

COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS

(SECTOR ILLAPEL - TERRAZAS LITORALES)

INFORME FINAL

INGENIERIA AGRICOLA LIMITADA

BENJAMIN HERRERA R. FERNANDO HERRERA L. Ingenieros Agrónomos

SANTIAGO DICIEMBRE 1993

R E S U M E N

La Comisión Nacional de Riego mediante licitación pública adjudicó a la firma consultora **Ingeniería Agrícola Ltda.** la ejecución del Estudio de Suelos del Valle del Choapa y sus Tributarios, estudio temático fundamental para la pos-terior realización del Estudio Integral de Riego - Proyecto Choapa.

El objetivo central del trabajo fué el reconocimiento, clasificación y cartografía de suelos, a nivel semi detallado, escala de trabajo 1:20.000, con fines de regadío, de una superficie aproximada de 40.000 hás. El área reconocida comprendió el Valle del Río Choapa desde su junta con el río Illapel hasta la desembocadura en el Oceáno, las terrazas litorales y los terrenos utilizables de sus Tributarios.

El presente trabajo incluyó también el estudio de otras variables, tales como geomorfología, procesos morfogenéticos, caracterización climática y evaluación del potencial agroclimático, variables todas que en su conjunto permitieron una mejor interpretación de las características agrológicas y de aptitud de los terrenos.

Por presentar la zona algunos rasgos especiales ya que incluye las llamadas Comunidades del Norte Chico, que ocupan grandes extensiones de terreno y cuya influencia sobre el uso

y manejo de los suelos es notorio, la Comisión Nacional de Riego, estimó necesario complementar el estudio agrológico con antecedentes adicionales dando orígen así a un capítulo que se denominó "Presentación Geográfica y Socioeconómica del Area". En él se analizaron aspectos tales como el uso de la tierra y la economía del área, la evolución de la población, los procesos morfogenéticos, la orografía, la hidrografía y la dinámica vegetacional.

Paralelamente se hizo un estudio de Clima y Agroclima cuyo objetivo fué caracterizar el sector e identificar las posibles limitaciones que impondría el clima a una diversificación de la agricultura existente. Los resultados permitieron la determinación de 6 Distritos Agroclimáticos entregándose para cada uno de ellos sus características y un diagnóstico del comportamiento de diferentes cultivos.

El reconocimiento de suelos cubrió una superficie total de 38.821,7 hás. De acuerdo a los Términos de Referencia de la licitación, el estudio se hizo según las pautas del Manual de Reconocimiento de Suelos (Soil Survey Manual 1984).

Como cartografía básica se usaron los planos topográficos escala 1:10.000 proporcionados por la Comisión Nacional de Riego y se contó además con los fotogramas infrarojo color escala 1:10.000. La escala de trabajo y de presentación de los diferentes estudios temáticos se hizo a escala 1:20.000.

Por considerarlo como una herramienta fundamental para el reconocimiento agrológico, la consultora realizó previo a él,un estudio geomorfológico del área que se tradujo en la confección de cartas de Unidades Geomorfológicas. Posteriormente y basados en este estudio, se realizó el reconocimiento de suelos propiamente tal, lo que permitió agrupar suelos que genéticamente tienen igual orígen, evolución de desarrollo, posición y morfología.

De acuerdo al estudio señalado fué que se agruparon los suelos de la siguiente manera:

a.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.-

Estas terrazas litológicamente corresponden a rocas sedimentarias marinas constituidas principalmente por areniscas, pizarras y calizas. Se describió la Serie Huentelauquén.

b.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas (Aluviales antiguas).-

Son antiguas terrazas del río Choapa hoy día ubicadas a alturas de 100mts. sobre el nivel actual del río. El suelo se ha desarrollado a partir de gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de orígen granítico. Se describieron las Series Tunga y Mincha.

c.- Suelos de Piedmont y Conos.-

Los conos de deyección están formados principalmente por

material transportado proveniente de la descomposición y erosión de las rocas de los frentes rocosos de los Valles. La imbricacion de los conos formó en algunos sectores amplios piedmont. Se describieron las Series Millahue, Canela y Agua Fría.

d.- Suelos de las Terrazas Aluviales.-

Dada la orografía muy rigurosa existente en el área, las terrazas aluviales ocupan poca extensión, a excepción de las ubicadas en la desembocadura del río Choapa. En general los tributarios presentan escaso desarrollo de terrazas ya que los ciclos de alta pluviosidad provocan riadas que las erosionan y dejan cubiertas de piedras y rocas.

Se describieron las Series Choapa y Llano Largo.

A fín de lograr una mejor caracterización de las Series, se realizaron análisis químicos y físicos completos, señalando para cada una sus características y posibles respuestas a la puesta en riego.

Se confeccionaron cartas interpretativas de Capacidad de Uso, Aptitud de Regadío, Aptitud Frutal, Aptitud Agrícola y Grupos de Uso y Manejo.

El cuadro que se presenta a continuación muestra para toda el área estudiada, la clasificación por Capacidad de Uso de los Suelos en las distintas Unidades Fisiográficas.

	II	III	IV	VI	VII	VIII	TOTAL HAS.
Terrazas Aluviales del Choapa	164,4	549,2	215,0	65,2			993,8
Terrazas aluviales Tributarios	28,2	84,0	212,2	183,8			508,2
Terrazas Aluviales Antiguas		1.606,4	1.541,0	1.086,0			4.233,4
Terrazas Marinas			5.881,0	1.119,2			7.000,2
Piedmont y Conos		158,4	1.628,3	983,5			2.770,2
Cerros y Quebradas					16.246,9	3.975,6	20.222,5
Otros Misceláneos					122,0	2.941,2	3.063,2
Total	192,6	2.398,0	9.477,5	3.437,7	16.368,9	6.916,8	38,791,5
Tranque, Laguna y Playa							30,2
TOTAL GENERAL							38.821,7

EQUIPO PROFESIONAL

PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

Benjamín Herrera Riesco	Ingeniero Agrónomo Esp. en Suelos
Fernando Herrera Larraín	Ingeniero Agrónomo Esp. en Suelos
Ricardo Honorato Pinto	Ingeniero Agrónomo Dr. Pedalogía
Arnoldo Ortiz Rivero	Geólogo Esp. en Gemorfología
Juan Valenzuela Palma	Geógrafo
Horacio Merlet Badilla	Ingeniero Agrónomo Esp. en Clima
Jorge Sandoval Baesa	Ingeniero de Ejecución
Sebastian Herrera Infante	Egresado de Agronomía
Adolfo Rillón Kolbach	Egresado de Agronomía

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS

I N D I C E

MATERIA		PAGINA
I.-	**INTRODUCCION.-**	1
II.-	**OBJETIVOS GENERALES.-**	5
III.-	**METODOLOGIA GENERAL.-**	6
IV.-	**PRESENTACION GEOGRAFICA Y SOCIOECONOMICA DEL AREA.-**	12
1.-	Localización del área de estudio	12
2.-	Uso de la Tierra y Economía del área	13
3.-	Evolución de la población	18
4.-	Los Procesos Morfogenéticos	21
5.-	La Orografía	26
6.-	La Hidrografía	30
7.-	Dinámica Vegetacional	31
V.-	**DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.-**	34
1.-	Aspectos Generales	34
2.-	Metodología del Levantamiento Geomorfológico	35
3.-	Resultados	39
3.1.-	Franja Costera	40
3.2.-	Relieve Intermedio	42
3.3.-	Valles Transversales	43
VI.-	**CLIMA Y AGROCLIMA.-**	45
1.-	Generalidades	45
2.-	pectos Metodológicos	47

2.1.-	Caracterización climática	47
2.1.1.-	Variables Agroclimáticas descritas en el estudio.	49
2.2.-	Diagnóstico Agroclimático	52
3.-	Resultados	56
3.1.-	Caracterización Agroclimática del Area	56
3.2.-	Evaluación del Potencial Agroclimático	59
3.3.-	Vientos	77
VII.-	**ESTUDIO DE SUELOS**	80
1.-	Introducción	80
2.-	Metodología	80
2.1.-	Antecedentes existentes	80
2.2.-	Cartografía y Aerofotografía Básica	81
2.3.-	Preparación del Reconocimiento	81
2.3.1.-	Etapa de terreno	82
2.3.2.-	Etapa final de Gabinete	83
2.4.-	Unidades de Clasificación e Interpretativas	83
2.4.1.-	Unidades Taxonómicas y Cartográficas	83
2.4.2.-	Unidades Interpretativas	85
2.5.-	Leyendas Descriptivas, Simbología y Definiciones.	86
2.5.1.-	Leyendas Descriptivas y símbolos	86
	a.- Profundidad del Perfíl	86
	b.- Pedregosidad superficial	87
	c.- Textura del Suelo	88
	d.- Pendientes	88
	e.- Erosión	89

f.- Drenaje interno 90
g.- Salinidad 90
h.- Alcalinidad 91
i.- Inundación 91

2.5.2.- Clasificaciones interpretativas 92
2.5.2.1.- Capacidad de Uso 92
a.- Clases 92
b.- Subclases de Capacidad de Uso 95
c.- Unidades de Capacidad de Uso 96
2.5.2.2.- Aptitud de Suelos para el regadío 97
a.- Categorías 97
b.- Subcategorías 98
2.5.2.3.- Aptitud frutal de los suelos 99
2.5.2.4.- Aptitud agrícola de los suelos 101
2.5.2.5.- Clases de Drenaje de los Suelos 104
2.5.2.6.- Grupos de Manejo 106
3.- Resultados del Reconocimiento Agrológico 110
3.1.- Suelos de las Terrazas Marinas 110
3.1.1.- Serie Huentelauquén 111
3.2.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas 117
3.2.1.- Serie Tunga 117
3.2.2.- Serie Mincha 121
3.3.- Suelos de Pendientes y Conos 125
3.3.1.- Serie Millahue 126
3.3.2.- Serie Agua Fría 129
3.3.3.- Serie Canela 133

3.4.- Suelos de Terrazas Aluviales 137

3.4.1.- Serie Choapa 138

3.4.2.- Serie Llano Largo 142

3.5.- Unidades No Diferenciadas 145

3.5.1.- Terrazas aluviales recientes 145

3.5.2.- Conos y Piedmont 146

3.5.2.1.- Conos y Piedmont del estero Espíritu Santo 146

3.5.2.2.- Conos y Piedmont del estero Colihue 147

3.5.3.- Grupos Misceláneos de Suelos 148

3.5.3.1.- Misceláneo Aluvial 148

3.5.3.2.- Misceláneo Caja de Río 148

3.5.3.3.- Misceláneo Cerro 149

3.5.3.4.- Misceláneo Quebrada 149

3.5.3.5.- Misceláneo Rocoso 150

3.5.3.6.- Otros Misceláneos 150

4.- Génesis y Clasificación de los Suelos 151

4.1.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras 152

4.2.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas 153

4.3.- Suelos de los Piedmont y Conos Antiguos 155

4.4.- Suelos Aluviales 157

4.5.- Características Físicas Químicas y Físico Químicas de los Suelos 159

4.6.- Curvas de Infiltración 165

5.- Tabulaciones 174

Cuadro N*1.- Superficie por Unidades Fisiográficas. 174

Cuadro N*2.- Superficie por Serie de Suelos 175

Cuadro N*3.- Superficie de Capacidad de Uso Clases y Subclases. Detalle por 176

serie.
Cuadro N*4.- Superficie según Aptitud de Riego detalle por Categoría y Subcategoría. 177
Cuadro N*5.- Superficie según Aptitud de Riego, Categorías y Subcategorías. Detalle por Serie de Suelo. 177
Cuadro N*6.- Superficie según Aptitud Frutal. Detalle por Serie de Suelos. 178
Cuadro N*7.- Superficie según Aptitud Agrícola Detalle por Serie de Suelos. 179
Cuadro N*8.- Superficie según Clase de Drenaje Detalle por Serie de Suelos. 180
Cuadro N*9.- Superficie según Grupo de Manejo. Detalle por Serie de Suelos. 181

A N E X O S

Anexo N*1.- Estudio de Unidades Fisiográficas 182
Anexo N*2.- Leyenda Geomorfológica Estudio 199
Anexo N*3.- Fotogramas Escala 1:10.000 201
Anexo N*4.- Métodos Analíticos 202

Bibliografía 204

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS.-

I.- INTRODUCCION.-

La Comisión Nacional de Riego, cuyo marco de referencia fue fijado por el D.F.L. 1172 de 1975, tiene como Rol Fundamental "Asegurar el Incremento y Mejoramiento de la Superficie Regada del País". Como herramientas básicas para cumplir este objetivo central, la misma Ley le entregó la facultad de realizar estudios multi e inter-disciplinarios, específicamente, Proyectos Integrales de Riego y la posibilidad de contratar las partes o el todo de este tipo de estudios.

En este contexto, la Comisión Nacional de Riego ha desarrollado una Metodología definida que le ha permitido, desde 1976, ejecutar Estudios Integrales en diversas cuencas hidrográficas del país.

Particularmente importantes han sido los Estudios Integrales del Huasco, Elqui, Aconcagua, Rapel, Maule, Mataquito, etc., algunos de cuyos resultados empiezan actualmente a concretarse con la construcción del Embalse Santa Juana (Huasco III Región), Canal Pencahue (Maule VIII Región), y Canal Laja-Diguillín (VIII Región) como obras mayores,además de diversas obras medianas y menores, pero importantes desde el punto de vista del desarrollo agropecuario nacional.

En este marco, se ha definido el "Estudio Integral de Riego - Proyecto Choapa", ya en proceso de ejecución a través de la obtención, en una primera instancia, de la cubierta fotográfica y el levantamiento aerofotogramétrico, escala 1:10.000 (1992-1993) y la cobertura con estudios de suelos y cartografía interpretativa de uso y manejo, del cual este informe es parte.

En efecto, mediante licitación pública, la Comisión Nacional de Riego adjudicó a la firma consultora **Ingeniería Agrícola Ltda.**, el "Estudio de Suelos del Valle del río Choapa y sus Tributarios", uno de los estudios temáticos fundamentales para la ejecución posterior del Estudio Integral.

La superficie total que cubrirá el Proyecto Integral es algo superior a las 800.000 hás., dentro de la cual deberán analizarse diversos fenómenos tanto naturales como culturales que, a la postre permitirán la formulación de programas de desarrollo agropecuario para el área. Sin embargo, desde el punto de vista de suelos potencialmente utilizables, aún considerando tecnologías de punta, se calcula una cifra cercana a las 90.000 hás., incluyendo sectores tributarios y franja litoral.

Este total de suelos utilizables se encuentra parcialmente cubierto por reconocimientos efectuados para CIREN en 1992 y 1993, que corresponden a áreas bajo canal del valle del río Choapa, desde la confluencia con el río Illapel hasta su nacimiento al oriente

y el propio valle del río Illapel.

En consecuencia, el resto del área, desde la junta con el río Illapel hasta la desembocadura del río Choapa en el océano, las tierras utilizables de sus tributarios, aquellas del estero Canela y de las terrazas litorales, constituye el área de estudio de la licitación adjudicada a la empresa **Ingeniería Agrícola Ltda.**, objeto de este informe. Su superficie se estima globalmente, en 40.000 hás.

Cabe destacar que, el presente trabajo, cuyo objetivo central es el Reconocimiento, Clasificación y Cartografía de los suelos implica, además, el estudio y análisis crítico de otras variables, cuyo conjunto permitirá la interpretación más acabada de las características agrológicas y de aptitud de los terrenos. En este sentido, las variables geomorfología, procesos morfogenéticos, caracterización climática y evaluación del potencial agroclimático del área, en tanto refleja eventos fenológicos, serán de inestimable valor en la implementación de los eventuales programas de desarrollo agropecuario que puedan surgir como resultado del Estudio Integral definitivo.

Finalmente, en el levantamiento agrológico se han incorporado conceptos nuevos de uso considerando que, mediante tecnologías de punta, como son los actuales sistemas de riego tecnificado (aspersión, goteo, microaspersión), es posible ahora

utilizar suelos marginales, anteriormente sin uso desde el punto de vista riego, como son aquellos clasificados en clases VI y VII de Capacidad de Uso. Areas con esta clasificación han sido incorporadas a la envolvente del estudio pensando que, con las debidas precauciones de manejo, la mínima labranza implícita en los nuevos sistemas de irrigación, la alta productividad de las nuevas variedades de cultivos y las excelentes posibilidades del clima de esta zona, ellas serán en alguna medida utilizadas en el futuro cercano.

Complementan el estudio llevado a cabo por **Ingeniería Agrícola Ltda.**, antecedentes analíticos completos, tanto químicos como físicos y un análisis crítico sobre el Uso de la Tierra y la Economía en la zona estudiada.

II.- OBJETIVOS GENERALES.-

El objetivo central, de acuerdo a los Términos de Referencia de la Consultoría, es la elaboración del Estudio de Suelos, a nivel semi-detallado, escala de trabajo 1:20.000, con fines de regadío, de un sector de los terrenos agrícolas del valle del río Choapa y sus Tributarios. El reconocimiento agrológico contempla la tipificación de sus pedones en términos de su caracterización morfológica, físico-química e hídrica y representación cartográfica, especialmente la identificación de unidades interpretativas de conservación, aptitud y manejo.

Como información adicional se considera la obtención y análisis de antecedentes socio-económicos de la población de la zona, agroclimáticos, geológicos y de procesos morfogenéticos, generadores del modelado del paisaje, así como características de uso y manejo agrícola de los suelos.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos básicos de la Consultoría, la firma **Ingeniería Agrícola Ltda.**, ha diseñado una Metodología, cuyos aspectos generales se explicitan en los acápites siguientes.

III.- METODOLOGIA GENERAL.-

El diseño metodológico general, cuyo detalle se específica en los capítulos respectivos, pretende mostrar los aspectos más relevantes de la ejecución del reconocimiento agrológico, aspecto central, y de la información complementaria, la cual será fundamental en la caracterización y situación actual de los suelos.

Aunque la zona comprendida por esta consultoría constituye, solamente, una parte del total del área que considerará el Estudio Integral de Riego de la Cuenca del río Choapa, en ella se advierten unidades geográficas relevantes desde variados puntos de vista; así, por ejemplo, entre las unidades geomorfológicas pueden señalarse las terrazas litorales, las terrazas antiguas interiores (pliocénicas), formaciones aluviales, formaciones aluvio-coluviales y formas montañosas. Estas diferencias de modelado terrestre implican, por otra parte, rasgos climáticos y agroclimáticos diversos en la medida que la influencia marina se hace más débil y empiezan a prevalecer condiciones más mediterráneas. A todo este esquema natural, se suman los efectos culturales y socio-económicos de una población que, también, presenta algunos rasgos especiales; en este sentido, dentro del área del levantamiento, se incluyen asentamientos humanos carac-terísticos en la zona, como son las llamadas "Comunidades del Norte Chico", cuya influencia sobre el uso y manejo de los sue-los es,en sectores, ostensible (caso de las "lluvias" o áreas de terrenos de uso comunitario).

En consecuencia, en este esquema tan complejo, la Comisión Nacional de Riego estimó importante complementar el estudio agrológico con antecedentes adicionales que permitieran caracterizar adecuadamente esta diversidad.

En este contexto metodológico, por lo tanto, el estudio se estructuró en las siguientes etapas o fases principales.

1.- Una recopilación y análisis exhaustivo de la información existente, tanto sobre la base de informes y estadística numérica como de información cartográfica. Es así que se ha analizado con especial énfasis aquella información agrológica pre-existente (CIREN-SAG-CORFO), así como el uso del suelo en áreas con topografía o condiciones de suelos diferentes a las habituales en términos de una agricultura tradicional y que, en la actualidad, pudieren ser objeto de uso mediante sistemas de regadío tecnificado. Particular interés se ha tenido con aquellos suelos altamente salinos o alcalinos como ocurre, fundamentalmente, en las terrazas marinas litorales.

2.- Sobre la base del análisis anterior, complementado con la información de terreno, se dio forma al primer capítulo correspondiente a la Presentación Geográfica y Socio-económica del Area.

La descripción y caracterización del área se conformó, en consecuencia,a partir de las siguientes variables naturales y culturales:

Ubicación Física y Geográfica del Area,como su nombre lo indica, se define globalmente la envolvente del estudio, aludiendo a sus características geográficas más relevantes.

El Uso de la Tierra y la Economía, se define el sector en términos del uso y manejo actual, incorporando antecedentes de huertos frutales elaborados por CIREN, complementado por un proceso de foto-análisis para cultivos estacionales.

En este análisis se trata con particular detención el uso de terrenos comunitarios correspondiente a ciertos derechos que las Comunidades habrían adquirido sobre terrenos de secano denominados "lluvias" y que ha originado severos procesos erosivos en los suelos.

La Evolución de la Población, Proceso analizado entre los censos de los años 1982 y 1992.

Los Procesos Erosivos o Morfogenéticos,corresponde al análisis de procesos de morfogénesis actuando sobre una geología dominante, cuya influencia ha sido decisiva en el modelado actual

de las formas terrestres. Demás está señalar la importancia de estos procesos en la interpretación correcta de las variables que permitieron la definición de las series de suelos, su clasificación taxonómica y la interpretación del uso y manejo.

La Orografía, cuyo análisis, a partir del estudio de las curvas de nivel de las cartas 1:250.000 del I.G.M., de la información fotogramétrica proporcionada por la Comisión Nacional de Riego y de las visitas a terreno, complementaron la división en unidades geomorfológicas homogéneas.

La Hidrografía, que permite identificar la estructura de la cuenca del río Choapa, su eje principal y sus tributarios.

La Vegetación.- Es analizada globalmente tanto en términos de sus características silvestres relictuales como introducidas.

Tanto los detalles de la flora como la fauna asociada a la vegetación, de acuerdo a las cadenas tróficas, son tratados en anexos en los aspectos de fisiografía.

El Clima.- Constituye uno de los estudios complementarios de interés, puesto que determina el uso agrícola de los suelos, las especies y variedades predominantes y define los períodos fenológicos diferenciados por zona agroclimática.

La información climática y agroclimática fue elaborada fundamentalmente sobre la base de antecedentes de CIREN contemplando, explicita o implicitamente, entre otros aspectos, la pluviometría, las temperaturas, los vientos predominantes y eventos especiales como, por ejemplo lluvias en 24, 48 y 72 horas y su influencia en la evolución de los relieves.

3.- La tercera fase metodológica general de la Consultoría llevada a cabo por **Ingeniería Agrícola Ltda.**, la constituyó el Reconocimiento Agrológico propiamente tal y dos estudios básicos que complementan el objetivo central, ellos son:

- La Descripción y Análisis de las Unidades Geomorfológicas, y

- El Estudio Climático y Agroclimático. Cada uno de ellos ha significado la elaboración de un capítulo específico y la confección de una cartografía temática, también, específica. El detalle metodológico es tratado en los capítulos correspondientes.

El Reconocimiento Agrológico, la clasificación taxonómica, los análisis químicos, físicos y de constantes hídricas, así como la determinación de las información interpretativa de Capacidad de Uso, Aptitud para el regadío, aptitud frutal y agrícola y Unidades de Manejo y su representación cartográfica

escala 1:20.000 (escala de trabajo y de presentación) son tratados metodológicamente, en detalle, en los acápites correspondientes, configurando los capítulos centrales de la Consultoría encargada a **Ingeniería Agrícola Ltda.** por la Comisión Nacional de Riego.

IV.- PRESENTACION GEOGRAFICA Y SOCIO ECONOMICA DEL AREA

1.- Localización del Area de Estudio.-

El área de estudio se ubica geográficamente entre los 31º19' y 31º44' de latitud sur y 71º17' y71º35' de longitud oeste. La superficie aproximada de 40.000 hás. comprende el valle del río Choapa, entre su desembocadura y la confluencia con río Illapel, el valle del estero Canela, incluídas las localidades de Canela Alta y Canela Baja, otros tributarios menores del Choapa y las terrazas litorales contiguas a la desembocadura de este mismo río.

En términos generales se ubica en la zona semiárida del país conocida tradicionalmente como "Norte Chico" o "Zona de Los Valles Transversales", que se desarrolla en las actuales regiones III y IV. Desde el punto de vista político-administrativo, se ubica en las comunas de Canela e Illapel de la Provincia de Choapa, IV Región de Coquimbo.

