esta superficie de 90,1 hás. El suelo tiene menos de 25 cms. de espesor al substratum.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs - VIIs
Grupo de Riego : 6s

3.I A 3 d, Cayucupil franco arenoso, moderadamente profundo, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 34,4 hás. El suelo tiene 60 cms. de espesor al substratum.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3s

Serie Pier

Esta serie ocupa una superficie de 284,9 hás., o sea, corresponde al 11,55% del área total del estudio. Son suelos planos con ligero microrelieve y pendientes que fluctúan entre 0 y 2%; son suelos profundos, (100-120 cms. de espesor), estratificados, que descansan sobre un substratum de arenas gruesas y casquijos graníticos iguales a los de la Serie Cayucupil; de color pardo grisáceo oscuro en la superficie y pardo grisáceo en profundidad; textura franco arcillo arenosa fina; estructura de bloques subangulares finos a medios, débiles, blando en seco, friable o muy friable húmedo, no plástico y ligeramente adhesivo en mojado; buen arraigamiento hasta 90 cms. deficiente entre 90 y 120 cms. no hay en profundidad; de fertilidad natural moderada a baja y drenaje moderadamente bueno, son aptos para todos los cultivos de la zona excepto los de arraigamiento muy profundo, ya que el substratum tiene un escaso poder de retención de agua.

Esta serie presente variaciones de importancia con respecto a la profundidad al substratum y a la textura de algunas de las estratas.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

4.2 A 4 d, Pier franco arenoso fino; 0-1% de pendiente

Esta unidad representa una superficie de 79,2 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-40 cms. De color pardo grisáceo oscuro, franco arenoso fino, estructura de bloques, buen arraigamiento.

40-90 cms. De color pardo grisáceo, franco arenoso fino, estructura de bloques, buen arraigamiento.

90-110 cms. De color pardo grisáceo con moteado fino, franco arenoso fino, estructura de bloques, raíces escasas.

Más de 110 Substratum de arenas gruesas y casquijos graníticos; suelto, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
 Grupo de Riego : 3s

4.2 A 4 d, Pier franco arenoso fino, drenaje imperfecto, microrelieve acentuado, 1-2% de pendiente

Esta unidades ocupa una superficie de 30,7 hás. El substratum aparece a 100 cms. y está constituido por arenas medias y gruesas, y no hay casquijos de cuarzo, posee un drenaje más restringido es más acentuado, el perfil del suelo está moteado desde la superficie.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

4.1 A 3 d, Pier franco arenos moderadamente profundo, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 45,3 hás. La textura de los primeros 45 cms. es franco arenoso, el substratum aparece a los 80 cms. y presenta una estrata de textura franco arcillo arenosa fina a arcilla arenosa a los 120 cms.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIs
Grupo de Riego : 3s

4.1 A3 d, Pier franco arenoso, moderadamente profundo, drenaje imperfecto 0-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 12,7 hás. El substratum aparece a los 60 cms. de profundidad, el drenaje es imperfecto.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

4.2 A, d, Pier franco arenoso fino, muy profundo, bien drenado, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 23,5 hás. El substratum aparece a más de 150 cms. de profundidad, la textura del suelo entre los 25 y 90 cms. es arena fina ligeramente franca, no hay evidencias de drenajes restringido en el perfil.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 2s

4.2 A, d, IPier franco arenoso fino, muy profundo, bien drenado, inundable, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 60,8 hás. Es idéntica a la descrita pero el suelo sufre inundaciones de temporada durante los meses de invierno y principios de primavera.

Grupo de Capacidad de Uso : IVs
Grupo de Riego : 6s

4.3 A, d, Pier franco arenoso muy fino, moderadamente bien drenado, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 32,7 hás. El substratum aparece a 130 cms. al perfil es franco arenoso muy fino, parejo; no hay signos de mal drenaje excepto en el sector correspondiente al Sr. Pedro Montory donde el moteado aparece a los 70 cms.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3s

2. Suelos de textura media

Constituyen parte de las terrazas bajas y se encuentran asociados a los suelos de texturas livianas; son moderadamente profundos; de texturas medias, muy estratificadas; el drenaje fluctúa entre moderadamente bueno y pobre predominando los suelos de drenaje imperfecto; son de topografía plana pero algunos ocupan una posición topográfica deprimida; de fertilidad moderada.

Las siguientes series de suelos han sido separadas en este grupo:

Serie Trébol Negro

Esta serie ocupa una superficie de 32,4 hás. o sea, corresponde al 1,31% del área total del estudio. Son suelos planos, estratificados, de pendientes que fluctúan entre 0 y 15%, moderadamente profundos (85 a 90 cms. de espesor) y que descansan sobre un substratum de arenas gruesas y casquijos de cuarzo; de colores pardo grisáceo oscuro en la superficie y pardo en profundidad y el suelo aparece moteado desde los 20 cms. hasta el substratum, el que también presenta moteado interno desde los 120 cms. de profundidad; textura franco arcillo arenosa hasta los 45 cms. y franco arenosa hasta el substratum de bloques subangulares; duro en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y adhesivo en mojado, buen arraigamiento hasta 80 cms.; fertilidad natural moderada y drenaje interno imperfecto, sometidos a inundaciones de invierno (5 a 7 meses en el año), son aptos para cultivos de arraigamiento medio siempre que no les drene.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

5,5 A 3 d, Trébol negro franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente

Esta unida ocupa una superficie de 13,3 hás. El líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-20 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

20-44 cms. De color pardo grisáceo oscuro con moteado escaso, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

44-85 cms. De color pardo con moteado común, textura franco arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento. Se incluye estratas delgadas de arenas, sueltas, con moteado común.

Más de 85 cms. Substratum de arenas gruesas y casquijos graníticos, moteado desde los 125 a 150 cms. suelto, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso	:	IIIIs
Grupo de Riego	:	4sd

5,5 A 5 d; Trébol negro franco arcillo arenoso, muy profundo, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 19,1 hás. El substratum aparece a 180 cms. de profundidad, el subsuelo entre 85 cms. y 180 cms. está constituido por estratas similares a las descritas para la serie entre 44-85 cms. el arraigamiento de las plantas alcanza a los 120cms.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 3sd

Serie Parin

Esta serie ocupa una superficie de 34,6 hás., o sea, corresponde al 1,40% del área total del estudio. Son suelos planos, de posición topográfica baja, de pendiente que fructúan entre 0 y 1% de perfiles estratificados, moderadamente profundos (60-70 cms. de espesor) que descansa sobre un substratum de arenas y casquijos de cuarzo fuertemente moteados hasta los 110 cms. de profundidad, de color pardo grisáceo oscuro con moteado abundante a partir de los 10 cms., textura franco arcillo arenosa; estructura de bloques subangulares medios, moderados, buen arraigamiento hasta 65 cms., deficiente hasta 90 cms., fertilidad natural moderada y drenaje interno imperfecto a pobre, sometido a inundaciones de invierno (6 a 7 meses en el año). Son aptos para cultivos de arraigamiento medio siempre que se les drene.

Las siguientes unidades cartigráficas han sido separadas en el mapa de suelos :

6,5 A 3 d₁; Parin franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 31,4 hás. Líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-10 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

10-21 cms. De color grisáceo oscuro con moteado común, textura arcillo arenosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

21-67 cms. De color grisáceo oscuro con moteado abundante, textura franco arcillo arenosa gruesa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

Más de 67 cms. Substratum de arenas gruesas y casquijos de cuarzo, suelto, los primeros 40 cms., con moteado abundante, raíces escasas hasta 90 cms., no hay en profundidad.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

6.1 A 3 d5m Parin franco arenoso, buen drenaje, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 3,2 hás. el perfil del suelo no esta moteado, el substratum aparece a 80 cms. de profundidad; la superficie del suelo es de textura franco arenosa.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3st

Serie Depre

Esta serie ocupa una superficie de 17,1 hás., o sea corresponde al 0,69% del área total del estudio. Son suelos planos que ocurren en una posición topográfica deprimida en pendientes de 0 a 1%, perfiles muy estratificados, profundos (120 a 125 cms. de espesor) que descansa sobre un substratum de arenas medias; de color pardo grisáceo oscuro hasta 30 cms. y pardo en profundidad, moteado desde los 30 a 150 cms., de texturas livianas, medias y pesadas dispuestas en forma alternada y que producen quiebres abruptos de textura en el perfil; arraigamiento bueno hasta 75 cms., deficiente hasta 120 cms., fertilidad natural moderada y drenaje imperfecto a pobre; son aptos para cultivos de arraigamiento medio siempre que se les drene.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

7.5 A d., Depré franco arcillo arenosa, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 12,3 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-20 cms. De color grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques buen arraigamiento.

20-30 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arenosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

30-45 cms. De color pardo oscuro con moteado escaso, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

45-75 cms. De color pardo con moteado común, textura arena gruesa y media, grano simple; buen arraigamiento.

75-110 cms. De color pardo con moteado abundante, textura arcilla poco densa; estructura de bloques; no hay raíces.

125-150 cms. Substratum de arenas estratificadas, suelto, moteado común, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIm
Grupo de Riego : 3sd

7.1 A 4 d, Depré franco arenoso, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 4,8 hás. Entre 20 y 40 cms. existe una estrata de arcilla densa.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIm
Grupo de Riego : 4sd

Serie Monpe

Esta serie ocupa una superficie de 14,8 hás., o sea, corresponde al 0,60% del área del estudio; son suelos planos con ligero microrelieve y pendiente que fructúan entre 0 y 1%; los perfiles son estratificados, muy profundos (150 cms. de espesor), de textura franco arcillo arenosa hasta 105 cms. excepto una pequeña estrata franco arenosa entre 60 y 72 cms. en profundidad son franco arenoso fino o muy fino, estructuras de bloques subangulares, colores pardo a pardo grisáceo con moteado desde 30 cms., duro en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y adhesivo; buen arraigamiento hasta 70 cms., escaso hasta 105; fertilidad natural moderada y drenaje interno imperfectos; son aptos para cultivos de arraigamiento profundo siempre que se les drene.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

8.5 A 5 d, Monpe franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 10,3 hás. El perfil del suelo se ajusta a la siguiente descripción general :

0-30 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa; estructura de bloques; buen arraigamiento.

30-40 cms. De color pardo oscuro con moteado escaso textura franco arcillosa; estructura de bloques; buen arraigamiento.

40-60 cms. De color pardo grisáceo con moteado común, textura franco arcillo arenosa; estructura de bloques, buen arraigamiento

60-72 cms. De color pardo grisáceo con moteado común; textura de bloques; buen arraigamiento.