Respecto de la denominación de "Valles Transversales" con que se alude a la región, es necesario tener presente que, aunque todos los valles del país son transversales, lo que ocurre en el Norte Chico, es que allí la Depresión Intermedia no existe. Su espacio está ocupado por relieves montañosos, atravesados de Este a Oeste por cursos de agua, cuyos valles se presentan entonces como entidades destacadas dentro del aspecto general montañoso. De Norte a Sur, tales ríos son el Copiapó y el Huasco en la III

Región, el Elqui, el Limarí, el Choapa y el Quilimarí en la IV, a los que se deben agregar el Petorca y el Ligua, ya en la V Región.

2.- Uso de la Tierra y Economía del Area.-

Con la sola excepción del fundo Huentelauquén, el área está dominada por una estructura agraria compleja y excepcional, conocida como Comunidades Agrícolas Tradicionales, cuyo origen proviene de la época hispánica. En ella la tenencia de la tierra, en general, no se afirma en la actualidad en títulos de dominio que amparen a los tenedores. Derechos sucesionales por herencias no perfeccionadas en el pasado son comunes lo que, en un medio social en que la posesión de tierra bajo riego es una aspiración de todos, ha atomizado los predios al punto de que aquellos de una hectárea o más son excepcionales, con el agravante de que los citados derechos sucesionales sobre un mismo predio, pueden ser compartidos por diversas personas. Se registra entonces una fuerte fragmentación de los derechos sobre las tierras regadas y el acceso al secano con sus recursos de suelos cultivados en las denominadas "lluvias" a título individual, y a los pastos del secano en que pasta libremente el ganado.

En las comunidades, al contrario de lo que pudiera desprenderse de este nombre, si el "mingaco" o forma de ayuda mutua entre sus miembros puede asumir un cierto rol, lo efectivo es que en ellas prevalece el individualismo. Cada cual o cada familia, trabaja su pedazo de terreno regado y su "lluvia" o retazo de

secano, aparte de tener derecho a que su ganado paste libremente en el secano no destinado a cultivos.

Se han realizado esfuerzos para regular la tenencia de la tierra a través del reconocimiento de títulos de dominio por parte del Estado. Esta es una fórmula de solución reciente, que deberá sobreponerse al peso de la tradición ya que es posible que en el futuro se continúe con la tendencia tradicional a no perfeccionar las herencias.

El uso de la tierra, en un contexto como el señalado, es simple. En las terrazas bajas del Choapa, así como en los aluviones del estero Agua Fría en el sector del mismo nombre y en el estero La Canela, entre Canela Alta y Canela Baja, es decir, en los suelos regados del área de estudio, se practica una agricultura de cultivos de rotación, fundamentalmente de chacarería. En ellos, cuya producción sirve ante todo para el sustento familiar al interior de una economía de subsistencia, pueden darse casos de ventas de productos. Allí es difícil intentar la aplicación de una agricultura masiva de mercado, precisamente por la atomización de los predios cuyas superficies no se adecuan a ese propósito. De hecho, no se registran plantaciones frutícolas, a pesar de la bondad de los suelos, del clima y de la presencia de agua de regadío.

La superficie total de suelos bajo riego en las Comunidades, es insuficiente incluso para la práctica de cultivos de subsistencia.

En realidad, es el secano el que está volcado hacia el mercado, pero en ese ambiente hay que distinguir la agricultura de secano, también de subsistencia, de la ganadería caprina que es la que permite las transacciones y por lo tanto la que entrega medios de pago a los productores.

En mas o menos un 10% de los suelos de secano, tanto en aquellos de la plataforma litoral, como en los de la terraza aluvial superior y de los cerros, también se practican cultivos pero sólo de trigo en las citadas "lluvias". De ellos, por sus consecuencias en materia de preservación de los recursos, cabe hacer mención a las "lluvias" en el secano, desarrolladas en los cerros con pendientes fuertes, superiores al 10%, en el que el suelo se rotura en otoño y se siembra después de las primeras lluvias.

De esta manera, si el año es excepcionalmente lluvioso o si una lluvia fuerte cae sobre el suelo roturado, se corre el riesgo de someterlo a un proceso de erosión muy agresivo, que puede llegar incluso a movilizarlo íntegralmente aguas abajo y, en consecuencia, a eliminar cualquiera posibilidad de cultivo posterior. El paño queda desprovisto de suelo.

En todo caso, según información dada por los propios campesinos, un mismo paño o "lluvia" es cultivado con trigo año tras año, sin descanso, por seis a un máximo de diez años, hasta que este pierde su fertilidad, caso en que se cambia de paño. Bajo tales prácticas, todo sugiere que los suelos de los cerros del área están en peligro de extinción. En la misma situación se encuentra la vegetación nativa. De hecho en las "lluvias" esta es completamente extirpada, para facilitar los trabajos de preparación del terreno para la siembra y la cosecha, fenómeno que por si mismo constituye un muy grave problema puesto que, en la medida en que se requiere de nuevos paños para convertirlos en "lluvias", el proceso de degradación vegetacional se acelerará.

La ganadería por su parte, mayoritariamente caprina, se alimenta libremente con los pastos naturales que crecen en la plataforma litoral, en la terraza aluvial superior y en los cerros, desde las primeras lluvias de otoño hasta la primavera. Ya desde Noviembre y hasta Marzo-Abril, el ganado es trasladado hacia las invernadas de la alta cordillera, en un movimiento de transhumancia anual característico del Chile semiárido.

El ganado caprino provee de carne, cuero y leche, todos ellos comercializables, en especial la leche que es transformada en queso de cabra, importante producto de transacción en la economía campesina. Ciertamente que esta actividad no es especializada en ninguno de los rubros de producción. La masa ganadera no es de

selección sino polivalente. Se pretende que ella sea capaz de proveer carne, cuero y leche, con lo que el ganado no entrega ni cantidades ni calidades en ninguno de estos rubros. La carne de cabra no ha logrado un mercado de selección, mientras el cuero no es de calidad y la producción de leche no supera los 0,3 lts/día/-cabra en el período de lactancia.

La fabricación del queso de cabra es artesanal y se atiene al bajo nivel cultural de los comuneros y a los escasos medios disponibles, tales como el agua para la limpieza personal y la energía necesaria para, por ejemplo, pasteurizar la leche. Sin embargo, el mercado de estos quesos registra un aumento constante, de manera que una fracción de la producción, aquella que se ha subordinado a las exigencias sanitarias, puede encontrarse en supermercados con clientela exigente. De esta forma, cabe suponer que la demanda potencial es importante pero, para aumentar y mejorar la producción lechera y de quesos en industrias familiares de corte artesanal, sería necesario introducir razas caprinas lecheras con rendimientos de más de dos lts/día/cabra como las que se crían en otros países, en especial en España y sobre todo en Francia, asimismo, enseñar las técnicas apropiadas a los comuneros e introducir normas sanitarias estrictas en los procesos de fabricación y en la certificación de calidad, y, por último, tendría que aumentar el esfuerzo por introducir especies forrajeras adaptadas a la larga sequía de la región, que permitieran alimentar en forma permanente al ganado y que pudieran reducir la transhumancia a una condición de práctica

excepcional.

Otra actividad tradicional de los habitantes del área es la minería, en especial la del cobre, siempre y cuando los precios internacionales lo permitan. Cuando este se ubica por sobre el dolar la libra, muchos comuneros abandonan las tareas agrícolas, para dedicarse a"pirquineros" en la pequeña minería. Minas de cobre de la pequeña minería existen en el área, como las de Cayutunga, El Jote, Piedra Blanca y La Colorada, localizadas en Tunga Norte y Tunga Sur, mientras en Mincha se han explotado otras en el pasado.

Así se tiene que los comuneros tienen una doble vocación: la ganadería que asume relevancia en los años pluviométricamente buenos y la minería según el precio del cobre. La actividad minera la pueden ejercer como pirquineros, o como trabajadores de la mediana minería. Ambos factores entonces, motivan movilizaciones y residencias diferentes de la población, según prevalezcan las condiciones climáticas o las del precio del cobre.

3.- Evolución de la Población.-

La evolución de la población puede ser observada por medio de los datos censales de 1982 y 1992 de la Comuna de Canela a nivel de 13 de los 14 Distritos que la componen. Se excluye el Distrito de Las Palmas de la misma comuna, por quedar completamente fuera del área de estudio mientras que se agregan los distritos de Tunga

Norte y Tunga Sur que, formando parte del área, en cambio pertenecen a la Comuna de Illapel.

CUADRO N*1.-

EVOLUCION POBLACION TOTAL COMUNA CANELA POR DISTRITOS ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992
Mincha	549	694
Quellon	83	126
Huentelauquén Sur	913	760
Huentelauquén Norte	896	732
Puerto Oscuro	591	503
Las Palmas	798	590
Espíritu Santo	1.162	490
Chilcal	486	341
Colihue	685	558
Los Pozos	581	562
Canela Alta	1.427	1.537
Canela Baja	1.510	1.975
Agua Fría	720	489
Atelcura	302	266
TOTAL COMUNA CANELA	10.703	10.123
LAS PALMAS	-798	-590
SUB TOTAL AREA	9.905	9.533
TUNGA NORTE	368	344
TUNGA SUR	472	465
TOTAL AREA ESTUDIO	10.745	10.342

CUADRO N*2.-

EVOLUCION POBLACION RURAL COMUNA CANELA POR DISTRITOS ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992	% VARIACION
Mincha	549	694	26,41 %
Quellón	83	126	51,81 %
Huentelauquén Sur	913	760	-16,76 %
Huentelauquén Norte	896	732	-18,30 %
Puerto Oscuro	591	503	-14,89 %
Las Palmas	798	590	
Espíritu Santo	1.162	490	-57,83 %
Chilcal	486	341	-29,84 %
Coligue	685	558	-18,54 %
Los Pozos	581	562	- 3,27 %
Canela Alta	1.427	1.537	7,71 %
Canela Baja	635	612	- 3,62 %
Agua Fría	720	489	-32,08 %
Atelcura	302	266	-11,92 %
TOTAL RURALES CANELA	8.811	8.760	
LAS PALMAS	-798	-590	
TOTAL AREA EN CANELA	8.013	8.170	1,96 %
TUNGA NORTE	368	344	- 6,52 %
TUNGA SUR	472	465	- 1,48 %
TOTAL AREA ESTUDIO	8.853	8.979	1,42 %

CUADRO N*3.-

EVOLUCION POBLACION URBANA COMUNA CANELA ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992	% VARIACION
Canela Baja	875	1.363	55,77

De los cuadros anteriores, se puede concluir que la población del área de estudio se ha mantenido estática en los diez años que median entre los dos censos considerados. Sin embargo la población rural, salvo en Mincha, Quellon y Canela donde ha aumentado, en todos los demás distritos ha disminuído y en algunos en forma tan drástica como en el de Espíritu Santo, en el que la reducción ha sido superior al 50% y superior al 65% en Chilcal y Agua Fría.

Tanto la mantención de las cifras de población global como las reducciones a que se hace referencia para los distritos citados, pueden explicarse por las mejores expectativas de trabajo que se dan en el resto del país, por las restricciones climáticas de fines de los años 80 y por un precio del cobre que obliga incluso al subsidio por parte de ENAMI.

4.- Los Procesos Morfogenéticos.- [1]

Diversos procesos de modelado terrestre ocurridos en el pasado, aparte de la influencia humana o antrópica, pueden dar cuenta de las actuales forma del territorio. Particularmente, los relieves actualmente reconocibles en el área del río Choapa responden a procesos morfogenéticos acaecidos desde el Terciario hasta el

---

[1]La redacción de este capítulo se basa en la tesis del Dr. Ronald Paskoff: " Le Chili Semi Aride", 385 pgs. Burdeos, Francia, 1970

Cuaternario reciente.

En secuencia temporal se tiene, primero, que durante el Terciario, y contemporáneo con los procesos de peneplenización de la Cordillera de Los Andes y de la Costa en Chile Central, las formaciones rocosas fueron sometidas a procesos erosivos de muy larga duración, que pudieron rebajar las prominencias montañosas hasta entregar un relieve tendiente a un plano o relieve maduro, en el sector costero, conocido como "montaña baja".

Este relieve maduro fue afectado por una tectónica sincrónica de solevantamientos y hundimientos producidos a fines del Mioceno, que dieron origen a los volúmenes montañosos que ocupan la mayor parte del territorio de las regiones III y IV. Estos procesos se efectuaron a lo largo de líneas de falla, la más importante de las cuales en el área, es la denominada de "VICUÑA-POCURO".

En el sector oriental de la alta montaña, al oriente del área de estudio, los procesos culminan con un activo volcanismo.

A lo largo de esta falla se levanta, hacia el Este, hacia la frontera con Argentina, la alta montaña con las máximas altitudes de la región, en tanto hacia el Oeste, hacia el mar, el mismo acontecimiento alcanzó magnitudes más modestas, por lo que a ella se la conoce con el nombre de "media montaña". Entre esta media montaña y la costa, se presenta la citada plataforma marina.

Una vez levantada la montaña, ésta se ha visto afectada por diversos procesos erosivos. De partida, durante el Plioceno Inferior el nivel del mar o nivel de base bajó, probablemente bajo condiciones climáticas más lluviosas, reactivándose los procesos dinámicos erosivos ejercidos por los cursos de aguas.

Estos cursos de agua excavaron sus lechos, con lo que se elaboró un modelado de disección torrencial vigoroso que ensanchó y profundizó los valles y acentuó las pendientes. Este rebajamiento del nivel de base debió ser de gran magnitud, por la profundidad y amplitud de los valles de los ríos de la Región.

Con posterioridad, ya en el Cuaternario, debieron ocurrir varios ciclos de descensos o regresiones y ascensos o transgresiones del nivel marino, cada vez de menor envergadura vinculados los primeros a los períodos glaciales, mientras los segundos lo fueron a las interglaciaciones. Durante las glaciaciones, mientras los hielos dominaron en la alta montaña, en la media montaña y en la costa,éstas se manifestaron como grandes lluvias con temperaturas frescas. Como estos períodos glaciales coincidieron con niveles del mar más bajos que el actual, los procesos erosivos se acentuaron. Por el contrario, en los interglaciales, el clima se presentó seco y más cálido y niveles del mar más altos, lo que provocó procesos de construcción de terrazas aluviales tanto de abrasión como de acumulación, así como erosión en la plataforma litoral.

A estos ciclos de regresión y transgresión marinos, contemporáneos de glaciaciones e interglaciares, se debe la existencia de las terrazas aluviales construidas por el río Choapa, la más antigua de las cuales corresponde al menos al Cuaternario Antiguo, sino al Plioceno.

Entre las últimas estribaciones occidentales de la media montaña y el litoral, se presenta una plataforma producto del trabajo de abrasión del mar durante los diversos ciclos, o plataforma de abrasión o "rasa". El trabajo del mar se advierte por el aplanamiento de esta entidad, alterado por la tectónica cuaternaria.

De las formas agradacionales y degradacionales de los procesos morfogenéticos acaecidos en el área de la IV Región, el estudio de definición y delimitación de unidades morfológicas para suelos se concentra en el eje fluvial del río Choapa en su curso medio-bajo, sector confluencia río Choapa e Illapel hasta la desembocadura al mar territorial, además del curso medio y bajo del estero Canela localizado al norte del valle del Choapa.

En esta plataforma costera, los climas frescos y lluviosos de los períodos glaciales, pudieron haber permitido la migración de una vegetación arbórea venida probablemente del sur, cubierta vegetal bajo la que se desarrollaron alteraciones pedogenéticas importantes. Relictos de esta vegetación permanecen en Talinay y Fray

Jorge.

A partir del Choapa hacia el norte, la plataforma entra en contacto directo con la montaña mientras, hacia el sur, entre la plataforma y la montaña se interponen formas cónicas de erosión o "cono-glacial", generadas a los pies montañosos en ambientes áridos, por las aguas lluvias esporádicas que escurren en manto y por las que escurren por las quebradas que, en toda el área en su curso hacia el mar, disectan la plataforma de abrasión.

De acuerdo con lo anterior, a fines del Terciario las formas de la tierra ya estaban estructuradas y, con pocas dudas, también la alteración de la roca debido a un clima más cálido y más lluvioso que el actual. Esta es una condición necesaria de tomar en cuenta al momento de evaluar el uso de la tierra, por cuanto los suelos del sector montañoso del territorio en estudio, se formaron bajo ese clima, de manera que al roturarlos bajo la acción del clima actual, con sus precipitaciones concentradas, se los somete a condiciones altamente erosivas, en especial cuando tales roturaciones afectan suelos de pendientes superiores al 10%.

Sobre el particular, debe tomarse conciencia que los suelos de secano en Chile Central se han desarrollado "in situ", pero bajo la acción de paleoclimas más cálidos y lluviosos que los actuales, lo que da cuenta, por ejemplo, de la migración del hierro hacia la superficie en las áreas graníticas, con su típico color

grisáceo a rojizo, y del maicillo producido por la ruptura de los cristales de cuarzo. Por el contrario, en los llamados suelos transportados, no es posible reconocer un material parental. Los materiales subyacentes de gravas y bolones se encuentran frescos, sin relación con el suelo fértil de superficie. En estos casos el suelo no es sino material fino, transportado como tal y depositado en superficie.

5.- **La Orografia.-**

A diferencia del capítulo anterior, exponente de una dinámica formacional, éste representa la situación actual del modelado del paisaje.

Por la costa, el área abarca desde Puerto Oscuro por el Norte y Quebrada Honda por el Sur. En toda esta extensión y hasta la Quebrada Teniente, 50 kms. más al Norte de Puerto Oscuro y la Quebrada de Chigualoco, a 8 kms. más al Sur de Quebrada Honda, el medio litoral está dominado por una gran plataforma que varía en altitud entre los 25 mts. y 300 m.s.n.m., superficie en la que se desarrolla la Carretera Panamericana que nunca sobrepasa la cota de 200 mts. entre Puerto Oscuro y Quebrada Honda.

Esta plataforma de abrasión marina, se apoya hacia el Este sobre macizos de 800 mts., mientras que hacia el Oeste termina en el océano, en un acantilado elaborado durante el Cuaternario Reciente, de decenas de metros de desnivel. Su ancho medio es del

orden de los 3 kms. pero con mayor amplitud al Norte del Choapa con casi 6 kms. y estrecha de 2 kms. al Sur; las pendientes son suaves. En realidad se trata de un paisaje plano disectado por quebradas y alterado por escarpes de falla orientados hacia el Este.

En todo el litoral del área no se observan auténticas playas, salvo en las pequeñas desembocaduras de las quebradas inscritas en la plataforma, tales como las de San Luis que desemboca en Caleta Oscura o Puerto Oscuro, la de Angostura, Agua Salada, Arrayán y Honda. Una excepción la constituye,por cierto, el Río Choapa, en cuya desembocadura la playa se extiende por aproximadamente 8 kms., entre la Ensenada Choapa y la Punta Canela. Por el contrario, acumulaciones de dunas activas se registran al sur y al este de la desembocadura del Choapa y en Punta Canela, transversales a la dirección de los vientos dominantes, así como dunas antiguas o médanos, al Norte de Punta Canela.

La plataforma descrita se apoya en los relieves terminales de lo que se conoce como media montaña. En efecto, como se ha referido, para el Norte Chico los especialistas reconocen, dentro del macizo dominante, la alta montaña en el sector andino, y una media montaña en lo que correspondería a la Depresión Intermedia y a la Cordillera de la Costa.

En el área, la media montaña inmediata a la plataforma litoral, se eleva a alturas de 500 a 600 mts., con prominencias en

el Cerro La Perdiz Colgada de 820 mts. y el Cerro Palomo de 760 mts. Estas son las últimas prominencias destacables hacia el Oeste.

Al interior, el macizo gana altura hasta alcanzar, por la vertiente sur del Estero Millahue, 852 mts. en el Cerro Ortiga; 940 mts. en el Cerro Tórtola; y 1.110 mts.en el Cerro La Dormida. A su turno, en el cordón que separa las cuencas del Estero Millahue con el Río Choapa, se registran alturas descendentes de Sureste a Noroeste con los cerros Madrid de 992 mts.; De las Cabras con 803 mts.; Grande 715 mts.; y Lilenes de 659 mts.

En realidad toda el área corresponde a un paisaje dominado por los relieves montañosos, con alturas máximas siempre superiores a los 600 mts. promedio. Sólo a título de ejemplo, cabe mencionar aún otras prominencias como el Cerro Verbena con 976 mts; el Colorado con 1.160 mts.; y el Pangue con 995 mts.

En todo este espacio montañoso, las pendientes son abruptas, superiores a 15%, situación que debiera tomarse en cuenta en relación con las prácticas agrícolas que se realizan en ella, las que pueden llegar a comprometer severamente el equilibrio natural y la propia dotación de recursos básicos.

Al interior de este espacio montañoso, el río Choapa y sus tributarios han elaborado sus perfiles y el Choapa, a ambos lados de su curso ha construido terrazas, la más alta, ancha y antigua de

las cuales, se sitúa entre 100-130 mts. por sobre el lecho actual del río, al que acompaña hasta la localidad de Tunga dentro del Area de Estudio y aún más hacia aguas arriba. Esta alta terraza registra en superficie rodados con diversos grados de alteración. Asimismo, a lo largo de este río, se advierte otra terraza topográficamente más baja, más estrecha y más reciente, con material superficial transportado de arena, limo y arcilla, mientras las gravas y bolones corresponden a material fresco. Por último, el "lecho de inundación', corresponde a una cobertura pedregosa que, en algunas partes, puede registrar también cultivos y viviendas las que, en consecuencia, se encuentran expuestas a ri gos de inundaciones y de avalanchas.

En cuanto a los esteros que tributan en el Choapa, manifestaciones de depositación se advierten en sus lechos de inundación, como acumulaciones pedregosas que acompañan a los cursos de trazado errático. Tales acumulaciones entregan fondos desordenados con tendencia a la forma plana en general, pero acolinados en el detalle, por donde el agua de las lluvias esporádicas escurre por cauces no configurados o que pueden cambiar, dependiendo de los montos de las precipitaciones. Esta característica, común a todos los ríos y esteros de la región, es especialmente acusada, dentro del área de estudio, en los esteros de Llano Largo y Canela. En suma, y como ya se ha dejado entrever en capítulos previos, dentro del área de estudio, es posible reconocer tres unidades fisiográficas o de paisajes o áreas homogéneas: 1) el

sector costero 2) las terrazas aluviales del río Choapa así como los fondos planos de sus tributarios y 3) la media montaña o áreas serranas.

Como Anexo se incluye un informe sobre Unidades Homogéneas desde el punto de vista fisiográfico. En términos generales este estudio complementa la descripción de Unidades Geomorfológicas incluidas en el informe, aunque difiere en la agrupación de unidades específica. Este trabajo ha sido incluido por su importante aporte al conocimiento fisiográfico de la zona de estudio.

6.- Hidrografia.-

La hoya hidrográfica del Choapa es reducida, con apenas 8.100 km2. pese a lo cual y por tener sus nacientes en las partes mas altas del cordón divisorio, su caudal medio anual es de 10 m3/seg., con variaciones entre 0,9 m3/seg. en Abril como mínima y de 22,9 m3/seg. en Noviembre como máxima. En consecuencia, se trata de un río nivo-pluvial, o alimentado mayormente por el derretimiento de las nieves en Primavera, con incrementos invernales modestos producto de las lluvias.

El río Choapa, en la práctica, queda configurado ya en la región andina con la confluencia de los ríos Totoral y Chicharra y los aportes por el norte de los ríos Cuncumen y Chalinga, en tanto por el sur recibe las aguas del estero Camisas. En la media

montaña tributa en él, por el norte, el río Illapel, que a su vez recibe los aportes eventuales de la quebrada Alcaparrosa.

Ya en el sector costero, en plena Area de Estudio, tributan en el Choapa, por el norte, una serie de quebradas entre las que destaca la de Atelcura, y el estero La Canela que drena el macizo septentrional del Area a través de los esteros Llano Largo, Colihue y Espíritu Santo, todos ellos debidamente organizados en red, mientras por el sur recibe, casi en la desembocadura, en Huentelauquén, el estero Millahue.

7.- Dinamica Vegetacional.-

Desde la época colonial, la vegetación ha sido fuertemente explotada para abrir campos para la agricultura, para cocción de alimentos y calefacción de los habitantes y para la construcción de viviendas. Asimismo, las fundiciones de cobre que proliferaron en la región, debieron recurrir a la misma fuente de energía con el desmedro consecuente del recurso. Adicionalmente, el ferrocarril afectó también a la vegetación, incluso hasta mediados del presente siglo.