72-105 cms. De color pardo grisáceo oscuro con moteado común, textura franco arcillo arenosa muy fina; estructura laminar fina por estratificaciones; arraigamiento pobre.

105-150 cms. De color pardo grisáceo oscuro con moteado común; textura franco arenosa fina a muy fina; sin estructura, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 3sd

8.5 A 5 d, Monpe franco arcillo arenoso, topografía deprimida 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 4,5 hás. sometidas a frecuentes inundaciones de invierno, pobremente drenadas.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 6sd

Serie Topor

Esta serie ocupa una superficie de 27,0 hás., o sea, el 1,10% del área total del estudio. Son suelos planos, en posición topográfica deprimida con pendientes de 1 a 2%; de perfiles estratificados muy profundos (150 cms. de espesor); de color pardo grisáceo oscuro moteado desde los 15 cms.; textura franco arenosa fina a muy fina en los primeros 100 cms., franco arcillo arenosa hasta 135 cms. y franco arenosa en profundidad; estructura de bloques subangulares finos, débiles; friables a muy friables en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; buen arraigamiento hasta 75 cms., escaso hasta los 120 cms.; fertilidad natural moderada a baja; drenaje interno imperfecto a pobre; son aptos para cultivos de arraigamiento profundo siempre que se les drene.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

9.2 A5 d., Topor franco arenoso fino, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 27,0 hás. En términos generales, la siguiente descripción puede representar el perfil del suelo :

0-15 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

15-45 cms. de color grisáceo oscuro con moteado escaso, textura franco arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

45-103 cms. De color pardo grisáceo con moteado común, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, arraigamiento deficiente hasta 120 cms., no hay raíces de profundidad.

135-150 cms. De color pardo grisáceo con moteado común, textura franco arenosa; sin estructura, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIm
 Grupo de Riego : 4sd

Serie Tucapel

Esta serie ocupa una superficie de 49,2 hás., o sea, corresponde al 1,99% del área del estudio. Son suelos planos, estratificados, con pendiente de 1 a 2%, muy profundos (más de 150 cms. de espesor), de color pardo grisáceo oscuro con moteado desde los 25 cms.; textura franco arcillo arenosa en los primeros 100 cms. y arcilla poco densa en profundidad; estructura de bloques subangulares medios, moderados excepto en la arcilla que tiene estructura masiva; firme en húmedo, plástico y adhesivo; buen arraigamiento en los primeros 75 cms.; fertilidad natural moderada y drenaje imperfecto, sometido a inundaciones durante el invierno (3 a 4 meses); son suelos aptos para cultivos de arraigamiento medio siempre que se les drene.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

10.6 A 5 d, Tucapel franco arcillo arenoso fino, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 49,2 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-25 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

23-40 cms. de color pardo grisáceo oscuro; con moteado escaso, textura franco arcillo arenosa; estructura de bloques, buen arraigamiento.

40-100 cms. De color pardo oscuro con moteado abundante; textura franco arcillo arenosa fina; estructura de bloques; buen arraigamiento hasta 75 cms.

100-150 cms. De color pardo grisáceo oscuro con moteado abundante; textura arcilla poco densa; estructura masiva; no hay raíces. Existen vetas de arena intercaladas.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

Serie Cares

Esta serie ocupa una superficie de 28,0 hás., o sea, corresponde al 1,14% de área total del estudio. Son suelos planos, de topografía deprimida y pendiente de 0-1%; perfiles estratificados muy profundos; (más de 150 cms. de espesor), de colores pardo grisáceo con moteado escaso desde la superficie, abundante hasta 135 cms. y escaso hasta 150 cms.; textura franco arenosa fina en la superficie, franco arcillo arenosa fina hasta 100 cms., arcilla densa en profundidad; estructura de bloques subangulares hasta 38 cms. y masiva hasta 150 cms., firme en húmedo, plástico y adhesivo en mojado; buen arraigamiento hasta 38 cms., pobre hasta 65 cms.; fertilidad natural moderada; drenaje pobre, se inunda en invierno; son aptos para cultivos de temporada.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

11.2 Asd; Cares franco arenoso fino, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 28,0 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción general :

0-38 cms. De color pardo grisáceo con moteado escaso, textura franco arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

38-95 cms. De color pardo grisáceo, gris en profundidad con moteado abundante; textura franco arcillo arenosa fina, estructura masiva; arraigamiento pobre hasta 65 cms., no hay raíces hacia abajo.

95-135 cms. De color pardo grisáceo con moteado abundante; textura arcilla densa; estructura masiva.

135-150 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro con moteado escaso; textura arcillo arenosa fina; estructura masiva.

Grupo de Capacidad de Uso : IVm
Grupo de Riego : 6sd

Serie Romon

Esta serie ocupa una superficie de 28,3 hás., o sea, representa el 1,15% del área total del estudio. Son suelos planos, de 1 a 2% de pendiente, con microrelieve muy profundos (más de 150 cms. de espesor); de color pardo oscuro en la superficie, pardo grisáceo en el sub-suelo y gris oscuro en profundidad; textura franco arenosa hasta 10 cms. franco arcillo arenosa hasta 30 cms., arcilla densa hasta 100 cms. y poco densa hacia abajo; estructura de bloques hasta los 30 cms. y prismática gruesa en profundidad; excepto la superficie, el perfil es duro en seco, firme en húmedo, plástico y muy adhesivo; el arraigamiento es bueno hasta 50 cms., moderadamente bueno hasta 70 cms. y pobre hasta 105 cms., hacia abajo no hay raíces; fertilidad natural moderada a baja y drenaje moderadamente bueno; son aptos para cultivos de arraigamiento medio y al parecer no necesitan drenaje artificial, aunque un mal manejo del agua de riego puede producir un nivel freático entre 100 y 140 cms. de profundidad.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

12.1 A 5 d, Romon franco arenoso, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 18,8 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción esquemática :

0-10 cms. De color pardo oscuro; textura franco arenosa; estructura de bloques; buen arraigamiento.

10-30 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa con casquijos, estructura de bloques, buen arraigamiento.

30-140 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura arcilla poco densa y densa en profundidad, estructura prismática gruesa, arraigamiento bueno hasta 50 cms. regular hasta 70 y pobre hasta 105 cms. no hay raíces hacia abajo.

140-150 cms. De color gris oscuro, textura arcilla poco densa, estructura masiva, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs
Grupo de Riego : 3s

Este suelo está regado en la actualidad.

12.7 B5 d, Romon franco arcillo arenoso muy fino, drenaje imperfecto, 2-5% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 9,5 hás. Es húmedo por afloramientos de agua que se producen debido a quiebres abruptos de pendiente; el perfil está moteado desde 30 cms. de profundidad y aparece arcilla densa a 100 cms.

Grupo de Capacidad de Uso : IVm
Grupo de Riego : 4sd

Serie Capil

Esta serie ocupa una superficie de 18,7 hás. o sea, representa el 0,7% del área total del estudio. Son suelos planos, de pendiente 0-1%; muy profundos (más de 150 cms. de espesor); de color pardo grisáceo en la superficie, pardo claro el subsuelo, moteado desde los 90 cms.; textura franco arenosa hasta 60 cms., franco arenoso muy fino entre 60 y 90 cms., arcilla densa hasta 135 cms. y franco arenosa gruesa en profundidad; estructura de bloques subangulares excepto en la estrata de arcilla donde se presenta estructura prismática gruesa; buen arraigamiento hasta 90 cms.; fertilidad natural moderada; drenaje moderadamente bueno a imperfecto; son aptos para cultivos de arraigamiento medio.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

13.5 A, d., Capil franco arcillo arenosa, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 18,7 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción esquemática :

0-15 cms. De color pardo grisáceo, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

15-60 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

60-135 cms. De color pardo oliva claro con moteado común, textura arcilla densa; estructura prismática gruesa, buen arraigamiento hasta 90cms.

135-150 cms. De color pardo amarillento con moteado común; textura franco arenosa gruesa, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
 Grupo de Riego : 3s

3. Suelos de textura pesadas

Constituyen parte de las terrazas bajas y en general, se encuentran asociados a áreas deprimidas, de mal drenaje, son suelos planos de menos del 1% de pendiente, de textura donde predomina la arcilla poco densa o densa; de fertilidad natural moderada, pero el uso de suelo está limitado por el exceso de agua presente en el perfil durante gran parte del año.

Las siguientes series de suelos se han separado en este grupo :

Serie Bacayú

Esta serie ocupa una superficie de 80 hás., representado el 0,32% del área total del estudio. Son suelos planos en posición topográfica deprimida con pendiente de 0 a 1%; muy estratificados; muy profundos (más de 150 cms.); color pardo grisáceo muy oscuro moteado desde los 40 cms., textura franco arcillo arenosa hasta 40 cms.; arcilla poco densa hasta 135 cms., arcillo arenosa hasta 150 cms.; estructura masiva (el suelo está húmedo desde la superficie); buen arraigamiento hasta 60 cms., moderadamente bueno hasta 90 cms. no hay raíces en profundidad; fertilidad natural moderada; drenaje pobre; son aptos para cultivos de arraigamiento medio siempre que se les drene.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

14.8 A 5d, Bacayú arcillo arenosa, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 80 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-12 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro; textura arcillo arenosa, estructura granular gruesa, buen arraigamiento.

12-40 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro, textura arcillo arenosa, estructura masiva, buen arraigamiento.

40-90 cms. Estratas alternadas de material franco arcillo arenoso de color pardo oscuro y arcilla poco densa de color pardo rejizo, con moteado intenso en la zona de contacto, estructura masiva; buen arraigamiento hasta 60 cms., pobre hasta 90 cms.

90-135 cms. Los materiales son idénticos, pero las bandas más gruesas, las de arcilla tienen 1 cms. en promedio y las franco arcillo arenosas 2 cms. en promedio; el moteado es grueso y abundante, estructura masiva; no hay raíces.

135-150 cms. Estructuras de casquijos gravíticos y arenas gruesas alternadas con arcilla densa de color gris; estructura masiva, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IVm
 Grupo de Riego : 6sd

Serie Delpan

Esta serie ocupa una superficie de 6,9 hás., o sea, representa el 0,28% del área total del estudio. Son suelos planos en posición topográfica deprimida, sin drenaje natural, con pendientes entre 0-1%. El suelo moderadamente profundo (60-70 cms. de espesor) que descansa sobre un suelo orgánico enterrado de color pardo muy oscuro en los primeros 50 cms. y gris oscuro entre 50 y 65 cms., con moteado abundante y grueso desde la superficie; textura arcilla poco densa; estructura prismática gruesa en seco, masiva en húmedo; muy duro en seco, muy firme en húmedo, muy plástico y muy adhesivo; arraigamiento reducido a 60 cms.; drenaje muy pobre con nivel freático a 60 cms. en un año de sequía muy grande, inundado desde mediados de otoño a mediados de primavera (6 o 7 meses en el año); fertilidad natural moderada; apto sólo para cultivos de temporada.