En la actualidad, la ganadería caprina y la propia población residente, disponen de los relictos de la antigua vegetación para sustento del ganado, calefacción y cocción de alimentos. Se trata sin duda de un territorio en franco proceso de desertificación, problema al que contribuye el clima con el largo

período seco que lo caracteriza y con la irregularidad de las precipitaciones, con años bastante lluviosos y otros francamente secos.

Para enfrentar este problema, las medidas más directas tendrían que apuntar a reforzar los trabajos de introducción de especies forrajeras, adaptadas a la larga sequía de la región, que permitieran alimento en forma permanente al ganado y, de ser posible, que redujeran la transhumancia a una condición de práctica excepcional. Este es un desafío planteado desde hace más de 50 años, producto del cual se han plantado superficies importantes en la Región con especies del género Atriplex:Atriplex repanda, A.semibaccata y muy especialmente Atriplex nunmularia.

Esta actividad debe reforzarse, aún cuando es conocida la condición salina del Atriplex. En efecto, uno de los problemas que se advierte con el Atriplex es el de la salinidad de las plantas, probablemente porque la cinética o movilización de las sales desde el subsuelo a los tallos y hojas, se ve acentuada por el ascenso del agua subsuperficial por capilaridad. Este proceso puede ser estimulado por el largo tiempo que media entre una estación lluviosa y la siguiente, o por la larga duración de 5 meses de la estación seca con su efecto evaporador y por la alta radiación solar que llega al piso.

Una solución probable para esta dificultad, podría consistir en la protección del dosel de Atriplex con la sombra de especies más altas tal como Acacia cianofila, con lo cual el resecamiento del suelo se efectuaría con mayor lentitud, o la capacidad de retención de agua en él,se haría efectiva por un tiempo más prolongado que en la actualidad, aparte de que incorporaría una especie vegetal más al sistema mientras que las hierbas igualmente forrajeras, podrían permanecer por más tiempo bajo esa sombra. Sólo con medidas de este tipo, se podrán resolver los problemas de ingresos y calidad de vida de la población, y los que atentan contra el patrimonio vegetacional y de suelos del área.

V.- DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.-

1.- Aspectos Generales.-

El paisaje morfológico, constituye la unidad básica de análisis en un espacio geográfico dado,dentro del cual, es posible definir y caracterizar los parámetros constituyentes del complejo, en términos adecuados al objetivo.

En el caso de un levantamiento de suelos la unidad geomorfológica permite agrupar suelos que, genéticamente, pueden tener igual origen, evoluciones de desarrollo en rangos homogéneos, posiciones y morfología semejantes o parámetros degradativos similares y/o en rangos equivalentes.

De esta forma, la clasificación y delimitación de unidades de suelos involucrada en las unidades geomorfológicas permite establecer una taxonomía acorde al objetivo que dicho levantamiento requiere.

Para el caso específico del área del estudio, las características geológicas y morfológicas junto con condiciones de clima pretérito y actual han dado origen a entidades reconocibles de franja costera, media montaña (hasta 600 m.s.n.m.) y alta montaña (sobre 600 m.s.n.m.), dispuestas longitudinalmente, siendo interrumpidas por los valles transversales del río Choapa y estero Canela que drenan a la costa en forma independiente.

2.- Metodología del Levantamiento Geomorfológico.-

En el Capítulo IV punto 4 ya se reseñó, en términos generales los procesos morfogenéticos que determinaron el modelado actual del paisaje. Asimismo, a través de la orografía, hidrografía y otros análisis relacionados se especificaron los principales rasgos geomórficos del litoral, terrazas interiores y montaña. En el presente capítulo se entrega la metodología, basada en tres etapas con una serie de actividades realizadas, tanto en gabinete como en terreno, para la confección de la Carta de Unidades Geomorfológicas de apoyo al estudio de suelos. Para efecto de este informe final se detallarán las etapas y actividades realizadas para cumplir los objetivos de la Consultoría en relación con este estudio, complementario al Levantamiento Agrológico, objetivo central de ello.

2.1.- I Etapa.- 1er. Gabinete.-

Actividades.-

2.1.1.Recopilación y Análisis de la Información.- Se recopiló la información descriptiva y cartográfica en los aspectos de geología, geomorfología y suelos con el objeto de analizar el conocimiento que existía del área de estudio respecto a dichos temas.

En Anexos se incluye una relación bibliográfica preparada para tal objeto.

2.1.2. Preparación de Leyenda Preliminar de Unidades Geomorfologicas.- Con los antecedentes recopilados y analizados se preparó una leyenda preliminar de geomorfología con el objeto de ser utilizada en la actividad de interpretación de fotogramas aéreos facilitados para dicho efecto por la Comisión Nacional de Riego.

La leyenda preliminar geomorfológica fue estructurada teniendo en consideración 4 factores básicos para cumplir el objetivo de una carta geomorfológica para suelos a saber:

a) Topografía. Los rangos seleccionados fueron plano ondulado, ondulado a acolinado, acolinado, montañoso.

b) Posición. Relativa a la relación entre la unidad morfológica delimitada y el nivel base local, siendo éste el curso del río Choapa y estero Canela en las unidades del interior del área de estudio, y el nivel de mar para las unidades localizadas en el sector costero.

c) Unidad Morfológica. Unidad específica definida en función de su origen y del agente formador reconocido. Se definieron así formas generadas por agentes eólicos, marinos, aluviales, gravitacionales u otros.

d) Materiales Constituyentes. Caracterizan la composición litológica, el tipo de partículas y su forma de agragación, expresadas estas caracteristicas en unidades geomorfológicas sedimentarias o como componentes litológicas en unidades rocosas.

En Anexos se indica la leyenda geomorfológica utilizada para la fotointerpretación.

2.1.3. Interpretación de Fotogramas y Confección de Cartografía Temática. La Comisión Nacional de Riego facilitó para efectos del estudio un set de fotogramas aéreos escala 1:10.000 infrarrojo color.

Para el área bajo estudio se utilizaron un total de 177 pares estereoscópicos sumando un total de 354 fotogramas.

En Anexos se indica las líneas de vuelos y números de fotogramas empleados en la interpretación.

Utilizando la leyenda preliminar geomorfológica indicada en el punto anterior se procedió a la interpretación de las formas morfológicas reconocibles en el área de estudio.

Con posterioridad a esta labor se procedió a traspasar las unidades cartográficas preliminares de geomorfología a cartas topográficas escala 1:10.000 proporcionadas también por la

Comisión Nacional de Riego.

2.2.- II Etapa.- Terreno.-

Para la campaña de terreno se utilizaron las cartas escala 1:10.000 con las unidades geomorfológicas preliminares, junto con el set de fotogramas aéreos disponibles.

En el terreno se procedió a comprobar los siguientes aspectos:

- Parámetros de la leyenda preliminar
- Límites de unidades
- Pendientes no discernibles en fotos aéreas
- Tipo, granulometría y disposición de los componentes de las unidades
- Aspectos complementarios

Junto con las actividades propiamente geomorfológicas se realizaron análisis en conjunto con el equipo de Ingenieros Agrónomos especialistas en agrología, en términos de homogeneizar los criterios de clasificación y correlación con el levantamiento de los suelos.

2.3.- III Etapa.- 2º Gabinete.-

Actividades.-

2.3.1. Leyenda Gemorfologica Definitiva. Con los antece-

dentes recolectados en terrenos se procedió a establecer la leyenda geomorfológica definitiva.

2.3.2. Interpretación Definitiva. Cumplida esa actividad se reinterpretó los fotogramas aéreos que cubrían las áreas que en terreno presentaban características distintas a la interpretación preliminar.

2.3.3. Cartografia Definitiva de Unidades Gemorfológicas. Con los resultados de las 2 actividades antes indicadas se generó la cartografía de geomorfología con su leyenda respectiva.

3.- **Resultados.-**

Como resultado del estudio se cuenta con una Carta de Unidades Geomorfológicas,la cual ha sido utilizada como carta base en el estudio de suelos.

Este estudio permitió, delimitar y caracterizar unidades morfológicas básicas desde el punto de vista de los suelos, zonificadas según los relieves generados por los procesos morfogenéticos del área.

A continuación se entrega una breve descripción de las unidades más relevantes mapeadas en el estudio gemorfológico.

3.1.- Franja Costera.-

Esta unidad agrupa formas correspondientes a superficies de abrasión marina y piedmont costeros.

En el área del estudio, la predominancia son terrazas de abrasión marina, las cuales aparecen imbricadas con conos coluviales y aluviales generados desde la cadena montañosa localizada más al oriente en forma longitudinal.

La característica de estas terrazas es la disposición de pendiente hacia el poniente, dispuesta en tres niveles contrapuestos,producto de procesos tectónicos de solevantamiento diferencial que generan pequeñas cuencas longitudinales entre ellas (área al sur desembocadura del río Choapa).

Las terrazas labradas por el proceso abrasivo del mar corresponden, litológicamente, a rocas sedimentarias marinas constituidas por areniscas, pizarras y calizas afectadas por fuerte plegamiento.

La tectónica que ha afectado a estas unidades se registra hasta el cuaternario antiguo, principalmente en el plioceno y holoceno, la cual generó procesos morfológicos contemporáneos hacia el interior del valle del Choapa con el ingreso de depósitos marinos, evidenciados como terrazas, varios kilómetros al interior del valle.

El material reconocible en las superficies de las terrazas marinas es sensiblemente homogéneo con un substrato rocoso sobre el cual se desarrolla un suelo, normalmente de textura arcillo arenosa con abundantes clastos en el perfil, producto de la meteorización de la roca basal y aporte lateral de los conos coluviales y aluviales que se desprenden desde el frente rocoso que limita estas terrazas hacia el oriente.

En el sector costero de esta unidad morfológica se desarrollan depósitos eólicos conformado por dunas de gran actividad dinámica, las cuales cubren áreas importantes de la terraza más baja, principalmente al norte de la desembocadura del río Choapa.

Por último, en esta banda costera, se evidencia una unidad sedimentaria que se localiza entre las terrazas marinas antes reseñadas y el frente rocoso longitudinal. En efecto, la cadena montañosa, constituida por rocas plutónicas del tipo granito y granodioritas, que se extiende al norte y sur del valle del río Choapa y valle de Canela, presenta un alto grado de meteorización lo cual aporta un importante volumen de material disgregado que es transportado hacia los sectores más bajos por arrastre de lluvias o por efecto gravitacional dando origen así, a extensos conos de deyección y coluviales los cuales se imbrican para conformar un piedmont casi continuo entre dicho frente rocoso y la unidad de terrazas marinas.

La pendiente de estos piedmont es normalmente fuerte y está constituidos por sedimentos heterogéneos en textura con abundantes clastos angulares a subangulares dispuestos en forma irregular en todo el perfil y superficialmente.

3.2.- Relieve Intermedio.-

Corresponde a la orografía que se localiza entre los 100 m.s.n.m. a 350 m.s.n.m. en forma longitudinal, interrumpida sólo por los valles formados por el río Choapa y afluentes.

El relieve está constituido por afloramientos plutónicos del tipo granito y granodioritas,los cuales en parte muestran distintos grados de meteorización con planos de erosión continental y piedmont de disección moderada del plioceno medio.

Al interior de la localidad de Mincha,por el curso del río Choapa y estero Millahue,se desarrollan relictos de 3 niveles de terrazas continentales que es posible reconocer y que se entremezclan con los afloramientos de las rocas cristalinas alteradas.

Las características sedimentológicas de estos planos altos o terrazas antiguas corresponden a acumulaciones torrenciales, mal clasificadas, de gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de origen granítico. El material está fuertemente meteorizado generando suelos rojos arcillosos con distintos grados de laterización.

La topografía de estas terrazas pliocénicas es plana con pendientes entre el 8 y 10% hacia los bordes, con los valles de los cursos de agua actuales situados a varias decenas de metros más bajo.

Hacia el occidente estos planos o terrazas continentales pasan a engranarse lateralmente con los niveles de terrazas marinas en la costa de Huentelauquén, desapareciendo el nivel superior pero manteniéndose los 2 niveles inferiores.

3.3.- Valles Transversales.-

El rasgo hidrológico principal del área de estudio es el río Choapa, conformando el valle transversal homónimo, el cual ha labrado las unidades graníticas y de depósitos antiguos antes descritos.

También, por su importancia como área de algún desarrollo agrícola, están los esteros La Canela, Millahue y otros de menor desarrollo que conforman la cuenca del río Choapa.

Dada la existencia de una orografía muy rigurosa, el desarrollo de los valles aluviales, en general, es de poca importancia en términos de formación de áreas de depósitos aluviales que impliquen el desarrollo de suelos para la producción agrícola.

Junto con la dificultad morfológica impuesta al desarrollo importante de áreas sedimentarias, los ciclos de pluviosidad alta,en los sectores medios y altos de la cuenca,generan importantes riadas o torrentes que cubren toda la extensión de los lechos mayores y menores con una fuerte erosión de las pequeñas terrazas o conos de deyección existentes en las riberas o cubriéndolos con sedimentos estériles, como se puede comprobar en todo el curso de los ejes fluviales antes nombrados.

Por esta razón,desde el punto de vista agrícola, estos valles presentan algunas dificultades para su aprovechamiento inmediato. La excepción la constituye el curso inferior del río Choapa,en el área de Huentelauquén donde es posible el desarrollo de una agricultura más intensiva.

VI.- CLIMA Y AGROCLIMA

1.- Generalidades.-

Este capítulo analizará el recurso clima existente en el área ubicada en la faja costera entre los 31* 19' y 31* 44' latitud sur, correspondiendo a los sectores de Canela, Mincha y Huentelauquén. El objetivo es caracterizar el sector e identificar las posibles limitaciones que le impondría el clima a una diversificación de la agricultura existente.

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

- Análisis Riego Zona Costera Limarí, Consultoría DEP-004, Volumen 4; Distritos Agroclimáticos y Estudio de Suelos. Dirección de Riego, M.O.P. Realizado por R & Q Ltda. 1933

- Agroclimatología de la Zona Pisquera Chilena, Asociación de Productores Pisqueros de Chile - U. de Chile. La Serena, 1986.

- Atlas Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Santiago, 1989.

- Atlas Agroclimático Regiones IV a IX, CIREN. Santiago, 1990. Publicación CIREN N*87.

- Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas. Dirección General de Aguas, MOP. Santiago, 1989.

Se ha considerado al estudio realizado por R & Q Ltda. como base para caracterizar el área, debido a que la metodología ocupada, se basa en un sistema estrictamente analítico, el cual, mediante una cartografía multiparamétrica, cuantifica los recursos agroclimáticos del área, buscando ir más allá de una simple descripción del clima regional. Además, los criterios o umbrales de zonificación utilizados en la identificación de las áreas homogéneas, están muy bien fundamentados. En consecuencia, se ha utilizado en definitiva, esta zonificación, la que distingue 6 áreas o distritos agroclimáticos.

También, se han considerados otros estudios y fuentes de información meteorológica para corroborar y 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, Combarbalá, Puerto Oscuro, Illapel Riego, etc.

2.- Aspectos Metodológicos.-

La metodología ocupada contempla diversas acciones destinadas a 2 objetivos bien definidos:

1) una zonificación y caracterización del área y
2) un diagnóstico agroclimático de las zonas identificadas en el punto anterior.

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 realzada y tomando como referencia los valores entregados por los estudios regionales, se contrastaron con los del estudio base, estimando las variables climáticas básicas. 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 obtuvieron del estudio de R & Q Ltda. Los algoritmos utilizados en este estudio 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 anuales.

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.

La evapotranspiración potencial anual se obtuvo del estudio de R & Q Ltda. el que utilizó fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blanney, ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha realizado para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Para la distribución mensual se utilizaron coeficientes obtenidos a partir de ajustes con información de evaporación de bandeja, también en diferentes lugares del país.

Se calculó la precipitación efectiva a nivel mensual de acuerdo a una modificación de la metodología propuesta por Blanney y Criddley (Merlet, 1986). Esta modificación se hizo considerando que las precipitaciones existente 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 obtuvieron a partir del estudio realizado por Dirección General de

Aguas denominado Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos.

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.

2.1.1.- Variables Agroclimática 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 las áreas se muestran en la Tabla 1.

TEMPERATURAS EXTREMAS, TXE, TNE, TXJ, TNJ: Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales de los meses extremos; enero y julio, acotan el régimen térmico del lugar.

PERIODO LIBRE DE HELADAS, PLH; 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 ºC corresponde al punto crioscópico del agua pura.

PRIMERA HELADA, PH; Momento del año en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha. Corresponde al número ordinal del día a partir del 1* de enero.

ULTIMA HELADA, UH; Día del año en que termina de helar. Corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada, y es el número ordinal del día a contar del 1 de Enero.

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

SUMA TERMICA, SUT; Suma anual de temperaturas. Días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento (Tm-Tu), es decir, es la temperatura media (Tm) menos una temperatura umbral (Tu), siendo 10ºC, 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 FRIO, HFR; Horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7ºC, umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.

RADIACION SOLAR DE LOS MESES EXTREMOS, RSE, RSJ; Radiación solar diaria promedio mensual de los meses de enero y julio en $cal/cm^2/día$.

HUMEDAD RELATIVA, HRE, HRJ; Humedad relativa media mensual de los meses de enero y julio (%).

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL, EVE, EVJ; 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 de agua que a través del riego necesarios como complemento a la almacenada en el suelo por la precipitación. En general en el país, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor.

PRECIPITACIONES, PPA; Precipitación total anual en mm.

DEFICIT HIDRICO, DEF; Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la

precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

EXCEDENTE HIDRICO, EXC; 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; Este índice se calcula mes a mes y aparece en los cuadros 1 al 6 correspondientes a los distritos 1 al 6 respectivamente. Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP (IH<0.5). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP (IH>1.0).

El índice de humedad del verano es el cuociente entre la precipitación acumulada en los tres meses de verano (Diciembre, Enero y Febrero) y la evapotranspiración acumulada en los mismos meses.

2.2.- Diagnóstico Agroclimático.-

Luego de realizar una descripción cuantitativa de los recursos climáticos del área de estudio, se evalúa el grado de limitación que presenta 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.

En los resultados los índices parciales se indican en forma de códigos, los cuales tiene el siguiente significado:

CODIGO	S I G N I F I C A D O
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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 deficiencia 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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 deshidración ocasional.

4) Horas de frío (cuarta columna de los cuadros Nº 7 al 12). 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 añe-rismo de algunas especies. Las deficiencias leves podrán ser atenuadas con la elección de variedades de bajo requerimiento en frío.

5) Déficit hídrico (quinta columna de los cuadros Nº 7 al 12). 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.

3.- Resultados.-

3.1.- Caracterización Agroclimática del Area.-

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Fuenzalida (1971) en base al sistema propuesto por Köeppen, el área del proyecto se encuentra en el límite entre la zona de Clima Desértico o Arido Subtropical (B), que abarca de San Felipe al norte y la zona de Clima Mediterráneo (C). El Clima Desértico está subdividido en 7 climas y la zona de estudio se encuentra específicamente en el Clima de Estepa con abundante nubosidad (BSn).

De acuerdo a la clasificación de Papadakis el área de estudio tiene un clima Mediterráneo Subtropical semiárido (6.8), semejante a San Diego, California.

Es una zona fuertemente influenciada por el mar, que en estas latitudes es particularmente frío debido a la presencia de la corriente fría de Humbold. Este fenómeno enfría las capas bajas de la atmósfera originando abundantes nublados bajos y neblinas que penetran notablemente hacia el interior, gracias a la disposición de los relieves.

Los datos agroclimáticos estimados para cada una de las zonas identificadas en el área de estudio (Ver Figura 2) se muestran en la Tabla 1. De acuerdo a estos datos, efectivamente es un área con invierno benigno, las temperaturas mínimas medias del mes más frío varía de 8,0 ºC en la costa a 4,5 ºC en el interior (distrito 6). Se producen muy esporádicamente algunas heladas en la costa hasta apenas 9 días con temperaturas menores a 0ºC en el interior, todo con una probabilidad del 50%. El período libre de heladas varía entre 360 días en el litoral a un poco mas de 250 días (más de 8 meses). Las acumulación de frío en el año varía de 170 horas en la costa, restringiendo severamente a frutales de hoja caduca exigentes en frío invernal (manzano, peral) a 790 horas en el interior disminuyendo completamente esta limitación.

El verano, relativamente cálido, tiene una temperatura máxima media en el mes de enero que asciende de 22,0 ºC en la costa, a 28,4 ºC en el interior y una acumulación de temperaturas efectivas de crecimiento entre 1.340 grado-días y 1960 grado-día en el año. Situación que posibilita gran cantidad de cultivos,

restringiendo sólo en el litoral a algunos de verano exigentes en calor (maíz de larga duración, maravilla cucurbitáceas).

T A B L A 1

VALORES MEDIOS DE LOS PARAMETROS AGROCLIMATICOS DE LOS DISTRITOS

DIST.	TXE	TNE	TXJ	TNJ	PLH	PH	UH	NH	SUT	HF	RSE	RSJ	HRE	HRJ	ETE	ETJ	PPA	DEF	EXC
1	22,8	13,3	15,0	7,8	360	0	0	0,1	1542	169	541	177	78	84	161	35	135	958	10
2	25,0	13,0	15,8	6,3	355	0	0	0,2	1704	348	518	179	77	84	154	34	222	868	51
3	26,8	13,2	16,6	5,8	295	165	208	2,0	1933	434	557	183	71	78	178	39	157	1056	14
4	27,3	12,2	16,1	4,9	258	152	238	7,0	1785	765	558	187	68	74	172	40	231	985	43
5	22,0	12,0	14,0	8,0	350	0	0	0,2	1342	170	545	177	79	86	155	34	175	895	26
6	28,4	12,5	17,3	4,5	245	146	244	9,0	1966	789	617	204	61	66	194	44	1881	148	20

DIST: Número del distrito
TXE : Temperatura máxima de enero (ºC)
TNE : Temperatura minima de enero (ºC)
TXJ : Temperatura máxima de julio (ºC)
TNJ : Temperatura mínima de julio (ºC)
PLH : Período libre de heladas (dias)
PH : Día primera helada con 50% prob.
UH : Día última helada con 50%p.
NH : Número anual de heladas.
SUT : Suma térmica anual (G-D)
HP : Horas del frío anual (hrs)
RSE: Radiación solar de enero
RSJ: Radiación solar de julio
HRE: Humedad relativa de enero
HRJ: Humedad relativa de julio
ETE: Evapot. potenc. enero
ETJ: Evapot. potenc. julio
PPA: Precipitación total anual
EXC: Excedente hídrico anual
DEF: Déficit hídrico anual

De acuerdo al índice de humedad mostrados en los Cuadros 1 al 6, existen de 8 a 9 meses con un valor inferior a 0,5, los que pueden considerarse como meses secos, lo que demuestra el grado de aridez de toda la zona de estudio.

De acuerdo al estudio sobre eventos hidrometeorológicos extremos realizado por la DGA, toda el área de estudio se encuentra en una zona homogénea respecto a las precipitaciones máximas en

24, 48 y 72 horas. Esta zona es caracterizada mediante la siguiente tabla:

T A B L A 2

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN 1, 2 Y 3 DIAS (mm)

	PERIODO DE RETORNO (años)				
	2	5	20	50	100
24 hrs.	36	60	89	108	121
48 hrs.	43	74	113	137	155
72 hrs.	45	80	127	156	178

3.2.- **Evaluación del Potencial Agroclimático.-**

El resultado de la evaluación del potencial agroclimático de la zona de estudio, se muestra en unas fichas (Cuadros 7 al 12) 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 cada distrito. 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. En el punto 3.2.1 de este capítulo se señalan algunas consideraciones sobre el viento.