La siguiente unidad cartigráfica ha sido separada en el mapa de suelos :

15.9 A3 d, Delpán arcilla poco densa, 0-1% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 6,9 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción general :

0-50 cms. De color pardo muy oscuro, con moteado abundante, grueso, textura arcilla poco densa; estructura masiva; buen arraigamiento.

50-65 cms. De color gris muy oscuro, moteado abundante fino, textura arcilla poco densa; estructura masiva; arraigamiento pobre; nivel freático a 60 cms.

Más de 65 cms. Suelo orgánico enterrado, los primeros 25 a 30 cms. son turba, hacia abajo materiales arcillosos densos.

Grupo de Capacidad de Uso : IVm
Grupo de Riego : 6sd

- c) Suelos de los Piedmont : Estos suelos ocurren en un conjunto de conos aluviales de reducida extensión y en general asociados a quebradas que bajan de los cerros. Ocupan una posición topográfica de plano inclinado con pendientes que fructúan entre 2 a 15%; son suelos moderadamente profundos a profundos, de textura medias que descansan sobre substratum de arenas y gravas graníticas. En el sector Norte del área, estos suelos son más delgados y descansan sobre materiales aluviales en que predominan las gravas finas, las gravas finas, las que se encuentran fuertemente cementadas, al parecer, por sílice, fierro y aluminio.

Las siguientes series de suelos han sido separadas en el mapa de suelos :

Serie Joal

Esta serie ocupa una superficie de 92,4 hás., o sea, corresponde al 3,75% del área total del estudio. Son suelos planos, ligeramente inclinados con microrelieve, que en partes es acentuado, y con pendientes que fructúan entre 1 y 5%, de colores pardo a pardo rojizo en húmedo, delgados o muy delgados (20 a 50 cms. de espesor) que descansan sobre un substratum de gravas finas fuertemente cementadas; texturas medias, estructura prismática fina; duros en seco, friable a firme en húmedo, ligeramente plástico y adhesivo en mojado; el arraigamiento se encuentra limitado por la existencia de estrata de piedras cementadas; de fertilidad natural baja y drenaje moderadamente bueno a imperfecto dependiendo ello de la posición topográfica dentro del microrelieve, las partes más altas tienen mejor drenaje. Son aptos para cultivos de arraigamiento muy superficial.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

16.5 AB2 d, Joal franco arcillo arenoso, 1-3% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 43,6 hás. en líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-15 cms. De color pardo oscuro a pardo rojizo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura prismática fina, buen arraigamiento.

15-30 cms. De color pardo rojizo en húmedo, textura franco arcillo arenosa, estructura prismática fina, arraigamiento bueno.

30-45 cms. De color pardo rojizo en húmedo, franco arcillo arenoso, el 40% del material está constituido por gravas finas, raíces aisladas.

Más de 45 cms. Substratum de piedras y gravas fuertemente cementadas, no hay raíces.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs - VIIs
Grupo de Riego : 4s

16.5 AB1 d,m Joan franco arcillo arenoso, muy delgado, microrelieve acentuado, 2-5% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 48,8 hás. Se presentan fuertes variaciones con respecto al espesor del suelo, el 60% del área tiene 22 a 30 cms. de espesor y un 30%, alrededor de 40 a 50 cms. estos espesores no permiten la nivelación de los terrenos y el microrelieve es acentuado.

Grupo de Capacidad de Uso : VI_s
Grupo de Riego : 6st

Serie Senec

Esta serie ocupa una superficie de 51,3 hás., o sea, representa el 2,08% del área total del estudio. Son suelos planos inclinados, de pendientes largas que fructúan entre 4 y 5%, de colores pardo rojizo oscuro, muy profundos (más de 150 cms. de espesor), texturas pesadas excepto en la superficie que es de textura media; estructura prismática, muy duro en seco, firme en húmedo, muy plástico y adhesivo, el arraigamiento es bueno hasta los 85 cms., de fertilidad natural moderada a baja y drenaje moderadamente bueno, son aptos para todos los cultivos de la zona, limitada la utilización del suelo por la pendiente.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

17.5 B5 d, Senec franco arcillo arenosa, 4-5% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 51,3 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

15-0 cms. Depositación, de color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques; buen arraigamiento.

0-45 cms. De color rojizo oscuro, arcilla poco densa, estructura prismática, buen arraigamiento.

46-130 cms. De color pardo rojizo oscuro, con moteado ligero, arcilla densa, masiva; raíces escasas desde los 85 cms.

Grupo de Capacidad de Uso : III_s
Grupo de Riego : 3st

Serie Monarca

Esta serie ocupa una superficie de 28,7 hás., o sea, representa el 1.16% del área total del estudio. Son suelos planos, ligeramente inclinados, con microrelieve y pendientes que fructúan entre 2 y 10%, de colores pardo a pardo rojizo, moderadamente profundos, de texturas pesadas y que descansan sobre un substratum de arenas y gravas graníticas, moderadamente compactados; el arraigamiento de las plantas está limitado a 90 cms. de fertilidad natural moderada a baja, drenaje moderadamente bueno, aunque la permeabilidad es muy lenta, son aptos para la mayor parte de los cultivos de la zona, no son aptos para plantas de arraigamiento profundo.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

18.6 C3 d, Monarca franco arcillo arenoso fino, 5-10% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 14,2 hás. en líneas generales, el perfil del suelo corresponde a las siguientes descripciones :

0-25 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques finos, raíces muy abundantes.

25-62 cms. De color pardo rojizo oscuro, textura arcilla poco densa, estructura prismática media, raíces muy abundantes.

62-92 cms. De color pardo a pardo rojizo, textura arcilla densa, estructura prismática gruesa y media, raíces abundantes hasta 75 cms., escasas hasta 95 cms.

Más de 92 cms. Substratum de piedras y gravas.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs; VIe en las partes más pendientes.

Grupo de Riego : 6t

18.6 B3 d' Monarca franco arcillo arenoso fino, 2-5% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 14,5 hás. Se diferencia de la unidad anterior sólo en la pendiente en que ocurre el suelo :

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3s

Serie Micace

Esta serie ocupa una superficie de 69,8 hás., o sea, representa el 2,83%, del área total del estudio. Son suelos planos ligeramente inclinados con pendientes que fructúan entre 4 y 5%; son suelos profundos (algo más de 100 cms.) que descansan sobre un substratum de arenas gruesas de colores oscuros; las texturas son medias hasta los 80 cms. y livianas en profundidad, de color pardo oscuro, de estructura de bloques subangulares medios; blanco en seco, friable en húmedo, ligeramente plástico y adhesivo en mojado; el arraigamiento de las plantas es bueno hasta los 100 cms. son suelos de fertilidad moderada y drenaje bueno, son aptos para todos los cultivos de la zona.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

19.5 B4 d, Micace franco arcillo arenoso, 1 a 5% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 40,4 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-23 cms. De color pardo grisáceo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques, débiles; buen arraigamiento. Los primeros 10 cms. del suelo son de estructura laminar por efecto de las estratificaciones.

23-80 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa, estructura de bloques, raíces abundantes; los últimos 20 cms. tienen gran cantidad de gravas finas. finas.

80-130 cms. De color pardo grisáceo oscuro, textura franco arenosa gruesa; estructura laminar por sedimentación, raíces abundantes.

Más de 130 cms. Substratum de arenas gruesas de colores oscuros, suelto, raíces escasas.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs
Grupo de Riego : 3st

19.5 A4 d, Micace franco arcillo arenoso, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 10,8 hás. Se diferencia de la unidad, ya descrita en que ocurre en topografía plana de 1 a 2% de pendiente.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIs
Grupo de Riego : 2s

19.5 C4 D, Micace franco arcillo arenoso, 5-10% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 18,6 hás. Ocurre en pendientes fuertes y largas y no debe regarse.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIs
Grupo de Riego : 6t

Serie Parva

Esta serie ocupa una superficie de 86,4 hás. representado el 3,50% del área total del estudio. Son suelos planos ligeramente inclinados con pendientes largas que fructúan entre 1 y 2%; son suelos profundos, de texturas medias, color pardo oscuro, estructuras de bloques subangulares medios; friables en húmedo, ligeramente plásticos y adhesivos, buen arraigamiento de las plantas, de fertilidad natural moderada y drenaje bueno, son aptos para todos los cultivos de la zona.

La siguiente unidad cartográfica ha sido separada en el mapa de suelos :

20.7 A4 d, Parva franco arcillo arenoso muy fino 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 74,9 hás. En líneas generales, el perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción :

0-20 cms. De color pardo oscuro, franco arcillo arenosa muy fina, estructura granular, buen arraigamiento.

20-42 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa muy fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

42-130 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa fina rellenando los huecos entre las gravas que constituyen el 50% del volumen del suelo, raíces abundantes hasta 90 cms. escasas en profundidad.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3s

20.7 A4 d, Parva franco arcillo arenoso muy fino, húmedo, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 11,5 hás. El perfil es más húmedo debido a aguas de escurrimiento profundo que afloran en este sector debido al cambio brusco de pendiente.

Grupo de Capacidades de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

Serie Piega

Esta serie ocupa una superficie de 71,8 hás., o sea, representa el 2,91% del área total del estudio. Son suelos planos ligeramente inclinados con pendientes largas que fructúan entre 1 y 2%, son suelos muy profundos; de texturas medias hasta el metro y que descansan sobre estratificaciones de materiales franco arenosos muy fino; de colores pardo oscuro, estructura de bloques, duro en seco, friable a firme en húmedo, ligeramente plástico y adhesivo en mojado, buen arrigamiento hasta los 80 cms.; fertilidad natural moderada a baja y drenaje mederadamente bueno, apto para cultivos de arraigamiento medio.

Las siguientes unidades cartográficas han sido separadas en el mapa de suelos :

21.6 A, d, Piega franco arcillo arenoso fino, 1-2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 52,7 hás. El perfil del suelo corresponde a la siguiente descripción general :

0-50 cms. De color pardo oscuro, textura franco arcillo arenosa fina, estructura de bloques, buen arraigamiento.