Otro elemento muy importante para evaluar el potencial agrícola del clima de un lugar, es la influencia que tiene éste sobre la fenología de las especies vegetales, en especial la de las

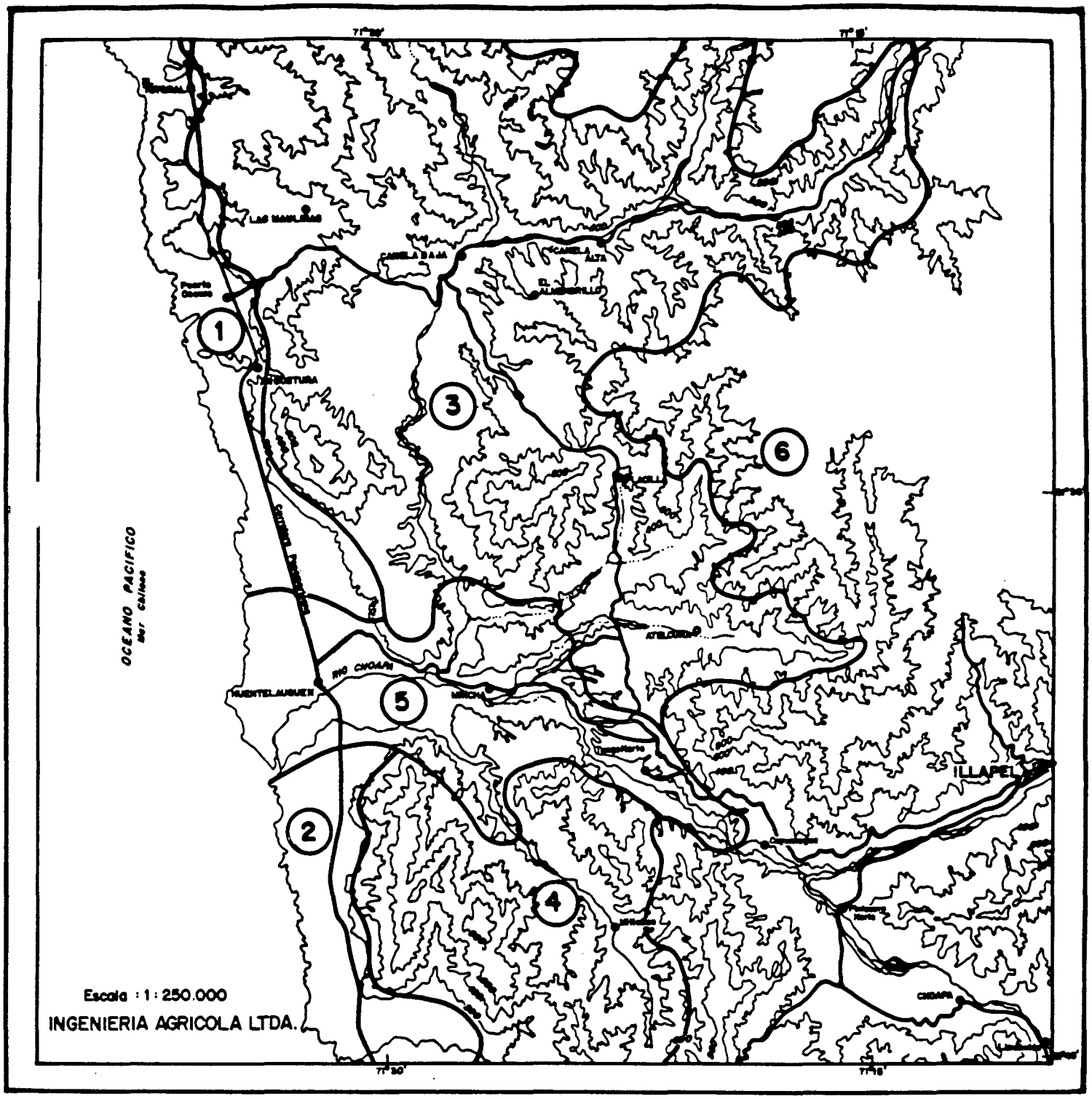
especies frutícolas, en que muchas veces la viabilidad de una explotación comercial depende de la oportunidad de llegada al mercado del producto cosechado. Para tal efecto y considerando que en el área de estudio no existen huertos comerciales como para obtener información, se muestran en la Tabla 3 las fechas de algunos eventos fenológicos, obtenidos del estudio realizado por CIREN-CORFO, denominado Análisis de la Producción, Estacionalidad y Productividad de Especies Frutales, realizado en 1992 entre la III y VII Región. En esta tabla se indican las semanas modales de ocurrencia de los eventos señalados, para el área de Santiago-Buin. La Figura 1 muestra gráficamente la acumulación de temperaturas a través del año, para el área de estudio y de Santiago. Si se traza una linea horizontal, que corte la curva de acumulación de temperatura de Santiago a la altura de los 750 grados-días, es decir, donde el eje de las "X" indique la mitad de Enero, se observa que la linea horizontal corta la curva del Distrito 6, aproximadamente 1 semana antes; 2 semanas despues la curva del Distrito 1 y casi 4 semanas despues la del Distrito 5. Esto significa que, si la plena cosecha de una variedad frutícola ocurre a mediados de Enero, este evento fenológico debiera ocurrir cuando se cumpla la misma acumulación térmica en las otras localidades. Es así como el área de Illapel Distrito 6 es levemente más temprano que Santiago, mientras que hacia la costa debíera ser tardío por más de 3 semanas.

T A B L A N*3

SEMANA MODA PARA ALGUNOS EVENTOS FENOLOGICOS

EN EL AREA DE SANTIAGO

ESPECIE	VARIEDAD	BROTACION	INICIO FLORACION	PLENA FLORACION	INICIO COSECHA	PLENA COSECHA
VID	SULTANINA	3ªSep	3ªNov	3ªNov	3ªFeb	2ªMar
	RIVIER	4ªSep	3ªNov	4ªNov	2ªMar	4ªMar
	FLAME SEED.	2ªSep	2ªNov	3ªNov	4ªEne	2ªFeb
DURAZNO	SPRING CREST	3ªAgo	1ªSep	2ªSep	3ªNov	1ªDic
	MERRIL G.F.	1ªSep	1ªSep	2ªSep	1ªDic	2ªDic
	O'HENRY	4ªAgo	1ªSep	2ªSep	4ªEne	2ªFeb
	POMONA	-	2ªSep	3ªSep	3ªMar	1ªAbr
NECTARINO	ARMKING	3ªAgo	4ªAgo	1ªSep	4ªNov	1ªDic
	EARLY SUN G.	3ªAgo	4ªAgo	2ªSep	3ªDic	4ªDic
	FANTASIA	1ªSep	1ªSep	1ªSep	1ªEne	2ªEne
	FLAME KIST	4ªAgo	4ªAgo	1ªSep	1ªFeb	3ªFeb
CIRUELO	READ BEAUT	2 Ago	4ªAgo	1ªSep	4ªNov	1ªDic
	FRIAR	4ªAgo	4ªAgo	1ªsep	3ªEne	4ªEne
	ROY SUN	3ªAgo	4ªAgo	2ªSep	2ªMar	4ªMar
	D'AGEN	1ªSep	2ªSep	3ªSep	2ªFeb	4ªMar
KIWI	HAYWARD	3ªSep	4ªOct	1ªNov	1ªAbr	2ªAbr
PERAL	PACHAM'S T.	3ªAgo	2ªSep	3ªSep	3ªEne	2ªFeb
	BEURRE BOSC	2ªSep	3ªSep	4ªSep	2ªFeb	4ªFeb
	WINTER NELLI	2ªSep	3ªSep	4ªSep	4ªMar	2ªAbr
	RED SENSATIO	3ªSep	3ªSep	1ªOct	4ªEne	2ªFeb
	RED BARTLETT	3ªSep	3ºSep	1ªOct	4ªEne	1ªFeb



(2) DISTRITOS AGROCLIMATICOS

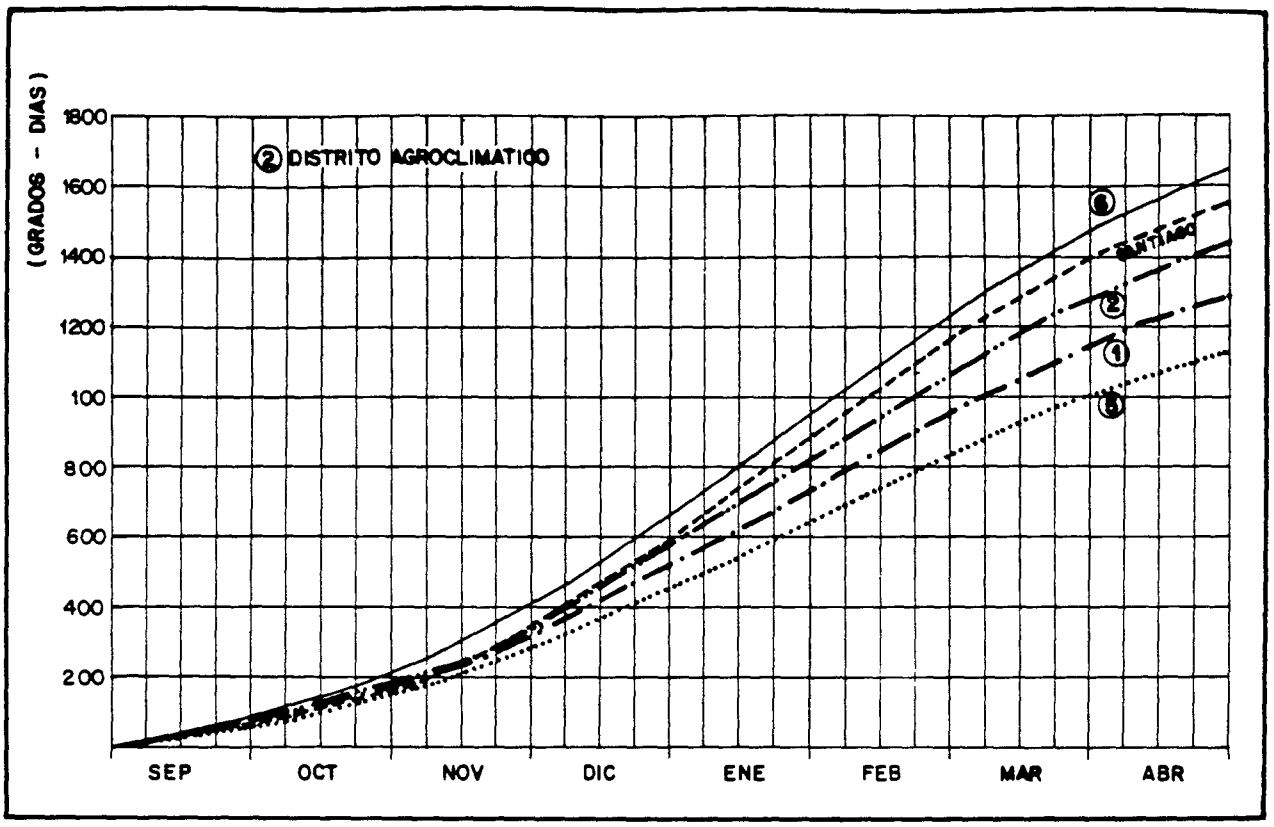


FIGURA 1: ACUMULACION DE TEMPERATURA A TRAVES DEL AÑO PARA SANTIAGO Y ALGUNOS DISTRITOS DEL AREA DE ESTUDIO

CUADRO 1
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 1

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	22.8	22.8	21.6	19.7	17.6	15.8	15.0	15.0	16.2	18.1	20.2	22.0	18.9
T. MIN (ºC)	13.3	13.4	12.6	11.3	9.7	8.4	7.8	7.7	8.5	9.8	11.4	12.7	10.6
T. MED (ºC)	17.2	17.3	16.3	14.8	13.1	11.6	10.8	10.8	11.8	13.3	15.1	16.5	14.1
SUMA T. (D.G.)	221	218	190	144	91	63	50	52	67	98	152	196	1542
S.T. ACUMU. (D.G.)	734	952	1142	1286	1378	1440	1490	1542	67	165	317	513	1542
HRS.FRIO	0	0	0	0	4	28	55	53	25	4	0	0	169
H.F. ACUMU.	169	169	169	169	4	32	87	140	165	169	169	169	169
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
R. SOLAR (Ly/dia)	541	463	375	282	210	178	177	255	343	436	508	540	359
PRECIPIT. (mm)	0.2	0.0	0.6	3.6	16.1	27.6	45.9	23.7	10.2	4.1	2.5	0.2	135.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	15	25	41	22	10	3	1	0	120
HUM. REL. (%)	78	78	79	81	82	83	84	84	83	81	80	79	81
EVAP.POT. (mm)	161	135	106	75	49	37	35	42	65	96	128	152	1083
DEF.HIDR. (mm)	161	135	106	71	33	10	0	18	55	92	126	152	958
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.33	0.74	1.31	0.56	0.16	0.04	0.02	0.00	0.12

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 2
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 2

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	25.0	24.9	23.5	21.3	18.8	16.8	15.8	15.9	17.3	19.5	22.0	24.0	20.4
T. MIN (ºC)	13.0	13.0	12.1	10.4	8.6	7.0	6.3	6.3	7.2	8.9	10.7	12.3	9.7
T. MED (ºC)	18.2	18.1	17.0	15.1	13.1	11.4	10.4	10.6	11.7	13.6	15.6	17.3	14.3
SUMA T. (D.G.)	249	245	211	155	98	66	53	55	72	109	169	221	1704
S.T. ACUMU. (D.G.)	821	1066	1276	1431	1529	1595	1649	1704	72	182	351	572	1704
HRS.FRIO	0	0	0	0	16	60	109	102	50	11	0	0	348
H.F. ACUMU.	348	348	348	348	16	75	184	286	336	347	348	348	348
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
R. SOLAR (Ly/día)	518	446	363	277	210	180	179	251	334	420	487	517	349
PRECIPIT. (mm)	0.4	0.0	1.0	6.0	26.5	45.4	75.5	39.0	16.8	6.8	4.1	0.3	222.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	5	24	41	68	36	16	6	2	0	198
HUM. REL. (%)	77	77	78	80	82	83	84	84	83	81	79	78	80
EVAP.POT. (mm)	154	130	102	72	48	36	34	41	62	92	123	146	1039
DEF.HIDR. (mm)	154	130	101	66	21	0	0	2	46	86	119	145	868
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	9	42	0	0	0	0	0	45
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.01	0.08	0.56	1.26	2.22	0.96	0.27	0.07	0.03	0.00	0.21

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 3
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 3

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	26.8	26.7	25.1	22.6	19.9	17.7	16.6	16.7	18.3	20.8	23.5	25.7	21.7
T. MIN (ºC)	13.2	13.2	12.1	10.3	8.3	6.6	5.8	5.8	6.9	8.7	10.7	12.4	9.5
T. MED (ºC)	19.1	19.0	17.8	15.7	13.5	11.6	10.7	10.8	12.0	14.1	16.3	18.2	14.9
SUMA T. (D.G.)	282	277	238	175	111	74	60	62	83	126	194	251	1933
S.T. ACUMU. (D.G.)	936	1213	1450	1626	1736	1811	1871	1933	83	209	402	654	1933
HRS.FRIO	0	0	0	1	21	80	135	119	64	14	0	0	434
H.F. ACUMU.	433	433	433	434	21	102	237	356	420	433	433	433	434
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
R. SOLAR (Ly/día)	557	477	386	291	217	184	183	263	354	449	523	556	370
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.7	4.2	18.7	32.1	53.4	27.6	11.9	4.8	2.9	0.2	157.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	17	29	48	25	11	4	1	0	138
HUM. REL. (%)	71	71	72	74	76	77	78	78	77	75	73	72	75
EVAP.POT. (mm)	178	150	117	83	55	41	39	47	72	107	142	168	1199
DEF.HIDR. (mm)	178	150	117	78	36	9	0	19	60	102	139	168	1056
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.34	0.78	1.37	0.59	0.17	0.05	0.02	0.00	0.13

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 4
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 4

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	27.3	27.1	25.4	22.7	19.7	17.2	16.1	16.3	18.0	20.7	23.7	26.2	21.7
T. MIN (ºC)	12.2	12.2	11.1	9.4	7.4	5.7	4.9	4.9	6.0	7.7	9.7	11.4	8.6
T. MED (ºC)	18.9	18.8	17.4	15.3	12.9	10.9	10.0	10.1	11.4	13.6	16.0	17.9	14.4
SUMA T. (D.G.)	268	263	222	158	99	65	52	55	74	114	179	237	1785
S.T. ACUMU. (D.G.)	871	1134	1356	1515	1613	1678	1730	1785	74	187	366	603	1785
HRS.FRIO	0	0	0	6	43	126	236	222	97	31	3	0	765
H.F. ACUMU.	759	759	759	765	43	170	406	629	726	757	759	759	765
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
R. SOLAR (Ly/día)	558	479	389	294	221	188	187	266	356	451	524	557	373
PRECIPIT. (mm)	0.4	0.0	1.1	6.2	27.6	47.3	78.6	40.6	17.5	7.1	4.3	0.3	231.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	5	25	43	70	36	17	6	2	0	204
HUM. REL. (%)	68	68	69	71	72	73	74	74	73	71	70	69	71
EVAP.POT. (mm)	172	145	114	81	55	42	40	47	71	104	138	163	1172
DEF.HIDR. (mm)	172	145	113	75	27	0	0	7	54	97	133	162	985
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	5	38	0	0	0	0	0	43
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.08	0.50	1.12	1.97	0.86	0.25	0.07	0.03	0.00	0.20

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 5
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 5

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	22.0	22.0	20.8	18.8	16.7	14.9	14.0	14.0	15.2	17.2	19.3	21.1	18.0
T. MIN (ºC)	12.0	12.2	11.6	10.7	9.5	8.5	8.0	7.8	8.4	9.3	10.5	11.5	10.0
T. MED (ºC)	16.2	16.3	15.5	14.1	12.5	11.1	10.5	10.4	11.3	12.7	14.2	15.6	13.4
SUMA T. (D.G.)	194	193	168	125	79	54	42	44	57	85	130	171	1342
S.T. ACUMU. (D.G.)	637	830	998	1123	1202	1256	1298	1342	57	142	272	443	1342
HRS.FRIO	0	0	0	0	7	27	49	50	29	8	0	0	170
H.F. ACUMU.	170	170	170	170	7	33	83	133	161	169	170	170	170
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
R. SOLAR (Ly/día)	545	467	377	283	210	178	177	255	345	439	512	544	361
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.8	4.7	20.9	35.8	59.5	30.8	13.3	5.4	3.3	0.2	175.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	19	33	54	28	13	4	1	0	155
HUM. REL. (%)	79	79	80	82	84	85	86	86	85	83	81	80	83
EVAP.POT. (mm)	155	130	102	72	48	36	34	41	63	93	124	146	1044
DEF.HIDR. (mm)	155	130	101	67	27	0	0	10	49	87	120	146	895
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	26
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.44	0.99	1.75	0.75	0.21	0.06	0.03	0.00	0.17

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 6
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 6

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	28.4	28.2	26.5	23.8	20.9	18.4	17.3	17.5	19.2	21.9	24.8	27.3	22.9
T. MIN (ºC)	12.5	12.5	11.3	9.3	7.2	5.4	4.5	4.5	5.7	7.7	9.8	11.6	8.5
T. MED (ºC)	19.5	19.4	18.0	15.8	13.4	11.4	10.4	10.5	11.9	14.1	16.6	18.6	15.0
SUMA T. (D.G.)	289	283	241	175	111	75	61	64	84	128	197	257	1966
S.T. ACUMU. (D.G.)	955	1238	1479	1654	1765	1841	1902	1966	84	213	409	666	1966
HRS.FRIO	0	0	0	5	44	141	239	224	105	29	2	0	789
H.F. ACUMU.	784	784	784	789	44	185	424	648	753	782	784	784	789
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.4	3.1	1.0	0.0	0.0	0.0	9.0
R. SOLAR (Ly/día)	617	529	428	323	241	205	204	292	393	498	580	616	411
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.9	5.1	22.4	38.5	63.9	33.1	14.3	5.8	3.5	0.2	188.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	4	21	35	58	30	14	4	1	0	167
HUM. REL. (%)	61	61	62	63	65	66	66	66	65	64	62	61	64
EVAP.POT. (mm)	194	163	128	91	61	47	44	52	79	117	155	183	1315
DEF.HIDR. (mm)	194	163	128	86	38	8	0	19	65	111	151	183	1148
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.06	0.37	0.83	1.45	0.63	0.18	0.05	0.02	0.00	0.14

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 7

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 1

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.56	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.56	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.24	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Palto	2	1	1	*	Ex	0.00	0.82	Limit. Leve
Limón	2	1	1	*	Ex	0.00	0.73	Limit. Leve
Naranjo	2	1	1	*	Ex	0.00	0.73	Limit. Leve
Almendro	1	1	1	3	3	0.15	0.42	Lim.Moderada
Durazno	1	1	1	4	Ex	0.01	0.14	Lim. Severa
Ciruelo	1	1	1	4	Ex	0.01	0.14	Lim. Severa
Vid	3	1	1	4	4	0.02	0.08	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Cerezo	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Nogal	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído

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

CUADRO 8

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 2

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Palto	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	2	0.70	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	2	0.70	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.61	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	3	0.35	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Limón	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	2	3	0.41	0.87	Limit. Leve
Durazno	1	1	1	3	4	0.09	0.50	Lim.Moderada
Ciruelo	1	1	1	3	4	0.09	0.50	Lim.Moderada
Vid	2	1	1	3	3	0.13	0.38	Lim.Moderada
Cerezo	1	1	1	4	Ex	0.00	0.26	Lim. Severa
Nogal	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.10	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.08	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.08	Excluído

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

CUADRO 9

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 3

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Limón	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.13	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	4	0.31	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Palto	1	1	1	*	Ex	0.00	0.92	Sin Limitac.
Vid	1	1	1	2	4	0.08	0.67	Limit. Leve
Ciruelo	1	1	1	2	Ex	0.00	0.67	Limit. Leve
Durazno	1	1	1	2	Ex	0.00	0.67	Limit. Leve
Cerezo	1	1	1	3	Ex	0.00	0.42	Lim.Moderada
Nogal	1	1	1	4	Ex	0.00	0.27	Lim. Severa
Peral	1	1	1	4	Ex	0.00	0.24	Lim. Severa
Manzano	1	1	1	4	Ex	0.00	0.24	Lim. Severa

Los código 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

CUADRO 10

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 4

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.21	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.52	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.52	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Nogal	1	1	1	1	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Vid	2	1	1	1	4	0.18	0.85	Limit. Leve
Manzano	1	1	1	2	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Limón	1	2	1	*	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Peral	1	1	1	2	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Palto	1	2	1	*	Ex	0.00	0.69	Limit. Leve

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

CUADRO 11

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 5

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.57	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	4	0.10	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	2	0.66	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.32	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	2	0.61	0.94	Sin Limitac.
Olivo	2	1	1	*	3	0.30	0.81	Limit. Leve
Maíz	2	1	1	*	Ex	0.00	0.81	Limit. Leve
Maravilla	2	1	1	*	Ex	0.00	0.81	Limit. Leve
Palto	3	1	1	*	Ex	0.00	0.56	Lim.Moderada
Limón	3	1	1	*	Ex	0.00	0.49	Lim.Moderada
Naranjo	3	1	1	*	Ex	0.00	0.49	Lim.Moderada
Almendro	2	1	1	3	3	0.15	0.34	Lim. Severa
Durazno	1	1	1	4	4	0.02	0.14	Lim. Severa
Ciruelo	1	1	1	4	4	0.02	0.14	Lim. Severa
Vid	3	1	1	4	4	0.02	0.05	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Nogal	2	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Cerezo	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído

Los código 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

CUADRO 12

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 6

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Avena	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Vid	1	1	1	1	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0.00	0.97	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	0.97	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	Ex	0.04	0.97	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	4	0.16	0.96	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.13	0.92	Sin Limitac.
Nogal	1	1	1	1	Ex	0.00	0.90	Limit. Leve
Arveja	1	1	1	*	4	0.25	0.89	Limit. Leve
Garbanzo	1	1	1	*	4	0.25	0.89	Limit. Leve
Peral	1	1	1	2	Ex	0.00	0.87	Limit. Leve
Manzano	1	1	1	2	Ex	0.00	0.87	Limit. Leve
Naranjo	1	2	1	*	Ex	0.00	0.86	Limit. Leve
Limón	1	2	1	*	Ex	0.00	0.74	Limit. Leve
Palto	1	3	1	*	Ex	0.00	0.61	Lim.Moderada

Los código 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

3.2.1.- Vientos.-

La metodología de zonificación agroclimática empleada en el presente estudio, no considera al viento como una variable climática de zonificación, por la imposibilidad de representarlo cartográficamente, debido a que es un parámetro extremadamente variable en el espacio y muy relacionado con las condiciones microtopográficas del lugar. Es frecuente encontrar vientos locales, encajonados en los valles y con una fuerza y dirección provocada por la conformación del terreno.