50-80 cms. DE color amarillento oscuro, con moteado escaso, textura franco arcillo limosa, estructura de bloques, buen arraigamiento.

80-100 cms. De color pardo oliva, textura franco arcillo arenosa fina, raíces escasas.

100-150 cms. De color pardo oliva, textura franco arenosa muy fina, estratificado, no hay raíces.

Existe un sector con gravas aisladas en el perfil, que no se separó en el mapa.

Grupo de Capacidad de Uso : IIs
Grupo de Riego : 3sd

21.5 A5 d, Piega franco arcillo arenosa, húmedo, 2% de pendiente

Esta unidad ocupa una superficie de 19,1 hás. El perfil es más húmedo debido a aguas de escurrimiento profundo que afloran en este sector debido al cambio.

Grupo de Capacidad de Uso : IIIIm
Grupo de Riego : 4sd

CUADRO RESUMEN DE LAS APTITUDES DE LOS SUELOS PARA REGADIO

(Hás)

Clasificado por Problemas de :	Suelos Susceptibles de Regadío			Suelos No Regables	
	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 4	Clase 6
Suelos (s)	618,8	318,5	85,1	--	90,1
Topografía (t)	--	161,9	--	--	569,1
Suelos y Drenaje (sd)	--	94,4	--	244,2	140,1
Suelos y Topografía (st)	--	94,9	--	--	48,8
Superf. en Hectáreas	618,8	669,7	85,1	244,2	848,7

Suelos Susceptibles de Regadío

	Hás.	%
Clase 2 :	618,8	25,09
Clase 3 :	669,7	27,15
Clase 4 :	85,1	3,45
	<u>1.373,6</u>	<u>55,69</u>

Suelos no Aptos para Regadío

	Hás.	%
Clase 4 :	242,2	9,90
Clase 6 :	848,7	34,41
	<u>1.090,9</u>	<u>44,31</u>

Superficie Total Estudio

<u>2.466,5</u>	<u>100,00</u>
----------------	---------------

Conclusiones

El estudio de suelos del proyecto de regadío de Cayucupil permite establecer las siguientes conclusiones :

1. El costo del regadío es caro para la zona y es imprescindible efectuar un estudio económico a fin de determinar el costo de la puesta en riego, de la inversión adicional correspondiente y establecer si es económicamente factible el proyecto.
 2. Existe una superficie de 848,7 hás. (34,41%) que es imposible de regar por las características físicas, químicas y topográficas de los suelos.
 3. Existe una superficie de 244,4 hás. (9,90%) que no se justifica regar debido a las características físicas del perfil del suelo, a la topografía deprimida de los mismos y al hecho de estar sujetos a inundaciones anuales por períodos de tiempo largo, y en menor grado, a las condiciones económicas vigentes.
 4. Existe una superficie de 85,1 hás. (3,45%) que es posible regar a pesar de los serios problemas de suelo que tiene.
 5. Existe una superficie de 1.288,5 hás. (52,24%) que puede regarse sin excesivos problemas técnicos, de esta superficie 746 hás. (30,25% del área total del estudio de suelos) corresponde a suelos rojos arcillosos de la terraza más alta y que sólo podrían ser cultivados en una rotación de cereal y pastos, es decir, cultivos de baja entrada bruta por hectárea.
 6. Más del 80% de los suelos incluidos en el proyecto son de bajos rendimientos por hectárea, ello en parte debido a las características mismas del suelo y en parte a las malas técnicas agrícolas que se aplican en la actualidad.
 7. Un adecuado manejo del suelo y del agua es fundamental para el buen éxito del proyecto de regadío y por lo tanto; deberá proporcionarse asistencia técnica directa a los agricultores si se quiere evitar un fracaso económico de proporciones.
-

Leyenda de Suelos

a) Suelos de la Terraza Alta	Grupo Capacidad de Uso	Grupo de Riego	Superf. Hás.
1.4 A 5d, Cañete franco arciloso, 1-2% de pendiente	IIs	2s	584,5
1.4 B 5d, Cañete franco arciloso, 2-5% de pendiente	IIIIs	3t	161,9
1.4 CD 5d, Cañete franco arciloso, 5-20% de pendiente	IIIe-VIe	6t	475,5
2.5 A3 d, Vega Cañete franco arciloso arenoso, 0-1% de pendiente	IIIIm	6sd	93,3
2.5 A4 d, Vega Cañete franco arciloso, profundo 1% de pendiente	IIIIm	4sd	35,0
b) Suelos de la Terraza Baja			
1. Suelos de texturas livianas			
3.1 A2 d, Cayucupil franco arenoso, 0-1% de pendiente	IIs	4s	41,5
3.1 A1 d, Cayucupil franco arenoso muy delgado, 0-1% de pendiente	IIIIs-VIs	6s	90,1
3.1 A3 d, Cayucupil franco arenoso, moderad. profundos, 0-1% de pendiente	IIs	3s	34,4