Por otro lado, no hay duda que en algunas condiciones particulares, el viento es una variable que limita la producción comercial de algunas especies, pero hasta el momento es muy vago el conocimiento sistemático y cuatitativo de su influencia sobre la producción vegetal, situación que impide incluirlo en el modelo de evaluación o diagnóstico agroclimático.

En todo caso, al observar la información de viento proveniente de las estaciones meteorológica cercanas (ver Tablas 4 y 5), puede concluirse que en el área de estudio es una zona particularmente ventosa, sobretodo en el litoral, disminuyendo hacia el interior.

Es así como en Los Vilos se observan valores cercanos a 140 km/día en los meses de verano. Por el contrario, en el interior, Illapel, apenas llegan a 30 km/día en el mismo período.

Esta situación es provocada por el mayor calentamiento por insolación de la tierra en relación al mar, el cual, en esta zona es especialmente frío por la surgencia de la corriente fría de Humbold, creando una diferencia de presión lo que hace mover el aire hacia el interior, diariamente en forma cíclica.

De acuerdo a lo anterior y considerando que valores de 140 km/día (Corral de Julio, Los Vilos) se consideran vientos de relativa importancia, la agricultura del lugar debiera verse afectada, sobretodo en aquellas especies muy delicadas, como frutales para consumo fresco y especies con polinización por insectos, más aún si se encuentran en lugares desprotegidos. Esta situación puede solucionarse con la instalación de cortinas corta-vientos.

TABLA 4

RECORRIDO DEL VIENTO (Km./día)

E S T A C I O N	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
La Serena	104,0	98,0	95,0	70,0	52,0	60,0	56,0	63,0	72,0	77,0	76,0	95,0
Corral de Julio	141,4	146,8	133,0	108,4	103,8	120,8	112,4	123,6	130,3	130,2	162,7	157,0
Illapel Riego	28,3	24,9	19,9	15,7	14,3	13,7	18,1	21,8	25,6	26,6	26,9	29,9
La Tranquilla	85,9	79,6	67,8	52,9	41,1	42,9	56,1	58,3	71,8	71,4	83,4	85,7
Los Cóndores	93,2	84,9	79,8	73,7	56,6	53,6	56,1	56,0	61,2	66,5	86,8	90,9
Los Vilos SAG	145,0	142,1	109,6	86,7	76,7	103,7	130,1	107,0	92,9	126,2	122,1	138,2

TABLA 5

DIRECCION, FRECUENCIA Y FUERZA MEDIA DE LOS VIENTOS

E S T A C I O N		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Punta Angeles	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	60	61	56	46	34	30	33	42	52	61	65	61
	FZ:	5,3	4,3	3,2	3,0	2,7	3,1	3,0	3,2	4,5	4,8	5,3	5,5
Quillota	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	92	87	83	77	54	46	45	64	67	77	86	88
	FZ:	4,6	4,2	3,9	4,0	3,6	3,8	3,5	3,5	4,0	4,3	4,8	5,2
Santo Domingo	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	36	41	29	28	17	13	14	28	33	44	36	36
	FZ:	11,7	10,3	9,3	7,0	7,7	5,0	5,0	6,7	8,0	8,7	10,0	11,3

DD: Dirección Dominante
FR: Frecuencia para la Dirección Dominante
FZ; Fuerza Media (nudos)

VII.- ESTUDIO DE SUELOS.-

1.- INTRODUCCION.-

El estudio de suelos realizado se considera como uno de los estudios temáticos fundamentales para la posterior ejecución del "Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa".

La envolvente definida por la Comisión Nacional de Riego encierra una superficie aproximada de 40.000 hás., las que fueron materia de este estudio.

A continuación se señala la metodología empleada en el Reconocimiento Agrológico y sus resultados los que incluyen una completa caracterización físico-química de los suelos.

2.- METODOLOGIA.-

2.1.- Antecedentes Existentes.-

Como etapa previa al reconocimiento de terreno, se hizo una exhaustiva revisión de anteriores trabajos de suelos y relacionados con el tema. Esta etapa contempló el análisis de los primeros trabajos generalizados efectuados en el área por especialistas del Ministerio de Agricultura, Ingenieros Agrónomos Carlos Díaz Vial y Charles Wright, a mediados de los años 60 y publicados bajo el título "Los Grandes Grupos de Suelos de Chile".

El análisis de antecedentes, implicó, también el estudio de algunos reconocimientos parciales del área efectuados por IREN-DECSA en 1966, Estudio de Suelos Valle del Choapa CORFO, Descripción Generalizada de Suelos del Valle del Choapa. D.Pesce P.; y otros.

2.2.- Cartografía y Aerofotografía Básica.-

Para el reconocimiento agrológico del Valle del Río Choapa y sus Tributarios se contó como instrumento básico de apoyo, con la cartografía escala 1:10.000 proporcionada por la Comisión Nacional de Riego como también los fotogramas aéreos infrarrojo color escala 1:10.000. Como complemento se usaron las cartas I.G.M. a escalas 1:25.000 y 1:50.000, y los ortofoto - mosaicos CIREN escala 1:10.000

2.3.- Preparación del Reconocimiento.-

La envolvente del estudio fue definida por la Comisión Nacional de Riego; de manera previa al reconocimiento en terreno, se estudió y evaluó la información existente y se preparó el material cartográfico y fotográfico necesario para las etapas de terreno y gabinete posteriores.

En esta etapa inicial, se definieron las pautas metodológicas a utilizar en el reconocimiento agrológico propiamente tal, y en las clasificaciones interpretativas. Para el reconocimiento se adoptaron las normas del Manual de Reconocimiento de

Suelos (Soil Survey Manual) del USDA-SCS (1984), empleado como referencia por los organismos especializados y que, además, es el sistema exigido y utilizado por la Comisión Nacional de Riego.

2.3.1.- Etapa de Terreno.-

Como etapa previa del reconocimiento agrológico, se hizo un análisis exhaustivo del Mapa de Unidades Geomorfológicas, ya señaladas en el capítulo V anterior. Estas unidades agrupan suelos que genéticamente pueden tener igual origen y cuyo desarrollo evoluciona en rangos homogéneos, que mantienen posiciones y morfología semejantes y que, además mantienen parámetros degradativos similares y/o en rangos equivalentes.

La etapa de terreno, consistió básicamente en la obtención de información sobre la base de calicatas, observaciones de barreno, observaciones de paisaje y vegetación para alcanzar una adecuada caracterización interna y externa de los suelos, ciñéndose a las pautas acordadas previamente.

Paralelamente en el registro de los datos requeridos, se generó la información necesaria para las clasificaciones interpretativas de Capacidad de Uso, Riego, Frutal, Drenaje, Erosión, Cultivos, Grupos de Manejo.

2.3.2.- Etapa Final de Gabinete.-

Correspondió a la compilación, homogeneización, sistematización y traspaso a cartas, de la información generada. El procesamiento de ella permitió definir las Series de Suelo y sus variaciones, además de la clasificación interpretativa para las diferentes unidades cartográficas establecidas.

Finalmente, se preparó el Informe Final y la cartografía definitiva, cuyo detalle es el siguiente:

- Carta Agrológica, escala de trabajo 1:20.000, cuyas Unidades Cartográficas incluyen información sobre nombre y tipo de la Serie de Suelo, profundidad efectiva, relieve y factores limitantes, como drenaje, pedregosidad y otros.

- Cartas Interpretativas de Capacidad de Uso, Aptitud para el Regadío, Aptitud Frutal, Aptitud Agrícola, Grupos de Uso y Manejo.

2.4.- Unidades de Clasificación e Interpretación.-

2.4.1.- Unidades Taxonómicas y Cartográficas.-

La caracterización de los suelos se hizo considerando la Serie de Suelos como la Unidad Taxonómica principal, en tanto que la Fase de Suelos corresponde a la Unidad Cartográfica principal. Donde fue necesario, por las características de los suelos, se definió Grupos o Unidades No Diferenciadas de Suelos y Miscelaneos.

Las Unidades usadas fueron:

- **Serie de Suelos**, que no ha tenido cambios en la definición tradicional aceptada y utilizada en el país.

- **Grupos o Unidades No Diferenciadas**, reuniendo a dos o más taxas no asociadas consistentemente en el paisaje y cuya expresión definida en el paisaje no es clara, pudiendo incluir suelos diferentes. Esta unidad se usa expresamente para los sedimentos aluviales recientes, que por sus características de casi nula evolución pedogenética, no alcanzan a ser caracterizados como Series de Suelos. Básicamente, es una unidad taxonómica de uso práctico.

- **Fases de Suelo**, unidad de máxima desagregación de la información, integrando grupos funcionales de suelos distintos para propósitos específicos de uso. Estas unidades se establecen sobre la base de aquellas características del suelo y del paisaje que son significativas para su uso, manejo o comportamiento.

Cualquier propiedad del suelo, distinta de aquellas que involucren cambiarlo de taxón, puede definir una fase; así por ejemplo hay fases pedregosas, rocosas, arenosas, erosionadas, profundas, etc.

- **Miscelaneos**, en el area se definieron algunas unidades cartográficas como miscelaneos y que corresponden a cerros, dunas,

quebradas, fondos de valles etc.

2.4.2.- Unidades Interpretativas.-

El objetivo de la caracterización de los suelos es definir sus aptitudes y limitaciones, tanto de producción como de sustentabilidad, así como su capacidad de soporte de determinados sistemas de manejo y uso, es decir, sus condiciones de conservación.

El ordenamiento de los suelos en sistemas de agrupamiento que señalen estas aptitudes y limitantes en función de su magnitud y tipo, se ha traducido en la creación de las Clasificaciones Interpretativas de los suelos. Es decir, su agrupamiento en categorías que expliciten el para qué sirven, cómo se comportan y cúales y de qué tipo son sus limitaciones.

Las clasificaciones más frecuentemente empleadas, contempladas en este estudio, son las siguientes:

- Capacidad de Uso de los Suelos (a nivel de Clases, Subclases y Unidades).
- Aptitud de Suelos para el Regadío (a nivel de Categorías y Subcategorías)
- Aptitud Frutal de los Suelos (a nivel de Clases)
- Drenaje de los Suelos (a nivel de Clases)
- Aptitud Agrícola de los Suelos (a nivel de Clases)
- Grupos de Uso y Manejo (a nivel de Grupos)

Todos estos agrupamientos se encuentran explicitados en el punto 2.5.2.

2.5.- Leyendas Descriptivas, Simbología y Definiciones.-

2.5.1.- Leyendas Descriptivas y Símbolos.-

La expresión cartográfica de las unidades de suelo se materializa mediante el empleo de símbolos, cada uno identificando alguna característica o condición del suelo, correspondiente a la ubicación geográfica donde ese símbolo se ha dispuesto. Asimismo, cada símbolo expuesto en una fórmula o combinación de símbolos, determina además la intensidad o magnitud con que determinada característica concurre.

La definición de todos y cada uno de los símbolos con que se representa cartográficamente un levantamiento agrológico, se conoce como Leyenda Descriptiva. A continuación, se entrega el detalle de los factores con que se definieron los suelos del área, así como la simbología que los identifica.

a.- Profundidad del Perfil.-

Símbolo	Significado	Profundidad efectiva (cms)
1	Muy profundo	+ 150
2	Profundo	100 - 150
3	* Moderadamente prof.	50 - 100
4	Delgado	25 - 50
5	Muy delgado	-25

* Puede dividirse en 2 clases : 50- 70 y 75 - 100

b.- Pedregosidad Superficial.-

Se refiere a la presencia de grava o piedras en superficie, denominándose grava a los fragmentos de 2-15 cms. de diámetro y piedras a los mayores de 15 cms.

b.1.- Clase de Pedregosidad.-

Símbolo	Clase	% de suelo ocupado
P1	Ligeramente pedregoso	1 - 3
P2	Moderadamente pedregoso	3 - 8
P3	Abundantemente pedregoso	8 - 15
P4	Muy abundantemente pedregoso	Mayor de 15

b.2.- Clase de Gravosidad.-

Símbolo	Clase	% ocupado de suelo
G1	Ligeramente gravoso	3-10
G2	Moderadamente gravoso	10-20
G3	Abundantemente gravoso	20-40
G4	Muy abundantemente gravoso	Más de 40

c.- Textura del Suelo.-

Símbolo	Clase Textural	T e x t u r a s
A	Muy fina	Arcilla densa, arcilloso, arcillo-limoso; arcillo-arenoso.
B	Fina	Arcillo-limoso; arcillo arenosa.
C	Moderadamente fina.	Franco arcillosa; Franco arcillo limoso;Franco arcillo arenoso.
D	Media	Franco; Franco limoso; Franco arenosa muy fina
E	Moderadamente gruesa	Franco arenosa fina; Franco arenosa.
F	Gruesa	Areno francosa fina; Areno francosa muy fina; Areno francosa;Areno francosa gruesa; Areno muy fina; Arena fina.
G	Muy Gruesa	Arena media; Areno gruesa.

d.- Pendientes.-

d.1.- Pendientes Simples.-

Símbolo	%	Denominación
A	0 - 2	Casi plano
B	2 - 5	Suavemente inclinado
C	5 - 10	Moderadamente inclinado
D	10 - 25	Fuertemente inclinado
E	25 - 50	Escarpado
F	+ 50	Muy escarpado

d.2.- Pendientes Complejas.-

Símbolo	%	Denominación
A-K	1 - 3	Ligeramente ondulado
B-K	2 - 5	Suavemente ondulado
C-K	5 - 10	Moderadamente ondulado
D-K	10 - 25	Fuertemente ondulado
E-K	25 - 50	Muy fuertemente ondulado
F-K	+ 50	Montañoso

e.- Erosión.-

Símbolo	Denominación
1	Nulo a ligera
2	Moderada
3	Severa
4	Muy severa

f.- Drenaje Interno.-

Símbolo	Denominación
W1	Muy pobre
W2	Pobre
W3	Imperfecto
W4	Moderado
W5	Bueno (No se indica)
W6	Excesivo

g.- Salinidad.-

Símbolo	Denominación	CE (dS/m)
SO	No salino (no se indica)	0 - 2
S1	Ligeramente salino	2 - 4
S2	Salino	4 - 8
S3	Muy salino	8 - 12
S4	Extremadamente salino	+ 12

h.- Alcalinidad.

Símbolo	Denominación	PSI %
A0	No alcalino (no se indica)	0 - 10
A1	Ligeramente alcalino	10 - 15
A2	Alcalino	15 - 25
A3	Muy alcalino	25 - 40
A4	Extramadamente alcalino	+ 40

$$SAR = \frac{[Na+]}{\sqrt{\frac{[Ca++] + [Mg++]}{2}}}$$

i.- Inundación.-

Símbolo	Denominación
F1	Inundación temporal
F2	Inundación muy frecuente

2.5.2.- Clasificaciones Interpretativas.-

2.5.2.1.- Capacidad de Uso.-

Es una ordenación o agrupación de los suelo, destinada a señalar las dificultades o riesgos de conservación que pueden presentarse al utilizarlos; este sistema interpreta las características de los suelos en función de su adaptabilidad relativa a ciertos cultivos, su capacidad para producir y sus aptitudes y limitantes naturales frente al manejo y uso a que se les somete. Establece ocho Clases que definen la magnitud de las limitantes del suelo, cuatro subclases que identifican el tipo de las limitantes y nueve unidades que explicitan la especialidad de la limitación.

Respecto de las Clases, las cuatro primeras agrupan a suelos arables, la quinta se utiliza sólo esporádicamente, ya que reúne suelos con ciertas condiciones específicas y transitorias y las 3 restantes agrupan a suelos no arables.

a.- Clases.-

a.1.- Suelos Arables.-

Clase I.- Suelos con pocas o ninguna limitación al uso. Suelos planos o casi planos; profundos, bien drenados, con buena capacidad de retención de agua, buena fertilidad o responden bien a la aplicación de fertilizantes. De acuerdo al manejo, proveen buenos rendimientos. Se adaptan a cultivos intensivos. Requieren prácticas simples de manejo para preservarse en buenas condiciones.

Clase II.- Suelos con algunas limitaciones menores en profundidad o pendiente. Las texturas pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que los de Clase I. Responden bien, aunque con prácticas algo más intensas. Las limitaciones más frecuentes son: pendientes suaves, algo de erosión, moderada profundidad, estructura algo desfavorable, cierta salinidad, limitaciones climáticas ligeras. Aceptan cultivos de todo tipo, aunque los rendimientos pueden ser algo menores que las Clase I, a iguales condiciones de manejo.

Clase III.- Suelos con limitaciones moderadas y la elección de cultivos es algo más restringida. Necesidad de manejo más intenso. Algunas limitaciones frecuentes son: topografía hasta moderadamente inclinada;alta susceptibilidad a la erosión; suelos delgados; sustrato rocosos, lo que limita el arraigamiento; permeabilidad lenta; baja capacidad de retención de agua; drenaje hasta imperfecto; inundaciones frecuentes con algunos daños a cultivos; limitaciones climáticas moderadas.

Clase IV.- Suelos con limitaciones severas, que restringen fuertemente la selección de cultivos y sus rendimientos. Requieren de prácticas de manejo y conservación más complejas y costosas. Los rendimientos pueden ser bajos, a idénticas condiciones de manejo con suelos de clases mejores. Las limitaciones más comunes se refieren a una escasa profundidad del solum, pendientes fuertes, relieve ondulado o disectado, humedad excesiva, drenaje

hasta pobre y susceptibilidad fuerte a la erosión.

Clase V.- Suelos de características especiales que, transitoriamente, han sido ubicados en esta clase, a la espera de estudios económicos o de otro tipo que permitan superar ciertas limitantes, como exceso de agua, de piedras en superficie,salinidad u otras. Clase no usada en este estudio agrológico.

a.2.- Suelos No Arables.-

Clase VI.- Suelos inadecuados para cultivos normales, bajo condiciones habituales de manejo. Uso limitado a pastos y bosques, establecidos o naturales manejados. Limitaciones que no pueden ser corregidas sin transformar el suelo o cambiar sus características identificatorias. Las limitantes más frecuentes son: pendientes excesivas, susceptibilidad severa a la erosión, pedregosidad excesiva, drenaje pobre o muy pobre, alto contenido de sales o sodio.

Clase VII.- Limitaciones muy severas que restringen el uso a pastoreo muy liviano y bosques bajo manejo cuidadoso. Las restricciones más frecuentes son: pendientes excesivas, erosión avanzada (hasta el sustrato), suelos muy delgados, granulometrías extremas, clima desfavorable, etc.

Clase VIII.-Suelos sin valor productivo y que deben dejarse para vida silvestre, recreación o para sostener cubierta

vegetal de protección.

b.- Subclases de Capacidad de Uso.-

Las Subclases permiten identificar el tipo de limitante al uso de los suelos, dentro de cada clase. La Subclase se señala mediante una letra minúscula, como sub-índice de la clase, y son las cuatro siguientes:

"s".- Limitantes propias del suelo; identifica características internas, propias de solum,tales como granulometría, pedregosidad, profundidad efectiva, salinidad, etc.

"w".- Limitantes relacionadas al drenaje; identifica suelos con problemas de drenaje, de inundación o humedad.

"e".- Limitantes por riesgos de erosión o por la presencia de suelos erosionados.

"d".- Limitaciones por factores climáticos (también,puede identificarse por la letra c).

c.- Unidades de Capacidad de Uso.-

Van más al detalle del factor limitante principal, ya que caracterizan la especificidad de la limitante. En Chile, se han utilizado nueve Unidades de Capacidad de Uso, las que se designan por dígitos entre 0 y 9 como un segundo sub-índice de la clase. Las unidades son las siguientes:

"0".- Suelos que presentan alguna estrata arenosa o con gravas, que limita el arraigamiento y la retención de agua.

"1".- Erosión actual o potencial por agua o viento.

"2".- Drenaje o riesgos de inundación.

"3".- Subsuelo o substrato 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 que constituye riesgo permanente.

"7".- Pedregosidad, gravosidad o rocosidad superficial excesiva, que interfiere el laboreo.

"8".- Suelo descansa sobre lecho rocoso, lo limita la zona radicular.

"9".- Baja fertilidad inherente.

2.5.2.2.- Aptitud de Suelos para el Regadío.-

Corresponde a una agrupación de suelos por aptitudes o limitaciones homogéneas, en relación con la capacidad para ser regados. Se han establecido categorías, simbolizadas mediante números árabes, que indican la magnitud creciente de las limitantes para el riego de los suelos, y subcategorías, mediante subíndices literales, que definen el tipo de limitación.

a.- Categorías.-

Categoría 1.- Suelos muy bien adaptados, sin problemas para imponerles cualquier método de riego bien manejado. Tienen escasas limitaciones, son planos o casi planos, profundos, permeables y de buen drenaje; además, buena capacidad de retención de agua.

Categoría 2.- Suelos moderadamente bien adaptados. Tienen algunas limitaciones que restringen la elección de cultivos y/o exigen prácticas moderadas tanto de manejo del agua como de conservación. Alguna limitación mayor en cualquiera característica de los suelos de Categoría 1, los coloca en la categoría 2.

Categoría 3.- Suelos pobremente adaptados. Suelos poco apropiados para el riego. Poseen serias limitaciones, que reducen los cultivos y requieren de prácticas mayores de conservación.

Categoría 4.- Suelos muy pobremente adaptados. Muy poco apropiados para el riego. Limitaciones muy serias restringen al máximo la elección del cultivos. Requieren un manejo muy cuidadoso y prácticas especiales de manejo.

Categoría 5.- Suelos de condición especial, similar a los de Clase V de Capacidad de Uso. (No fue utilizada).

Categoría 6.- Suelos no aptos para ser regados. Limitaciones insuperables para sistemas y métodos habituales de riego. No contempla métodos tecnificados de riego, los cuales debieran ser objeto de alguna clasificación especial, no existente aún en Chile.

b.- Subcategorías.-

Son divisiones de los suelos pertenecientes a una Categoría, que permite especificar el tipo de los factores limitantes. Se indican mediante letras, como subíndice de la Categoría, y son las siguientes:

"s".- Limitantes debidas a características de los suelos.

"t".- Limitantes debidas a factores topográficos.

"w".- Limitantes debidas a exceso de humedad.

2.5.2.3.- Aptitud Frutal de los Suelos.-

El sistema de clasificación de suelos dice relación con su aptitud para la producción de frutales mayores y ha sido extraído de una pauta elaborada por DIPROREN-SAG, que agrupa los suelos en cinco Clases diferentes. Cabe indicar que cualquiera clasificación de aptitud contempla exclusivamente las características propias de los suelos, aunque es obvio que los suelos son sólo uno de los factores que influyen en los cultivos y específicamente en los frutales. En consecuencia, cualquiera determinación que se tome sobre la base de esta clasificación, debe considerar otros elementos tan importantes como el clima, el agua y el manejo de estos recursos.

Las Clases de Aptitud Frutal son las siguientes:

Clase A.- Suelos sin limitaciones para la producción de frutales mayores. Suelos profundos (> 90 cms); texturas superficiales medias y subsuelos entre franco arenosos y franco arcillosos. Buen drenaje; si hay moteados, pueden estar bajo los 90 cms.; permeabilidad moderada a moderadamente rápida (2-12,5 cms/h). Pendientes entre 0 y 1%; salinidad < 3 mS/cm y escasos carbonatos.

Clase B.- Suelos con limitaciones ligeras. Suelos entre 70 y 90 cm; texturas superficiales entre areno francosa fina y arcillas; subsuelo entre franco arenosa y franco arcillosa. Drenaje bueno a moderado, moteados escasos bajo los 70 cms; permeabilidad

moderada a moderadamente rápida (2-12,5 cms/h). Pendiente < 3%; erosión ligera; CE < 4 mS/cm; escasos carbonatos.

Clase C.- Suelos con limitaciones moderadas. Profundidad entre 40 y 70 cms; texturas del perfil, entre arenosa fina y arcillosa. Drenaje excesivo a moderado; puede haber moteados a más de 70 cms; permeabilidad moderadamente lenta a rápida (0,5 a 25 cms/h). Pendiente < 6%; erosión moderada; CE < 6 mS/cm; carbonatos moderados. Hay especies para las cuales, por hábitos de arraigamiento superficial, 75 cm de perfil son más que suficiente para permitir la máxima expresión de su potencial genético; en estos casos, suelos de 75 cms de profundidad efectiva podrán ser incluidos en Clase A.