4.2 A4 d,	Pier franco arenoso fino 0-1% de pendiente	IIs	3s	79,2
4.2 A4 d,m	Pier franco arenoso fino, drenaje imperfecto, microrelieve acentuado, 1-2% pendiente	IIIIm	4sd	30,7
4.1 A3 d,	Pier franco arenoso, moderadamente profundo, 1-2% de pendiente	IIIIs	3s	45,5
4.1 A3 d,	Pier franco arenoso, moderadamente profundo, drenaje imperfecto, 0-2% de pendiente	IIIIm	4sd	12,7
4.2 A5 d,	Pier franco arenoso fino, bien drenado, 1-2% de pendiente	IIs	2s	23,5
4.2 A5 d,I	Pier franco arenoso fino, muy profundo, bien drenado, inundable, 0-1% de pendiente	IVs	6t	60,8
4.3 A4 d _{4,5}	Pier franco arenoso muy fino, moderado, bien drenado, 0-1% de pendiente	IIs	3s	32,7

2. Suelos de texturas medias

5.5 A3 d, Trébol negro franco	IIIm	4sd	13,3
5.5 A5 d, Trébol negro franco arcillo arenoso muy profundo, 0-1% de pendiente	IIIm	3sd	19,1
6.5 A3 d ₁ , Perin franco arenoso 0-1% de pendiente	IIIm	4sd	31,4
6.1 A3 d _{3m} Perin franco arenoso, con micro relieve, 0-1% de pendiente	IIs	3st	3,2
7.5 A4 d ₁ , Depré franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente	IIIm	3sd	12,3
7.1 A4 d ₁ , Depré franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente	IIIm	4sd	4,8
8.5 A5 d, Monpe franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente	IIIm	3sd	10,3
8.5 A5 d, Monpe franco arcillo arenoso, deprimido, 0-1% de pendiente	IIIm	6sd	4,5
9.2 A5 d ₁ , Topor franco arenoso fino, 1-2% de pendiente	IIIm	4sd	27,0
10.6 A5 d, Tucapel franco arcillo arenoso fino, 1-2% de pendiente	IIIm	4sd	49,2

11.2 A5 d ₁	Cares franco arenoso fino, 0-1% de pendiente	IVm	6sd	28,0
12.1 A5 d ₁	Romon franco arenoso, 1-2% de pendiente	IIIIm	3s	18,8
12.7 B5 d ₁	Romon franco arcillo arenoso muy fino, drenaje imperfecto, 2-5% de pendiente	IVm	4sd	9,5
13.5 A5 d _{1,4}	Capil franco arcillo arenoso, 0-1% de pendiente	IIIs	3s	18,7

3. Suelos de textura pesada

14.8 A5 d ₁	Bacayú arcillo arenoso, 0-1% de pendiente	IVm	6sd	8,0
15.9 A ₁ d ₁	Delpán arcilla poco densa, 0-1% de pendiente	IVm	6sd	6,9

c) Suelos de Piedmont

16.5 AB 2d ₁	Joal franco arcillo arenoso, 1-3% de pendiente	IIIIs	4s	43,6
-------------------------	--	-------	----	------

16.5 AB1d,m	Joal franco arcillo arenoso, muy delgado, con microrelieve acentuado. 1-5% de pendiente	IVs	6st	48,8
17.5 B5 d4	Senec franco arcillo arenoso, 4-5% de pendiente	IIIs	3st	51,3
18.6 B3 d4	Monarca franco arcillo arenoso 2-5% de pendiente	IIs	3s	14,5
18.6 C3 d,	Monarca franco arenoso fino, 5-10% de pendiente	IIIs	6t	14,2
19.5 B4 d,	Micace franco arcillo arenoso, 2-5% de pendiente	IIIs	3st	40,4
19.5 A4 d,	Micace franco arcillo arenoso, 1-2% de pendiente	IIs	2s	10,8
19.5 C4 d,	Micace franco arcillo arenoso, 5-10% de pendiente	IIIs	6t	18,6
20.7 A4 d5	Parva franco arcillo arenoso muy fino, 1-2% de pendiente	IIs	3s	74,9
20.7 A4 d,	Parva franco arcillo arenoso muy fino, húmedo, 1-2% de pendiente	IIIs	4sd	11,5
21.6 A5 d4	Piega franco arcillo arenoso fino 1-2% de pendiente	IIs	3sd	52,7
21.5 A5 d3	Piega franco arcillo arenoso fino húmedo 2% de pendiente	IIIs	4sd	19,1

Simbolos Empleados en la Leyenda de SuelosPendiente

A	0 - 2%
B	2 - 5%
C	5 - 10%
D	10 - 20%

Espesor del Suelo

1	Muy Delgado	0 - 25 cms.
2	Delgado	25 - 50 cms.
3	Moder. Profundos	50 - 90 cms.
4	Profundos	90 - 150 cms.
5	Muy Profundos	Más de 150 cms.

Clase de Drenaje

1	Muy Pobre	
2	Pobre	<u>Fórmula Empleada</u>
3	Imperfecto	Nombre de la Serie
4	Moder. Bueno	! Tipo de Suelo
5	Bueno	! ! Pendiente
6	Excesivo	! ! ! Espesor del Suelo
		! ! ! ! Clase de Drenaje
		! ! ! ! ! Microrelieve
		! ! ! ! ! ! Inundación
		! ! ! ! ! ! !
		! ! ! ! ! ! !
		4 5 A 5 d ₁ m I

Tipo de Suelo (texturas superficiales)

1	Franco arenoso
2	Franco arenoso fino
3	Franco arenoso muy fino
4	Franco arcilloso
5	Franco arcillo arenoso
6	Franco arcillo arenoso fino
7	Franco arcillo arenoso muy fino
8	Arcillo arenoso
9	Arcilla poco densa