Clase D.- Suelos con severas limitaciones. Profundidad efectiva < 40 cms; texturas del perfil, cualquiera. Drenaje, imperfecto a excesivo; cualquier tipo, cantidad y distribución de moteados; permeabilidad, desde muy lenta a muy rápida (0,5 a 25 cms/h). Pendiente puede ser > 6% y la erosión puede llegar a severa. CE < 6 mS/cm; contenido de carbonatos elevado.

Clase E.- Suelos que, por sus características más extremas que los de la Clase D, no tienen aptitud para el cultivo de frutales mayores.

2.5.2.4.- Aptitud Agrícola de los Suelos.-

Corresponde a una agrupación de los suelos de este sector del Valle,que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y su respuesta bajo un mismo tipo de manejo.

Los antecedentes corresponden a los deducidos del Estudio Agrológico del área y considera los siguientes factores: textura, profundidad, drenaje, topografía, erosión, características físico-químicas y todos aquellos aspectos que inciden en el desarrollo de los cultivos y frutales,las prácticas de manejo y de conservación. Esta agrupación consideró en forma indirecta las condiciones climáticas del área, según se deduce del Estudio Agroclimático que se preparó para la realización de este informe.

La agrupación de los suelos según su aptitud agrícola aparece en la cartografía con un número árabe entre paréntesis.

Grupo (1) de Aptitud Agrícola.- Son suelos profundos a moderadamente profundos, buen drenaje, planos a casi planos, substratum permeable. Presentan aptitud para todos los cultivos y frutales de la zona.

Grupo (2) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos profundos a moderadamente profundos, drenaje moderadamente bueno a imperfecto, substratum permeable, presentan un nivel freático que restringue el arraigamiento y limita su uso, en especial a los frutales y a empastadas de arraigamiento profundo.

Grupo (3) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos profundos, ligeramente ondulados, texturas moderadamente finas a muy finas, pedregoso, drenaje moderadamente bueno, substratum compactado lo que dificulta la percolación y el desarrollo radicular. Las limitaciones de suelo y topografía deben tomarse en consideración al seleccionar los cultivos, rotaciones y especies frutales.

Grupo (4) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos de topografía moderadamente ondulada y en sectores con pendientes fuertes; drenaje bueno a moderadamente bueno, profundos a moderadamente profundos, de texturas finas a muy finas; con abundante pedregosidad superficial y en el perfil; presentan un sustratum compactado que dificulta el arraigamiento y la percolación del agua. Son aptos para la mayoría de los cultivos y frutales de la zona. Las limitaciones de textura (arcillas) y topografía hacen necesario considerar medidas especiales de conservación de suelos y técnicas de riego de alta eficiencia que permiten el mojado parejo y profundo del perfil e impiden la erosión.

Grupo (5) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos delgados,topografía casi plana, texturas gruesas, drenaje bueno. Presentan limitaciones importantes para los cultivos (hortalizas y chacras) y empastadas. La selección de cultivos, frutales y/o las prácticas especiales de manejo (ej.: defensas fluviales) deben considerar la localización relativa y la susceptibilidad a sufrir inundaciones.

Grupo (6) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos moderadamente profundos, textura arcillosa, topografía ligera a moderadamente ondulada, drenaje moderadamente bueno a imperfecto. El horizonte "B" presenta un alto contenido de sodio, por lo que su uso en las primeras etapas de riego se restringirá a hortalizas, chacras y empastadas de arraigamiento medio. No son aptos para frutales. Las medidas de manejo deben considerar la disminución del contenido salino, el mejoramiento de la estructura y el control de la erosión en aquellos sectores de más pendiente.

Clase (7) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos que presentan topografía fuertemente ondulada, texturas arcillosas e infiltración lenta. No es recomendable el regadío de estos terrenos en las condiciones actuales, salvo en sectores en que las condiciones locales de clima hagan rentable la plantación de huertos frutales y algunas hortalizas, las que obligatoriamente deben regarse con sistemas de alta eficiencia.

Clase (8) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a terrenos que por limitación de drenaje susceptibilidad a las inundaciones, sólo pueden e y utilizarse en praderas naturales y/o forestales.

Clase (9) de Aptitud Agrícola.-Corresponde a terrenos en que las condiciones de topografía son muy limitantes y deben dedicarse a pastoreo controlado, para evitar la degradación de los suelos. No deben regarse.

Clase (10) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a terrenos clasificados en VIII de Capacidad de Uso y que deben excluirse totalmente del uso silvo agropecuario, salvo para proteger el recurso.

2.5.2.5.- Clases de Drenaje de los Suelos.-

Las Clases de Drenaje involucran tanto el drenaje interno como la permeabilidad y el drenaje externo o "run-off", según lo señala el Manual de Reconocimiento de Suelos, de USDA, en su edición de 1951.

Las Clases son seis, se identifican con la letra W seguida de un número árabe en subíndice y son señaladas en la formula de suelos.

Clase 1.- Suelos muy pobremente drenados; el agua es removida tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie la mayor parte del tiempo. Los suelos de esta clase se ubican en lugares deprimidos en posición baja o están frecuentemente inundados; debe proveérseles drenaje artificial a fin de utilizarlos.

Clase 2.- Suelos pobremente drenados; el agua es removida tan lentamente que el suelo permanece húmedo en gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie durante gran parte del año; las condiciones de drenaje pobre son debidas a nivel freático alto, a capas poco permeables, a escurrimiento subsuperficial o a una combinación de estas condiciones. El drenaje artificial es necesario para utilizar estos suelos. El cultivo es impedido la mayor parte de los años.

Clase 3.- Suelos imperfectamente drenados; el agua es removida del suelo lentamente, de manera que permanece húmedo por períodos significativos del año, pero no durante todo el tiempo. Estos suelos pueden tener capas impermeables o pobremente permeables, niveles freáticos altos, escurrimiento subsuperficial o una combinación de estas condiciones. El cultivo está restringido mientras no se drene artificialmente.

Clase 4.- Suelos moderadamente bien drenados; el agua es removida del suelo algo lentamente, de tal forma que el perfil

permanece húmedo por poca pero significativa parte del año. Estos suelos tienen capas poco permeables dentro o inmediatamente bajo el solum, un nivel freático relativamente alto, sumado al agua a través del escurrimiento o combinación de estas condiciones.

Clase 5.- Suelos bien drenados; el agua es removida del suelo fácilmente, pero en forma no demasiado rápida. Los suelos de esta clase tienen texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales puedan también estar bien drenados. Estos suelos retienen cantidades óptimas de humedad para las plantas, luego de riegos o lluvias.

Clase 6.-Suelos excesivamente drenados; el agua es removida del suelo muy rápidamente. Habitualmente, estos suelos son litosoles o litosólicos; pueden ser inclinados, muy porosos o ambos. El agua de lluvias no es suficiente en estos suelos, para los cultivos comunes y debe adicionárseles agua de riego; incluso así, sus rendimientos no son óptimos en la mayoría de los casos.

2.5.2.6.- Grupos de Manejo.-

Corresponde a una agrupación de suelos que con las mismas prácticas de manejo tienen similar potencialidad agrícola.

Para este caso específico y de acuerdo a sus características agrológicas, los suelos se agruparon de la siguiente manera:

Terrazas aluviales recientes (Grupos A, B, C y D)

Terrazas pliocénicas, conos y piedmont (Grupos E y F)

Terrazas marinas (Grupo H)

Suelos en pendiente fuerte a muy fuerte (Grupos G e I)

Grupo "A".- Corresponde a suelos profundos, drenaje bueno a moderado, buena aptitud para frutales y todos los cul-tivos de la zona. Corresponde a terrenos que se han desarrollado en terrazas aluviales recientes y que se han clasificado en IIs y IIIs de Capacidad de Uso.

Grupo "B".- Son suelos planos, moderadamente profundos, drenaje moderadamente bueno a imperfecto, presentan buena aptitud para chacras, hortalizas y pradera artificiales. Pueden habilitarse para frutales, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para mantener el nivel freático de manera que no afecte el sistema radicular. Corresponde a suelos aluviales clasificados en IIIw de Capacidad de Uso.

Grupo "C".- Suelos delgados que descansan sobre ripio, drenaje moderadamente bueno a excesivo. Se adaptan regularmente bien a cereales, pastos y hortalizas. Los frutales pueden tener buenos resultados si se toman en consideración prácticas de riego eficientes, como asimismo programas de defensas fluviales.

Corresponde a suelos aluviales clasificados en IVs y VIs de Capacidad de Uso.

Grupo "D".- Suelos delgados a moderadamente profundos, que normalmente descansan sobre ripio; tienen un nivel freático alto y presentan graves riesgos de inundación. Son aptos para plantaciones forestales. Corresponde a suelos clasificados en VIw de Capacidad de Uso.

Grupo "E".- Suelos de texturas finas a muy finas, profundos a moderadamente profundos, topografía casi plana a ligeramente ondulada, abundante pedregosidad superficial. Presentan una aptitud moderada para frutales, cereales y empastadas, la que puede en algunos frutales verse limitada por el contenido de sales. Los frutales deben seleccionarse en cada caso específico, dependiendo del nivel de arcilla y sales. Corresponde a suelos formados sobre terrazas pliocénicas, piedmont y conos, clasificados en IIIs y IIIe de Capacidad de Uso.

Grupo "F".- Corresponde a suelos de características similares al Grupo "E", pero con mayores limitaciones de profundidad y topografía. Las medidas de manejo deber ser más cuidadosas que para el Grupo "E". Se adaptan con restricciones a cultivos, cereales, empastadas y algunos frutales. Corresponde a los suelos originados sobre terrazas pliocénicas, conos y piedmont, clasificados en IVe y IVs.

Grupo "G".- (Terrazas marinas) Corresponde a suelos desarrollados sobre terraza marina que presentan topografía casi plana a moderadamente ondulada. El horizonte B presenta textura muy arcillosa y un alto contenido de sodio que dificultan o impiden el desarrollo de la mayoría de cultivos y frutales. En caso de regarse deben establecerse medidas de manejo con el objeto de disminuir el nivel de sodio y mejorar la estructura. Serían aptos con moderadas limitaciones para cereales y alfalfa y no apto para frutales.

Grupo "H".- Corresponde a todos los suelos de topografía fuertemente ondulada clasificados en VIe o VIes de Capacidad de Uso. Por la topografía en que ocurren no son aptos para cultivos extensivos, ni chacras. Pueden adaptarse a algunos frutales y hortalizas, utilizando riegos de alta eficiencia (goteo, microyet, etc.). Los sectores erosionados deben protegerse para evitar aumentar su destrucción con el regadío.

Grupo "I".- Corresponde a todos los suelos clasificados en VIIe de Capacidad de Uso. Presentan severas limitaciones de uso. Dadas las características de los suelos y la erosión, deben excluirse de todo uso agrícola y ganadero. Es posible establecer en ellos árboles forestales y en sectores muy específicos, con riego mecanizado, árboles frutales.

Grupo "J".- Corresponde a suelos Misceláneos clasificados en VIII de Capacidad de Uso, es decir terrenos que no tienen aptitud para ningún uso silvo agropecuario. Deben protegerse para evitar la erosión.

3.- RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO AGROLOGICO.-

Los suelos de la cuenca del río Choapa están enmarcados por la extrema aridez del clima, que condiciona los fenómenos genéticos que los afectan y determinan sus características, en interacción con la naturaleza y la antigüedad de los materiales parentales. De esta forma se pudo establecer una estrecha relación entre las Unidades Geomorfológicas y Los Suelos.

Por consiguiente el estudio agrológico se basó en las siguientes unidades geomorfológicas: (Capítulo V)

- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.
- Suelos de las Terrazas Pliocénicas.
- Suelos de Piedmont y Conos antiguos.
- Suelos Aluviales.

El Informe Agrológico presenta los resultados, a nivel de cada una de las unidades geomorfológicas definidas.

3.1.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.-

Las terrazas corresponden litológicamente a rocas

sedimentarias marinas constituidas por areniscas, pizarras y calizas. El material en las superficies es sensiblemente homogéneo con un substrato rocoso sobre el cual se desarrolla un suelo normalmente de textura arcillo arenosa con abundantes piedras en el perfil.

Principalmente al norte de la desembocadura del río Choapa, en el sector costero se desarrollan depósitos eólicos conformado por dunas.

En esta unidad se describió la Serie Huentelauquén.

3.1.1.- Serie Huentelauquén.-

a.- Fórmula Modal.-

HUE - C3
-------- W3g1S2A2
BK - 1

b.- Lugar de Descripción.-

Fundo Huentelauquén. Aproximadamente 2 kms. al Sur del río Choapa y 1.200 mts. al Poniente de la Carretera Panamericana.

c.- Clasificación.-

Very fine, koalinitic thermic Typic natrargid.

d.- Paisaje de Descripción.-

Corresponde a la terraza de erosión marina, terreno plano inclinado con pendientes complejas del 2-5%, disectado por numerosas quebradas. El suelo está sin cultivar y con cubierta vegetacional propia de la zona. Presenta grava superficial distribuida irregularmente en sectores.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms.).-

0 - 7 Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina y media débil; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friable (h), suelto (s); raíces finas y medias abundantes; grava fina y media angular común; límite claro lineal.

7 - 25 Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4.5) en húmedo; franco arcilloso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, fríable (h), firme (s); raíces finas y medias comunes; grava fina común; límite abrupto.

25 - 52 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva que rompe a

bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, firme (h), muy duro (s); raíces finas escasas; grava fina común; límite claro ondulado.

52 - 81 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, muy firme (h), extremadamente duro (s); raíces no se observan; grava fina común; fuerte efervescencia al HCL; límite gradual.

81 -123 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo; extremadamente firme (h) extremadamente duro (s); raíces no se observan; grava fina y media común; moderada efervescencia al HCL; límite gradual.

123 y + Estrata de gravas y piedras de distintos tamaños con matriz arcillosa de color vario.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo que ocupa terrazas marinas cuya litología corresponde a rocas sedimentarias marinas constituidas principalmente por areniscas, pizarras y calizas. El suelo es bastante homogéneo de texturas arcillo arenosas y arcillas densas sobre un substratum

rocoso. El perfil presenta frecuentemente clastos producto de la roca basal y poraporte que hacen los conos aluviales y coluviales de los cerros situados al Oriente. Principalmente al Norte de la desembocadura del río Choapa se encuentran dunas activas que ocupan áreas importantes.

g.- Rango de Variación.-

La profundidad del perfil fluctúa entre los 50 cms. y 130 cms., estando generalmente en contacto con un substratum de piedras y gravas con matriz arcillosa. Este substratum varía en sus grados de cementación, pudiendo en sectores llegar al grado de impedir el paso del agua. El drenaje varía dependiendo de la profundidad del suelo entre imperfecto a pobre, lo que no fue cartografiable por la irregularidad en la distribución.

El color de la primera estrata puede variar a 7.5 YR 3/2 y 5 YR 3/4 y su estructura ser de bloques subangulares finos débiles.

La textura de la segunda estrata varía a franco arcillo arenosa y en algunas observaciones a arcillosa; el color puede ser 5 YR 3/3 y 5 YR 4/4. La presencia de grava es variable llegando a abundante en algunos casos.

La estructura de la estrata de 25 a 52 cms. se presenta ocasionalmente con tendencia a columnar y las variaciones de color

puede ser al 5 YR 4/4 y ocasionalmente el matiz 2,5 YR.

La estrata de 52-81 cms. presenta colores 5 YR 3/3 y 2,5 YR 3/6, la cantidad de gravas y tamaño puede variar a muy abundante.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVs rango global de variaciones es de IV y VI.

i.- Series Asociadas.-

No hay.

j.- Productividad y Manejo de los Suelos de la Serie.-

Las principales limitaciones de este suelo están relacionadas con el elevado contenido de arcilla del horizonte argílico (60%), un contenido superior al 15% de Sodio intercambiable y una salinidad moderada que se eleva en el horizonte argílico. Todas estas características afectan la penetración radical y la infiltración del agua que de acuerdo a las curvas de infiltración se estabilizan a los 30 minutos en una tasa inferior a 1 mm/hora. Actualmente no se evidencian problemas de drenaje, sin embargo dadas las características descritas, la puesta en riego de este suelo podría provocar serios problemas por la escasa infiltración.

En las condiciones actuales el suelo es usado sólo en ganadería extensiva debido a su baja productividad condicionada por las características propias del suelo y la escasa pluviometría. Su incorporación a una agricultura productiva requerirá de su habilitación mediante la eliminación del sodio lo que conlleva a un mejoramiento de las características físico-químicas.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
HUE - C2 ----------W3S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	2.469,20
HUE - C3 ----------W3g1S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	752,80
HUE - C3 ----------W3S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	728,40
HUE - C3 ----------W3g2S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	1.930,40
HUE - C3 ----------W4S2A2 CK - 1	VIes6	6t	D	(7)	W4	H	69,20
HUE - C3 ----------W4g2S2A2 CK - 1	VIes6	6t	D	(7)	W4	H	677,20
HUE - C3 ----------W4P2S2A2 CK - 1	VIes7	6t	D	(7)	W4	H	372,80
T O T A L							7.000,20

3.2.- Suelo de las Terrazas Pliocénicas.-

Corresponde a antiguas terrazas del río Choapa ubicadas decenas de metros sobre el curso actual del río. La topografía es plana a ligeramente ondulada que se hace fuerte a fuertemente ondulada hacia los bordes de los valles. El material sobre el cual se han desarrollado los suelos corresponden a gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de origen granítico. El material se presenta con un alto grado de meteorización y ha dado origen a suelos rojos y arcillosos.

Dentro de esta unidad se describieron las Series Tunga y Mincha.

3.2.1.- Serie Tunga.-

a.- Fórmula Modal.-

TUN - C2
-------- W3S1A1
BK

b.- Clasificación.-

Fine loamy, kaolinitic thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

Por camino de Tunga a Atelcura, 5 kms. al Norte del cruce de Mincha a Illapel y 1,5 kms. al Poniente del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Antiguas terrazas altas del río Choapa. Terreno de pendientes complejas del 2-5% y mayores hacia los bordes del Valle. Suelo bajo cultivo de trigo de secano que junto con pastos naturales y plantaciones de Atriplex dominan en el sector. Terreno con pedregosidad superficial variable por sectores, las que son sacadas para cultivar el suelo.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms).-

0 - 16 Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, blando (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; abundante grava fina; límite claro lineal.

16 - 30 Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; arcilla densa; estructura de bloques subangulares medios fuertes; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); raíces finas comunes; límite claro ondulado.

30 - 57 Pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura prismática media débil; muy plástico, muy adhesivo, extrema-

damente duro (s), muy firme (h); raíces finas aisladas; límite claro ondulado.

57 -100 Rojo oscuro (2.5 YR 3/6 h); arcilla densa; estructura no aparente con tendencia a prismática; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h), raíces no se observan; grava descompuesta; reacción moderada al HCL.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado sobre las antiguas terrazas aluviales dejadas por el río Choapa a alturas de 180-230 m.s.n.m.. El material de origen corresponde a bloques de composición volcánica andesítica y granítico, el que se encuentra fuertemente meteorizado generando suelos rojos arcillosos. Las terrazas se encuentran disectadas por grandes quebradas que es posible observar a ambos márgenes del río.

g.- Rango de Variaciones.-

El suelo presenta cantidades variables de grava en la superficie, difíciles de cartografiar por lo irregular de su distribución. En todo caso la mayor o menor presencia de la grava no impide el uso del suelo ya que se pueden sacar.

En general el suelo no presenta grandes variaciones siendo la principal en sus colores. La primera estrata puede presentar

color 7.5 YR 4/4. La segunda estrata puede presentar variación de color al 7.5 YR 4/4 y 5 YR 4/3 y en algunos casos su textura ser franco arcillo arenosa. El color de la estrata de 32 a 57 cms. puede ser 5 YR 3/4.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Mincha.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

La principal limitante de estos suelos lo constituyen el elevado contenido de arcilla en el horizonte argílico y una ligera salinidad en el subsuelo producto de la extrema aridez del clima. Eventualmente puede presentar contenidos altos de sodio en el horizonte argílico; sin embargo el comportamiento de las curvas de infiltración con tasas entre 4,6 y 7,7 mm/hora no evidencian graves problemas estructurales. La puesta en riego de este suelo ofrece menos dificultades que las presentadas por la Serie Huentelauquén, ya que la tasa de infiltración permite una mejor eliminación de las sales incluyendo el sodio. Debido a la aridez del clima,actualmente el suelo no presenta problemas de drenaje, sin embargo si son puestos en riego, un mal manejo del agua puede traducirse en algunas limitaciones en este aspecto. El uso actual del suelo está

limitado a la ganadería extensiva, plantaciones de Atriplex y siembra de trigo de secano. Se estima que una vez regados y con un manejo adecuado, los suelos pueden alcanzar una buena productividad.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MENEJO	SUP.
TUN - C2 --------W3S1A1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	134,20
TUN - C2 --------W3g2S1A1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	445,40
TUN - C2 --------W4g1S1A1 CK - 1	IVe1	3t	C	(4)	W4	F	947,00
TUN - C3 --------W4g1S1A1 CK - 1	IVe1	3t	C	(4)	W4	F	74,60
TUN - C2 --------W4g2S1A1 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W4	H	689,80
T O T A L .							2.291,00

3.2.2.- Serie Mincha.-

a.- Fórmula Modal.-

MIN - C2
-------- W3
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, esta serie se clasifica como Very Fine, kaolinitic, Typic Paleargid

c.- Lugar de Descripción.-

Sector alto de Mincha Norte a aproximadamente 3 kms. del pueblo, por camino a Atelcura.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terreno casi plano con pendientes complejas del 2-5% disectado por quebradas. Presenta gravas en superficie distribuidas irregularmente por sectores, las que son sacadas y acumuladas para no interferir el uso de la maquinaria. En el sector hay plantaciones de Atriplex.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms).-

0 - 8 Pardo oscuro (7.5 YR 3.5/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular y de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo; ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; grava fina y media común; límite claro lineal.

8 - 28 Pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; franco

arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas comunes; grava media común; límite abrupto ondulado.

28 - 50 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3 - 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); raíces finas aisladas; límite gradual ondulado.

50 - 70 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva que rompe a bloques subangulares medios; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), firme (h); no se observan raíces; grava fina escasa; leve reacción al HCl; límite abrupto ondulado.

70 y + Color vario con matriz 10 YR 5/6 en húmedo; substratum de material granítico intemperizado; abundante grava granítica; fuerte reacción al HCl.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado sobre las antiguas terrazas labradas

por el río Choapa a alturas de 180-230 m.s.n.m. Suelo originado a partir principalmente de materiales graníticos y andesíticos del Plioceno, que se encuentran fuertemente interperizados.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del suelo varía entre 60 y 120 cms. descansando sobre grava con matriz arcillosa con diversos grados de cementación. En general el suelo no presenta variaciones importantes de texturas y los colores se mantienen en el matiz del 7.5 YR en superficie y 5 YR en profundidad. La grava superficial se encuentra distribuida irregularmente en el área.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de la descripción IIIs. El rango global de variación es de IV a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Tunga.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Al igual que los suelos de la Serie Tunga, sus principales limitaciones están asociadas a un elevado contenido de arcilla en el horizonte argílico, una ligera salinidad en el subsuelo y eventualmente en la presencia de sodio. La curva infiltración muestra una permeabilidad lenta propia de suelos arcillosos sin impedimentos estructurales graves, lo que se traduce en un drenaje

actual moderado. Al igual que los otros suelos asociados a esta serie requieren de un cuidadoso manejo del agua cuando se pongan en riego. Actualmente los suelos están dedicados a una ganadería extensiva y pequeños sectores al cultivo de cereales.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIN - C2 -------- W3 AK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	540,40
MIN - C2 -------- W3g1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	150,00
MIN - C2 -------- W3g2 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	336,40
MIN - C3 -------- W3g1 CK - 1	IVes5	3t	C	(4)	W3	F	426,80
MIN - C3 -------- W3g2 CK - 1	IVes5	3t	C	(4)	W3	F	92,60
MIN - C3 -------- W4g2 DK - 2	VIe5	6t	D	(7)	W4	H	396,20
T O T A L							1.942,40

3.3.- Suelos de Piedmont y Conos.-

Los conos de deyección están constituídos fundamentalmente por material producto de la meteorización y erosión de los frentes rocosos de los valles y valles intermontanos del área de estudio.

El material ha sufrido escaso transporte lo que se evidencia por la presencia de clastos angulares y subangulares con una matriz que varía entre arena gruesa y sedimentos más finos. La imbricación de los diferentes conos de deyección, forma en algunos sectores amplios piedmont de pendientes variables.

En esta unidad se describieron las Series Millahue, Agua Fría y Canela. En el sector del estero Espíritu Santo y estero Colihue se cartografiaron Unidades No Diferenciadas ya que existían grandes variaciones en las observaciones.

3.3.1.- Serie Millahue.-

a.- Fórmula Modal.-

MIL - E3
--------- W4g2
CK - 1

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como: Loamy, mixed thermic, Typic Paleargid

c.- Lugar de Descripción.-

Por el estero Millahue aproximadamente 5,5 kms. pasados el deslinde del fundo Huentelauquén y 200 mts. del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Sector de piedmont y conos con pendientes complejas del 3-8%, terreno cubierto con abundante vegetación arbustiva de la zona, terrenos sin cultivos dedicados a ganadería extensiva.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 12 Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; arenoso; estructura granular fina débil; no plástico no adhesivo, friable (h), blando (s); raíces finas abundantes; grava fina abundante; límite claro ondulado.

12 - 25 Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, friable (h), blando (s); raíces finas abundantes; grava fina abundante; límite claro ondulado.

25 - 58 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, firme (h), duro (s); raíces finas escasas; grava fina y media común; leve reacción al HCl; límite claro ondulado.

58 y + Tertel constituido por arcillas y gravas con manchas de manganeso de color azúl oscuro; extremadamente duro; fuerte reacción al HCl.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo ubicado a ambos márgenes del estero Millahue que ocupa posición de conos y piedmonts. El suelo se ha originado a partir de la meteorización y erosión de la roca granítica de los cerros.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del perfíl puede variar entre 50 y 120cms. generalmente está en contacto con un sustratum de piedras y gravas con matríz arcillosa extremadamente duro. El tipo de la serie puede variar a franco arenoso y franco arcillo arenoso; los colores en profundidad se mantienen en algunos casos en el matíz 7.5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVe. El rango global de variación es de III y VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Agua Fría y Canela.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Este suelo no presenta problemas de salinidad, pero sí un

horizonte argílico con un contenido de arcilla que alcanza hasta un 50%, lo que reduce la permeabilidad. Dada la topografía en que ocurre y a la susceptibilidad a la erosión debería usarse riego tecnificado. Actualmente el suelo está dedicado a la ganadería extensiva y se han hecho plantaciones de Atriplex.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIL - E3 -------- W4g1 BK	IIIs3	3s	C	(3)	W4	E	23,80
MIL - E3 ---------W4g2 CK - 1	IVe4	3t	C	(4)	W4	F	529,90
MIL - E3 ---------W4g2 DK - 1	VIei	6t	D	(7)	W4	H	410,30
T O T A L							964,00

3.3.2.- Serie Agua Fria.-

a.- Fórmula Modal.-

AGF - D3
-------- W4g2
CK - 1

b.- Clasificación.-

Fine, koalinitic, thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

En la quebrada Atelcura márgen sur de ésta, aproxima-

damente a unos 6 kms. del camino que va a Matancilla.

d.- Paisaje de Descripción.-

Sector de terrenos ligeramente ondulados con pendientes complejas del orden del 3-8%, con abundante grava superficial. En las áreas de mayor pendiente se evidencia la erosión de zanjas. Cubierta arbustiva muy escasa y pradera natural muy deteriorada. Terrenos dedicados principalmente a la ganadería caprina en forma extensiva.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 11 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina débil y bloques subangulares finos débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, suelto (s), friable (h); raíces finas abundantes; grava fina y media abundante; límite gradual.

11 - 17 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), firme (h); raíces finas comunes;

grava fina y media abundante; límite claro ondulado.

17 - 41 Pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h); raíces finas aisladas; grava fina y media común; límite abrupto ondulado.

41 - 51 Color vario; grava fina angular y subangular con matriz arcillosa; estructura masiva; plástico, adhesivo, duro (s), firme (h); no se observan raíces; límite abrupto ondulado.

51 y + Substratum de piedras y rocas con matriz arcillosa.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo que ocupa posición de piedmont y conos entre los márgenes de las quebradas Atelcura y Agua Fría. Los suelos se han originado a partir de los materiales intemperizados de la roca basal y del arrastre de materiales por la erosión, correspondiendo principalmente a granito.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del perfíl varía entre 50 y 105 cms. de-

scansando sobre el substratum intemperizado. En algunos casos la textura es fina desde los 11 cms. Las variaciones de color son dentro del matiz 5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVes. El rango global de variaciones es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Millahue, Serie Canela.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

La principal limitante de este suelo lo constituye el alto contenido de arcilla en el horizonte argílico y una ligera salinidad en el subsuelo. La topografía es una limitante para la puesta en riego por la alta susceptibilidad del suelo a la erosión, lo que hace pensar en el uso de riego tecnificado dependiendo de la pendiente. En general presenta un drenaje moderado con una curva de infiltración de una tasa de 3.5 mm/hora característica de los suelos arcillosos. Actualmente su uso se restringe principalmente a la ganadería extensiva y en sectores pequeños al cultivo de cereales ocasionales.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
AGF - D3 -------- W4g1 BK	IIIs3	3s	C	(3)	W4	E	61,40
AGF - D3 -------- W4g2 CK - 1	IVes1	3t	C	(4)	W4	F	604,60
AGF - D3 -------- W4g2 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W4	H	321,00
T O T A L							987,00

3.3.3.- Serie Canela.-

a.- Fórmula Modal.-

CAN - C3
-------- W4g1S1A2
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como Very fine, kaolinitic thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

Aproximadamente a 5 kms. al oriente del pueblo Canela Baja por camino a Llano Largo y 150 mts. al Sur del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Corresponde a un sector de conos y piedmont con abundante pedregosidad superficial y escasa cubierta vegetal. En sectores

aledaños y de mayor pendiente se observa una severa erosión estando en parte expuesta la roca basal. En los sectores planos y con riego con aguas del estero Canela se hacen cultivos de chacras y hortalizas con bajos rendimientos.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 6 Pardo (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina moderada; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias abundantes; grava fina y media abundante; límite gradual.

6 - 14 Pardo (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; límite abrupto lineal.

14 - 32 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; arcilloso; estructura prismática media moderada; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), friable (h); raíces finas entre los agregados; límite gradual.

32 - 51 Pardo rojizo oscuro (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura prismática media débil y bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h); raíces escasas; límite gradual.

51 - 72 Pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura de bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); no se observan raíces; fuerte reacción al HCl; límite gradual.

72 - 100 Color vario con matriz rojo amarillento (5 YR 5/6) en húmedo; arcilloso; estructura masiva; plástico, adhesivo, duro (s), firme (h); raíces no se observan; grava fina abundante; fuerte reacción al Hcl, límite gradual.

100 y + Estrata de piedras y gravas con matriz arcillosa; fuerte reacción al HCl.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado en posición de piedmont y conos en el sector del estero Canela, a partir de la roca basal y con el aporte de sedimentos provenientes de la interperización y erosión de los cerros.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundiad efectiva del perfíl varía de 65 a 188 cms. La cantidad de grava presente en el perfíl es muy variable. En algunos casos el color en la parte profunda del perfíl está en el matiz 2.5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

El punto de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Series Agua Fría, Serie Millahue.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Este suelo está asociado a la serie Agua Fría y Millahue, presentando iguales limitaciones texturales. Sin embargo en este caso el contenido de sodio en el horizonte argílico es más elevado al igual que la conductividad eléctrica que alcanza un nivel considerado salino de alrededor de S7 d s/m.

La tasa de infiltración del suelo llega a 2 mm/hora, siendo esta la más lenta entre los suelos con horizontes argílicos con excepción de la serie Huentelauquén.

Es un suelo susceptible a la erosión lo que unido a las c ıcterísticas físicas que tiene, obliga a pensar que de habili-

tarse para el regadío, se deberá usar riego tecnificado evitando problemas de drenaje y pérdida de suelo por erosión.

Actualmente el suelo es usado en ganadería extensiva y en pequeños sectores con cultivos de trigo donde se puede evidenciar una severa erosión.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
CAN - C3 -------- AK	W4g1S1A1 IIIs4	3s	C	(3)	W4	E	64,00
CAN - C3 -------- BK - 1	W4g2S1A1 IVes4	3t	C	(4)	W4	F	251,40
CAN - C3 -------- DK - 2	W4g2S1A1 VIe1	6t	D	(7)	W4	H	113,20
T O T A L							428,60

3.4.- Suelos de Terrazas Aluviales.-

Dada la orografía muy rigurosa existente en el área de estudio, las terrazas aluviales son de poca importancia a excepción de las existentes en la desembocadura del río Choapa. Los ciclos de alta pluviosidad producen torrentes que erosionan las terrazas y los dejan cubiertos de piedras. Se describieron las Series Choapa y Serie LLano Largo.

3.4.1.- Serie Choapa.-

a.- Fórmula Modal.-

CHO - E1

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la serie corresponde a Loamy, mixed, thermic Typic Torriorthent.

c.- Lugar de Descripción.-

En el fundo Huentelauquen, terrazas cultivadas al Poniente de la Carretera Panamericana.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terraza aluvial plana con pendientes de 1-3%. Suelo con rastrojo de maíz. El cultivo de chacras, hortalizas y alfalfa dominan el sector.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 14 Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura granular y de bloques subangulares finos débiles y moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, suelto (s), muy friable (h); raíces finas, medias y gruesas muy abundantes; límite gradual.

14 - 33 Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares finos y medios moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, muy friable (h), blando (s); raices finas y medias abundantes; límite abrupto .

33 - 42 Estrata de areno fina de color vario, suelta, abundantes raíces. Límite abrupto.

42 - 75 Pardo grisaceo muy oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2.5) en húmedo; franco limo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles a moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friable (h), blando (s) raíces finas comunes; límite gradual.

75 - 105 Pardo a pardo oscuro (10 YR 4.5/3) en húmedo; arenoso; estructura no aparente; no plástico, no adhesivo; muy friable (h), suelto (s); raíces finas comunes; límite gradual.

105- 150 Pardo grisaceo oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2.5) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, friable (h),

suelto (s); raíces finas aisladas; moteados comunes medios claros; límite abrupto.

150 y + Estrata de gravas y piedras de distintos diametros subangulares con matriz arenosa. Nivel freático.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo de orígen aluvial poco evolucionado. Ocupa las terrazas ubicadas a ambos márgenes del río, principalmente en su curso inferior, no siendo muy significativas en el curso medio.

g.- Rango de Variación.-

La profundidad del suelo varía entre 40 y 150 cms., estando el perfíl en contacto con un substratum de ripio. El nivel freático es variable encontrándose también entre 40 a 150 cms., lo que hace que la variación del drenaje de la serie sea de pobremente drenado a bien drenado.

El tipo de la serie puede variar desde arenoso a franco arcillo arenoso y el color ser 10 YR 4/4 y 4/3. Los colores en profundidad se mantienen en el matiz 10 YR; en algunas observaciones se detectó la presencia de gravas en el perfíl.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de la observación IIs. El rango global de

fluctuación entre II y VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Llano largo.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Suelos regados que no presentan limitaciones para los cultivos hortícolas y especies frutales de la zona. Las texturas dominantes en el perfíl son medias a moderadamente gruesas, bien estructurados, sin problemas de salinidad. Dentro de la Serie se separaron fases con problemas de drenaje, que restringen su uso, asociadas a posiciones bajas y aledañas a los cerros.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
CHO - E1	IIs2	2s	B	(1)	W5	A	164,40
CHO - E2W3	IIIw2	2w	C	(2)	W3	B	359,20
CHO - E2W4	IIIs2	2s	B	(1)	W4	A	190,00
CHO - E3W3	IVs0	3s	C	(4)	W3	C	215,00
CHO - E5W2F1	VIw2	4w	E	(8)	W2	D	65,20
T O T A L							993,80

3.4.2.- Serie Llano Largo.-

a.- Fórmula Modal.-

LAG - E2
--------- g1
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como: Coarse, loamy, mixed thermic Typic Torriorthent.

c.- Lugar de Descripción.-

Terraza aluvial junto al estero Canela, aproximadamente unos 2 kms. al poniente del pueblo Canela Alta.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terrenos regados casi planos, con microrrelieve dedicados al cultivo de hortalizas y huertos frutales caseros. Presentan pedregosidad superficial la que no interfiere el uso de la maquinaria.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 25 Pardo a Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; areno franco; estructura granular y de bloques subangulares finos débiles; no plástico, no adhesivo, suelto (s), suelto (h); raíces finas

y medias abundantes; grava fina común; límite gradual.

25 - 55 Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; areno franco; estructura de bloques subangulares finos y medios débiles; no plástico, no adhesivo, suelto (s), suelto (h); raíces finas y medias comunes; límite gradual.

55 - 70 Color varío; arena; estructura no aparente; no plástico, no adhesivo; suelto (s y h); raíces finas y medias escasas.

70 - 90 Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; plástico, adhesivo; blando (s), friable (h); raíces finas y medias aisladas; límite abrupto.

90 y + Ripio sucio.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado a partir de sedimentos aluviales recientes depositados por el estero Canela. Tiene un escaso desarrollo, con texturas moderadamente gruesas y no presentan limitaciones para los cultivos de la zona.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del perfíl varía entre 50 y 110 cms. descansando sobre ripio sucio. El tipo de la serie puede variar a franco arenosa y el color ser 10 YR 4/4. Las texturas en profundidad pueden ser también franco arenosas y los colores se mantienen en el matriz 10 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el lugar de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Choapa.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Son suelos desarrollados sobre terrazas aluviales que no presentan limitaciones para los cultivos y plantaciones de la zona. Los pequeños sectores regados actualmente se cultivan con chacras y hortalizas con bajos rendimientos por la falta de prácticas adecuadas.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	S P.
LAG - E2 -------- g1 AK	IIIs4	2s	B	(1)	W5	A	84,00
LAG - E3 -------- g1 AK	IVs4	3s	C	(5)	W5	C	119,40
LAG - E4 -------- g2 AK	VIs4	4s	E	(5)	W5	C	63,20
T O T A L							266,60

3.5.- Unidades No Diferenciadas.-

3.5.1.- Terrazas Aluviales Recientes.-

Corresponde a sistemas de terrazas aluviales recientes en las que se han desarrollado suelos de poca extensión y muy variables en su estratigrafía.

Por la posición relativa que ocupan, son susceptibles de sufrir inundaciones, la que puede provocar fenómenos de depositación y/o erosión.

Los perfíles más representativos son de texturas arenosas, con grava en el perfíl, descansando normalmente sobre ripio. Solamente las unidades clasificadas en III y IV se utilizan en chacarería y horticultura en forma muy reducida, a veces en plantaciones frutales de tipo casero.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
TAN - E2 -------- AK	IIIs4	2s	B	(1)	W5	A	28,20
TAN - E3 -------- AK	IVs4	4s	C	(5)	W5	C	92,80
TAN - E4 -------- AK	VIs7	4s	D	(5)	W5	C	120,60
T O T A L							241,60

3.5.2.- Conos y Piedmont.-

Corresponde a piedmont y conos ubicados en el estero Espíritu Santo y Colihue.

3.5.2.1.- Conos y Piedmont del Estero Espíritu Santo.-

Este grupo de suelos, ubicado en el sistema del Estero Espíritu Santo se ha definido como Unidad No Diferenciada, por cuanto las variaciones son muy significativas aún en unidades geomorfológicas similares. Presentan severas limitaciones para su uso, quedando normalmente al márgen de proyectos agrícolas más intensivo.

En general corresponde a terrenos suavemente ondulados a fuertemente ondulados, presentan abundante gravilla de cuarzo en el perfíl y superficie, fuerte erosión de manto y, en los sectores de mayor pendiente erosión de zanja.

Aproximadamente un 50% de los suelos son franco arcillo arenoso en superficie a arcilla densa o arcillo arenoso en profundidad, descansan normalmente sobre roca granítica.

En un importante número de perfíles, el suelo en su totalidad está constituido por arena de orígen granítico proveniente de la erosión de la roca original.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
P.ESP - C3 ---------- g1 BK	IIIs4	3s	C	(3)	W5	E	9,20
P.ESP - C3 ---------- g2 CK - 2	IVe1	3t	C	(3)	W5	F	242,40
P.ESP - C3 ---------- g2 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W5	H	51,00
T O T A L							302,60

3.5.2.2.- Conos y Piedmont del Estero Colihue.-

Este grupo de suelo se ha formado sobre materiales de orígen granítico. Los suelos presentan un desarrollo del perfíl similar a los conos y piedmont del estero Espíritu Santo, diferenciado de ese por presentar los colores más pardos en todo el perfíl y menor presencia de grava de cuarzo.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
P.COL - D3 ---------- P2 DK - 2	VI2	6t	D	(7)	W5	H	88,00

3.5.3.- Grupos Misceláneos de Suelos.-

Corresponde a terrenos que no presentan utilización silvo agropecuaria ya sea por imposibilidad física o por el alto costo que requeriría su habilitación. En este estudio se han definido los siguientes Grupos Misceláneos:

3.5.3.1.- Misceláneo Aluvial.- (MIS AL).-

Corresponde a terrazas aluviales que ocupan una posición baja, y que presentan nivel freático cercano a la superficie. En estos terrenos sólo es posible mantener pastos naturales resistentes a la humedad.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS AL	VIIw	6w	E	(9)	W1	I	122,00

3.5.3.2.- Misceláneo Caja de Río.- (MIS CR).-

Corresponde al lecho del río o estero. Incluye el cauce de inundación del río, normalmente cubierto con grava aluvial y en

algunos casos el cauce actual del río o estero. No presenta ningún uso silvo agropecuario.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS CR	VIII	6s	E	(10)	W6	j	2.062,80

3.5.3.3.- Misceláneo Cerro.- (MIS CE).-

Corresponde a cerros ubicados sobre el área de estudio. Presentan topografía fuertemente ondulada a escarpada (+25% de pendiente). De acuerdo a la pendiente en que ocurren se han clasificado en VIIe y VIII, de Capacidad de Uso. Las primeras, permitirán mantener su uso silvo pastoral, con severas medidas de manejo. Las clasificadas en VIII no tienen aptitud silvo agropecuaria. Se han clasificado como sigue:

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS CE	VIIe	6t	E	(9)	W6	I	14.530,6
MIS CE	VIII	6t	E	(10)	W6	J	3.826,0
T O T A L							18.593.9

3.5.3.4.- Misceláneo Quebradas.-

Corresponde a causes profundos producidos por erosión y que disectan las distintas Unidades Geomorfológicas. Presentan

pendientes muy fuertes a escarpadas, y dependiendo de ello se han clasificado en VIIe y VIII de Capacidad

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS QUE	VIIe	6t	E	(9)	W6	I	1.479,00
MIS QUE	VIII	6t	E	(10)	W6	J	149,60
T O T A L							1.628,60

3.5.3.5.- Misceláneo Dunas.-

Corresponde a las dunas de arena ubicadas en el sector costero, en especial en la desembocadura Norte del río Choapa.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS DU	VIII	6t	E	(10)	W6	J	698,00

3.5.3.5.- Misceláneo Rocosos.- (MIS - R)

Corresponde a los terrenos rocosos a orillas del mar, pequeñas playas de arena, acantilados etc.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS- R	VIII	6s	E	(10)	W6	J	180,40

3.5.3.6.- Otros Misceláneo .-

Playa	20,00 hás
Tranques y Lagunas	10,20 hás
	30,20 hás

4.- GENESIS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Los suelos de la cuenca del río Choapa, están marcados por la extrema aridez del clima, que condiciona los fenómenos genéticos que afectan a los suelos y determina sus características, en interacción con la naturaleza y la antigüedad de los materiales parentales.

De esta forma podemos establecer una estrecha relación entre las unidades geomorfológicas y los suelos.

En las terrazas pliocénicas del relieve intermedio y en los piedmont y conos de deyección antiguos, se encuentran suelos que son rojos y arcillosos, genéticamente evolucionados y caracterizados por la presencia de horizontes argílicos, bien desarrollados, producto de condiciones pluviométricas anteriores mayores alas actuales y con materiales parentales fuertemente meteorizados hacia la base de los perfiles.

En esta posición se ubican los suelos pertenecientes a las series Tunga y Mincha entre las terrazas pliocénicas y Agua Fría, Millahue y Canela entre los suelos en posición de piedmont y

conos de deyección antiguos.

El suelo característico de las terrazas marinas pertenece a la serie Huentelauquén, que se caracteriza por la presencia de un horizonte nátrico y donde al fenómeno de eluviación de arcillas se agrega la acumulación de sodio en el horizonte B, lo que confiere a este horizonte características físicas extremadamente negativas por una disminución de la permeabilidad del horizonte.

Finalmente, en las terrazas aluviales recientes se encuentran suelos poco evolucionados, sin horizontes de diagnóstico a excepción del epipedón, estratificados y sin acumulación de sales debido al efecto del riego.

4.1 Suelos de las Terrazas Marinas Costeras

En esta unidad geomorfológica fué descrita la serie Huentelauquén, que ocupa la mayor parte de la superficie.

Este suelo es contemporáneo con los anteriores, por lo cual, los fenómenos genéticos que han sufrido son semejantes: a un clima con una pluviometría elevada, responsable del proceso de eluviación de arcillas, sucede un clima arídico que ha favorecido la acumulación de sales, especialmente de sodio en el horizonte argílico, transformándose en un horizonte nátrico; el sodio intercambiable alcanza hasta un 29% en el B. Además en la base del perfil el contenido de $CaCO_3$ equivalente supera el 15% generándose

un horizonte cálcico. Los cationes y aniónes solubles son abundantes, especialmente los cloruros entre los aniónes; de manera que, las sales más comunes en este suelo son los cloruros de sodio, calcio y magnesio. El elevado contenido de sodio intercambiable le concede al horizonte B propiedades físicas desfavorables con estructuras limitantes a la penetración radical y al agua. El suelo Huentelauquén 1 es ligeramente salino en la superficie, con una conductividad eléctrica de 3 dS/m(S1) que se eleva a los 27 cm en el horizonte argílico a 5 dS/m, nivel salino (S2) que se mantiene en todo el horizonte, pudiendo afectar marcadamente la productividad de los cultivos.

El clima arídico y la presencia de un horizonte nátrico clasifican al suelo a nivel de subgrupo como un Typic Natrargid y, a nivel de familia, el elevado contenido de arcilla, la mineralogía y las características de temperatura a un Very fine, kaolinitic, thermic.

El contenido de arcilla del horizonte B es elevado alcanzando hasta un 65%; en cambio en el horizonte superficial la textura es franco limosa a franco arenosa. La capacidad de retención de agua en el perfil es elevada, de acuerdo con el contenido de arcilla. La densidad aparente varía entre 1.2 g /cc en la estrata superficial hasta 1.5 g/cc en el horizonte argílico. La infiltrabilidad debido a la influencia del sodio es muy lenta como puede apreciarse en la curva de infiltración, donde a los 30

minutos adopta una forma horizontal, estabilizándose en 0.1 mm/h.

4.2 Suelos de las Terrazas Pliocénicas

Estos suelos son los más antiguos del área y los más evolucionados. Su génesis ha estado condicionada por un clima de tipo arídico que estuvo sin embargo, precedido por condiciones de mayor pluviometría, responsable del notable desarrollo de los horizontes argílicos que lo caracterizan. El clima arídico y la presencia de un horizonte argílico de baja infiltrabilidad han determinado una condición no lixiviante en los perfiles, que se refleja en los elevados contenidos de sodio soluble e intercambiable, que tiende a acumularse en los horizontes inferiores de los suelos superando al calcio y al magnesio llegando incluso, en uno de los perfiles a configurar un horizonte nátrico.

Los suelos de las series Mincha y Tunga en esta posición se caracterizan entonces dado el punto de vista genético, por la presencia de un horizonte argílico o eventualmente nátrico y/o cálcico en la base de algunos perfiles y por un epipedón ócrico.

El horizonte argílico está bien desarrollado, es grueso y tiene un contenido de arcilla que varía normalmente entre 50 y 70%, pero que puede alcanzar hasta un 90%.

Con la excepción de un perfil de la serie Tunga, el resto ha sido clasificado a nivel de subgrupo como Typic Paleargid,

presentando pequeñas diferencias a nivel de familia por su granulometría, ya sea Very fine o Fine loamy; la familia mineralógica Kaolinitic es común, por ser el mineral arcilloso dominante y la familia Thermic igual, por tener los suelos una media anual de temperatura entre 15 y 22ºC y una diferencia entre las medias de invierno y verano superior a 5ºC

El contenido de materia orgánica de estos suelos en la estrata superficial llega hasta 1.8% para disminuir marcadamente en profundidad, como consecuencia del bajo aporte de residuos orgánicos.

Los pH son neutros a alcalinos en todo el perfil y la conductividad eléctrica (CE) es de menos de 2 dS/m(S0) en la superficie, para elevarse en el horizonte argílico hasta 4 dS/m (S1). Entre los cationes solubles el sodio es equivalente al calcio y al magnesio en la superficie, para elevarse notablemente en el horizonte argílico, lo que prueba la escasa lixiviación de las bases en las condiciones naturales de secano; sin embargo, entre los cationes extractables siguen predominando sobre el sodio el calcio y el magnesio,lo que previene el deterioro estructural del suelo. Entre los aniónes, el cloruro es normalmente el que predomina, siendo bajo el contenido de bicarbonatos y ausente el de carbonatos. En la base de los perfiles Tunga 1 y Mincha 2 se forman horizontes cálcicos con un contenido de CaCO3 equivalente sobre el 15%. La CIC varía en estrecha relación con el contenido de

arcilla, alcanzando hasta 37 meq/100 g en el horizonte argílico.

La densidad aparente en las estratas superficiales se encuentra entre 1.3 y 1.4 g/cc, para elevarse ligeramente en el subsuelo. La capacidad de retención de agua es elevada, especialmente en los horizontes argílicos donde alcanza hasta un 40% a capacidad de campo (CC); la retención de agua a marchitez permanente (PMP) es también elevada. La relación entre el contenido de agua a CC y PMP es inferior a lo normal debido probablemente a los elevados contenidos de arcilla y a la presencia del sodio.

La infiltrabilidad de los suelos varía entre 4.6 y 7.7 mm/h, que es normal para suelos arcillosos sin problemas estructurales.

4.3 Suelos de los Piedmont y Conos Antiguos

En esta posición se encuentran los suelos de las series Millahue, Agua Fría y Canela.

Estos suelos al igual que el grupo anterior han evolucionado bajo el clima arídico y han desarrollado horizontes argílicos bien marcados y epipedones ócricos. Por ello corresponden al mismo subgrupo de la "Taxonomía de Suelos" que los suelos de las terrazas pliocénicas, diferenciándose a nivel de familia granulométrica. La familia mineralógica es la misma, ya que se estima por el comportamiento físico del suelo y por el porcentaje de arcilla que el

mineral arcilloso dominante es la caolinita. La familia térmica es semejante con temperaturas medias anuales entre 15 y 22ºC y una diferencia entre las medias de invierno y verano de más de 5ºC (thermic).

Las características de las series de esta agrupación son muy parecidas. El contenido de materia orgánica no supera el 2% en la superficie y es escasa en profundidad. Los pH son alcalinos hasta 8.2. El sodio sigue siendo importante entre los cationes solubles alcanzando niveles elevados en los horizontes argílicos de las series Agua Fría 2 y Canela, pero inferiores al 15%. Entre los cationes extractables el sodio está subordinado a la suma del calcio y el magnesio. El contenido de CaCO3 equivalente es generalmente bajo sin conformar un horizonte cálcico, a pesar de aumentar hacia la base de los perfiles en algunos suelos.

En el suelo Agua Fría 2 y Canela predomina entre los aniónes el cloruro, secundariamente los sulfatos y finalmente los bicarbonatos, que son escasos.

La textura superficial en estos suelos es franco a franco arenosa, con un bajo contenido de arcilla para aumentar a 50% y más en los horizontes argílicos. La retención de humedad es baja en el primer horizonte y alta en el horizonte B. La densidad aparente varía entre 1.3 y 1.5 g/cc en forma muy similar a lo mostrado por los suelos de las terrazas pliocénicas.

La infiltrabilidad varía entre 2 y 3.5 mm/h propia de suelos arcillosos con subsuelos con altos contenidos de arcilla

4.4 Suelos Aluviales

En esta agrupación han sido descritos los suelos de las Series Choapa y Llano Largo, que se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales recientes depositados en pequeñas terrazas del río Choapa, en gran parte cultivados y bajo riego.

Desde el punto de vista genético, se caracterizan por su escasa evolución y por lo tanto, en la ausencia de horizontes de diagnósticos subsuperficiales. Tienen un epipedón ócrico con un contenido de carbón orgánico inferior de 1%. Su carácter reciente se evidencia además, por lo estratificado de los perfiles, con texturas que varían entre areno francosas y franco limosas.

Estas características corresponden a los Entisoles y como carecen de horizonte cámbico se clasifican a nivel de subgrupo como Typic Torriorthent. A nivel de Familia hay diferencias en cuanto a la clase granulométrica por lo que se clasifican como Loamy y Coarse loamy mixed thermic.

Las características de estos suelos difieren en varios aspectos a la de los Argids descritos anteriormente: los pH son alcalinos y superiores a 8; la conductividad eléctrica (CE) es consistentemente más baja, alrededor de 0.5 dS/m, por efecto del

riego, que ha evitado la acumulación excesiva de sales. Sin embargo, el clima arídico y la calidad del agua, manifiestan en cierto modo su influencia: el contenido de sodio soluble es equivalente a calcio y magnesio. Sin embargo, entre los cationes extractables, el sodio se encuentra subordinado al calcio y al magnesio, generando buenas condiciones físicas en los suelos, que se reflejan en menores densidades aparentes, las que varían entre 1.2 y 1.3 g/cc.

Las texturas dominantes en el perfil son medias a moderadamente gruesas, con una retención de agua baja que varía con la textura.

La infiltrabilidad de 8.6 mm/h es superior a la de los suelos más antiguos con horizontes argílicos y elevado contenido de arcilla, lo que es característico de suelos de texturas medias sin problemas estructurales.

4.5 Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Huentelauquen 1	0 - 7	7.50	3.08	1.30	0.50	7.64	2.30	0.92	0.97	1.19	6.35	4.39	1.45	18.70
	7 - 25	7.50	3.03	1.03	0.50	7.83	2.40	1.50	0.66	1.55	4.43	3.60	0.45	20.90
	25 - 52	8.40	5.29	0.48	2.40	22.90	5.60	10.20	2.41	9.77	2.74	3.95	0.56	46.50
	52 - 81	8.30	6.45	-	15.50	21.80	20.00	9.90	1.99	10.00	3.06	5.21	0.68	58.30
	81 - 123	8.40	5.28	-	20.90	20.90	19.50	9.00	1.75	9.56	2.18	3.44	0.54	46.30
Huentelauquen 2	0 - 11	7.70	0.67	2.02	2.90	9.30	3.70	2.00	1.10	0.37	1.59	1.05	1.69	3.39
	11 - 28	7.30	0.64	1.03	0.00	8.16	2.90	2.00	0.99	0.44	1.53	1.24	1.26	5.44
	28 - 46	7.40	0.99	0.58	0.00	12.50	2.40	4.20	0.59	1.29	1.21	1.69	0.17	15.60
	46 - 60	7.40	1.39	0.38	1.50	25.00	4.90	9.00	0.77	3.67	1.12	1.41	0.09	9.95
	60 - 80	8.00	1.68	-	1.50	22.50	5.70	9.70	0.68	4.39	1.38	2.13	0.11	12.30
	80 - 105	7.00	1.70	-	0.90	20.30	3.60	8.40	0.49	2.87	1.87	3.89	0.10	20.80
Tunga 1	0 - 17	8.10	1.65	1.59	0.50	10.20	3.70	2.30	0.90	0.58	4.11	4.06	1.07	8.17
	17 - 32	8.10	2.25	1.14	1.50	21.00	5.70	7.10	1.54	3.36	1.29	1.87	0.35	19.20
	32 - 57	7.60	3.43	0.97	2.00	20.20	7.50	9.10	2.57	7.58	2.31	3.73	0.32	31.20
	57 - 80	7.40	4.24	-	16.20	24.60	20.30	12.80	2.52	8.65	2.60	4.27	0.37	37.00
Tunga 2	0 - 16	8.20	0.32	1.31	2.90	12.90	6.50	2.40	0.54	0.26	1.39	0.70	0.25	2.68
	16 - 30	6.70	0.28	1.31	0.00	13.00	6.40	2.30	0.39	0.30	1.11	0.57	0.13	2.68
	30 - 57	7.00	0.40	0.66	1.50	29.10	14.70	7.40	0.58	0.96	1.08	0.56	0.08	2.54
	57 - 100	8.50	0.87	-	9.30		27.60	7.90	0.64	1.28	2.78	1.63	0.11	5.36
Mincha 1	0 - 8	7.80	0.33	1.37	0.50	9.24	3.70	1.70	0.78	0.25	1.39	0.77	0.37	3.63
	8 - 28	7.00	0.31	0.89	0.00	8.73	3.20	1.60	0.66	0.23	1.31	0.70	0.24	2.66
	28 - 50	6.60	1.17	0.72	0.00	24.60	7.10	8.90	1.54	3.23	1.25	0.75	0.31	10.10
	50 - 70	6.40	1.98	-	0.00	23.90	8.70	9.00	1.94	4.48	1.28	1.12	0.40	12.80
Mincha 2	0 - 12	7.70	1.05	1.82	0.50	9.62	4.30	1.70	0.76	0.43	3.32	2.21	0.56	4.87
	12 - 27	7.10	0.59	0.93	0.50	8.69	3.00	1.90	0.57	0.56	2.25	1.43	0.31	6.13
	27 - 40	7.30	1.40	0.79	1.50	29.40	9.20	8.50	0.82	4.94	1.11	0.90	0.12	11.30
	40 - 70	7.80	2.34	0.69	3.40	37.00	21.20	15.70	1.07	8.18	2.77	2.08	0.07	21.70
	70 - 135	7.70	3.33	-	15.50	32.60	25.90	10.70	1.03	7.17	3.10	3.20	0.08	25.30

Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Millahue	0 - 12	8.10	0.42	1.61	0.50	7.01	7.50	1.10	0.66	0.07	1.63	0.83	1.22	1.16
	12 - 25	8.30	0.43	1.00	0.50	8.72	4.30	1.70	0.51	0.11	1.79	0.91	0.44	1.64
	25 - 58	7.20	0.28	0.58	1.50	27.70	15.80	7.10	0.51	0.37	1.08	0.47	0.11	1.38
	58+	8.30	0.50	-	7.80	22.20	26.50	6.40	0.42	0.38	2.65	1.29	0.08	2.00
Agua Fría 1	0 - 11	7.90	0.50	1.76	0.50	9.70	4.20	1.90	0.75	0.17	1.69	1.09	0.70	1.90
	11 - 17	7.50	0.50	0.48	0.50	9.37	3.90	2.00	0.39	0.19	1.80	1.10	0.24	2.19
	17 - 41	7.60	0.63	0.48	0.50	10.94	5.10	3.00	0.31	0.30	2.16	1.38	0.15	2.94
	41+	6.80	0.60	-	0.00	28.00	12.20	7.20	0.54	1.22	1.53	1.03	0.14	3.52
Agua Fría 2	0 - 15	8.10	2.60	1.90	0.50	9.90	4.90	2.40	0.60	0.52	11.00	5.19	1.43	9.37
	15 - 30	7.70	0.97	0.76	0.50	8.65	3.90	1.90	0.30	0.43	2.18	1.92	0.32	5.55
	30 - 50	7.40	1.36	0.66	1.50	29.10	11.60	9.50	0.37	3.50	1.68	1.56	0.04	11.40
	50 - 70	7.70	3.57	-	9.30	28.00	24.90	10.30	0.36	5.30	5.88	7.00	0.07	28.10
	70 - 100	7.70	4.71	-	7.40	30.88	24.40	11.50	0.41	6.10	9.36	12.00	0.10	35.90
Canela	0 - 6	8.20	0.87	1.20	0.50	8.20	3.40	2.30	0.36	0.33	2.21	1.18	0.79	4.81
	6 - 14	7.80	1.33	1.10	0.50	8.58	3.40	2.30	0.87	0.33	3.99	1.06	1.24	5.53
	14 - 32	7.80	3.50	0.89	2.00	23.49	6.80	8.20	3.30	3.57	4.40	5.58	1.80	25.60
	32 - 51	7.20	5.30	0.86	2.00	30.60	8.40	12.50	5.11	7.67	6.25	10.10	2.55	36.60
	51 - 72	7.50	6.80	-	5.40	30.40	19.90	10.30	4.94	8.88	8.83	14.50	2.85	50.70
	72 - 100	7.50	7.46	-	11.80	23.40	24.10	8.20	3.61	7.18	14.70	20.10	3.25	57.20
Espíritu Santo 1	0 - 15	8.30	0.32	1.24	1.50	7.27	10.90	1.10	0.48	0.04	2.33	0.72	0.59	0.60
(UND)	15 - 39	8.10	0.33	0.83	1.00	7.66	6.50	1.40	0.44	0.04	2.18	0.81	0.47	0.91
	39 - 54	8.40	0.31	0.76	1.00	7.56	6.70	1.50	0.40	0.06	1.86	0.70	0.41	0.93
	54+	8.10	0.27	-	0.50	7.38	5.80	1.90	0.38	0.07	1.80	0.78	0.32	0.89
Espíritu Santo 2	0 - 12	8.30	0.38	1.28	1.00	9.88	4.80	2.00	0.81	0.72	1.88	1.07	0.84	1.04
(UND)	12 - 28	7.80	0.29	0.79	1.00	10.63	5.90	2.60	0.48	0.15	0.96	0.53	0.22	1.42
	28 - 55	7.80	0.34	0.48	1.50	12.09	6.90	3.40	0.24	0.17	1.41	0.86	0.08	1.46
	55 - 80	7.70	0.34	-	1.00	12.58	7.40	3.60	0.23	0.17	1.49	0.89	0.08	1.35

Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Choapa 1	0 - 14	8.50	0.58	1.85	1.50	13.30	11.20	2.50	0.19	0.31	3.92	1.60	0.10	2.34
	14 - 33	8.30	0.48	1.20	1.50	11.00	8.20	1.80	0.18	0.23	2.99	1.10	0.10	2.03
	33 - 42	7.80	0.33	0.17	1.50	5.65	4.00	1.00	0.18	0.15	1.75	0.64	0.06	1.39
	42 - 75	8.40	0.49	1.59		20.20	14.50	3.50	0.19	0.39	3.08	1.16	0.04	2.00
	75 - 105	8.30	0.59	-	5.80	19.70	29.30	3.70	0.16	0.56	3.43	1.19	0.04	2.56
	105+	8.20	0.71	-	0.30	16.40	27.30	3.20	0.11	0.64	3.68	1.37	0.03	3.39
Choapa 2	0 - 25	8.20	0.56	1.93	2.00	12.06	11.50	2.00	0.17	0.34	3.46	1.23	0.16	2.80
	25 - 44	7.80	0.48	1.45	1.50	9.85	10.00	1.50	0.27	0.20	3.56	1.15	0.26	4.93
	44 - 75	7.60	0.40	1.00	1.50	6.97	5.20	1.20	0.17	0.26	2.30	0.92	0.21	3.20
	75 - 105	8.10	0.70	-	3.50	12.73	22.40	2.60	0.19	0.40	4.33	1.42	0.18	2.79
	105 - 117+	7.90	0.64	-	2.00	10.97	8.80	2.00	0.17	0.34	3.86	1.50	0.17	2.58
Llano largo	0 - 13	8.60	0.53	2.02	1.00	10.20	8.60	3.00	0.25	0.17	3.49	2.27	0.18	1.87
	13 - 30	8.40	0.46	1.03	1.00	8.73	6.20	2.50	0.19	0.17	2.25	1.43	0.12	2.09
	30 - 50	8.40	0.36	0.45	1.00	7.69	5.20	2.40	0.19	0.17	1.75	1.07	0.11	1.63
	50 - 70	8.30	0.36	-	1.00	6.62	4.20	2.10	0.16	0.14	1.54	0.93	0.12	1.83

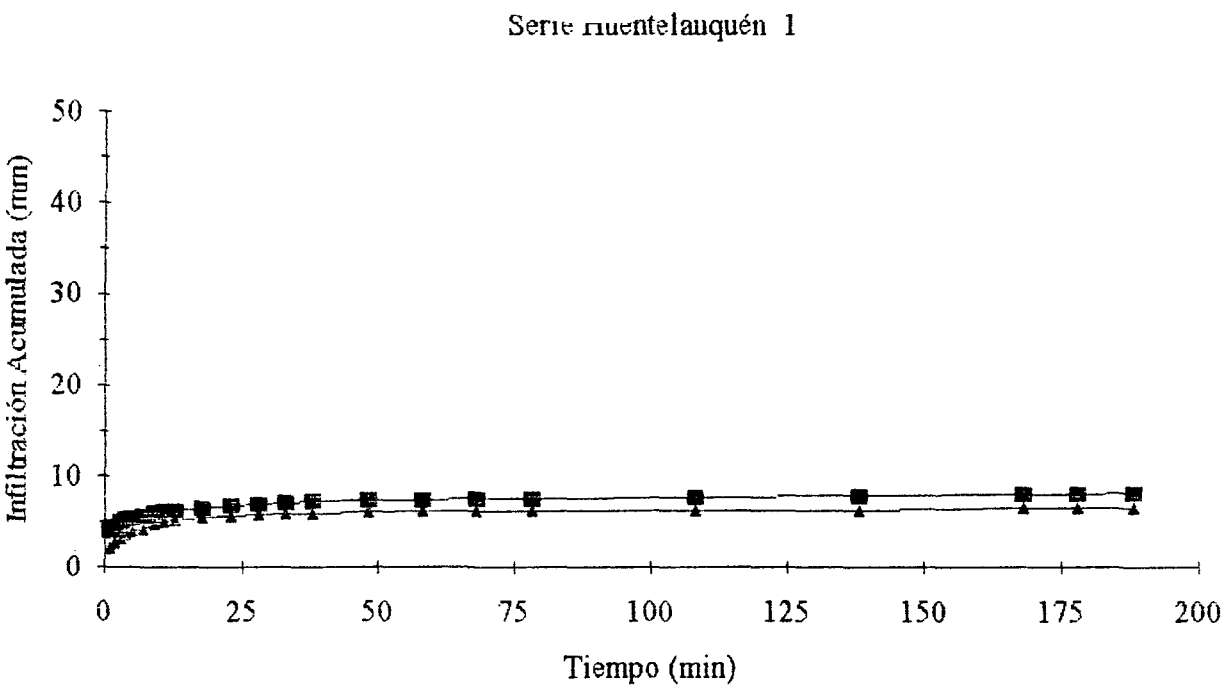
Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Huentelauquen 1	9.70	8.07	3.04	27.10	0.00	1.00	1.58	1.20	26.00	60.00	14.00	6.43	11.00
	12.70	10.43	2.04	28.20	0.00	1.25	1.61	1.35	24.00	60.00	16.00	6.08	10.80
	26.00	25.42	6.64	46.30	0.00	4.00	2.26	1.42	12.00	22.00	66.00	24.40	33.20
	28.50	28.67	8.82	55.80	0.00	4.25	1.36	1.48	24.00	18.00	58.00	22.30	30.00
	27.80	27.62	8.40	47.00	0.00	3.75	1.61	1.50	14.00	22.00	64.00	20.00	29.30
Huentelauquen 2	3.10	2.95	1.52	3.34	0.00	3.00	1.56	1.43	52.00	32.00	16.00	6.75	12.20
	4.60	4.62	2.07	4.38	0.00	2.25	1.40	1.39	56.00	30.00	14.00	6.21	11.10
	13.00	12.96	2.37	15.80	0.00	0.00	2.08	1.41	40.00	26.00	34.00	11.30	16.00
	10.40	8.85	6.04	7.89	0.00	0.00	3.05	1.39	12.00	10.00	78.00	24.50	32.90
	11.00	9.28	7.22	9.04	0.00	0.00	2.85	1.51	18.60	16.00	65.40	22.40	30.30
	14.80	12.26	6.43	18.80	0.00	1.50	2.48	1.47	50.00	16.00	33.40	12.80	18.00
Tunga 1	4.40	4.04	0.88	14.50	0.00	2.50	1.56	1.41	32.00	49.40	18.60	7.70	10.90
	15.20	15.27	1.86	19.50	0.00	3.00	2.13	1.56	18.00	31.40	50.60	19.00	21.50
	17.90	17.95	3.21	33.40	0.00	2.00	2.21	1.42	12.00	15.40	72.60	27.90	33.90
	19.90	19.96	3.30	41.00	0.00	3.50	2.04	1.36	14.00	13.40	72.60	26.10	32.00
Tunga 2	2.20	2.62	1.67	1.67	0.00	2.25	1.73	1.51	40.00	35.40	24.60	9.30	11.40
	3.00	2.92	1.61	2.07	0.00	1.00	1.55	1.48	41.40	35.50	23.40	8.74	12.70
	2.80	2.80	1.49	2.53	0.00	1.00	2.05	1.62	27.40	21.20	51.40	20.80	26.10
	2.80	3.61	2.48	4.15	0.00	3.26	1.44	1.45	67.40	15.20	17.40	18.00	20.30
Mincha 1	3.20	3.49	1.12	1.96	0.00	3.50	1.54	1.43	46.60	36.00	17.40	8.25	11.00
	2.30	2.65	1.06	2.59	0.00	1.75	1.59	1.40	48.60	34.00	17.40	6.43	11.00
	10.00	10.10	3.41	9.45	0.00	0.50	1.95	1.51	22.60	14.00	63.40	22.50	32.50
	13.80	11.68	10.50	13.30	0.00	0.25	1.83	1.54	16.60	14.00	69.40	24.70	36.40
Mincha 2	2.80	2.93	1.49	8.35	0.00	1.50	1.28	1.30	52.00	35.40	12.60	6.27	11.70
	5.20	4.52	1.67	6.97	0.00	2.00	1.22	1.34	48.00	35.40	16.60	6.38	10.20
	11.30	11.27	5.39	11.60	0.00	2.00	1.70	1.41	32.00	9.40	58.60	27.00	36.70
	13.90	13.93	3.87	18.40	0.00	4.50	1.79	1.39	6.00	3.40	90.60	34.60	43.20
	14.30	14.25	2.76	31.40	0.00	2.50	1.56	1.30	32.00	15.40	52.60	25.60	31.40

Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Millahue	0.40	1.05	0.37	1.32	0.00	3.25	0.78	1.54	70.00	17.40	12.60	5.11	7.10
	0.80	1.41	0.49	1.61	0.00	3.00	0.85	1.54	56.60	22.00	21.40	6.42	9.59
	1.60	1.57	1.53	2.07	0.00	0.25	1.56	1.55	34.60	12.00	53.40	18.20	23.70
	0.70	1.42	0.24	2.65	0.00	3.25	1.18	-	54.60	8.00	37.40	14.20	18.60
Agua Fría 1	1.00	1.61	1.51	1.21	0.00	3.00	1.57	1.38	50.00	32.00	18.00	8.55	11.00
	1.30	1.82	1.53	1.73	0.00	1.50	1.79	1.42	48.00	34.00	18.00	7.91	10.60
	1.80	2.21	0.78	2.76	0.00	2.25	1.74	1.36	44.00	28.00	28.00	7.67	12.30
	3.11	3.11	1.81	3.97	0.00	0.25	1.18	1.52	22.00	20.00	58.00	21.60	28.30
Agua Fría 2	3.30	3.29	4.51	20.90	0.00	3.00	1.16	-	44.00	38.00	18.00	6.87	10.80
	3.90	3.88	0.77	7.76	0.00	1.50	1.10	1.37	32.00	48.00	20.00	6.22	8.97
	0.00	8.96	1.67	11.90	0.00	1.67	1.94	-	28.00	22.00	50.00	22.80	29.70
	11.10	11.07	8.64	29.50	0.00	2.50	1.76	-	26.00	20.00	54.00	22.60	27.60
	11.00	10.99	13.50	41.90	0.00	2.75	1.89	1.51	24.00	22.00	54.00	22.00	28.90
Canela	3.70	3.69	2.33	4.38	0.00	3.25	1.17	1.44	62.00	26.60	11.40	5.50	7.78
	3.50	3.48	3.08	9.68	0.00	2.00	1.19	1.45	64.00	26.60	9.40	5.44	7.52
	11.50	11.46	4.61	31.10	0.00	2.75	1.37	1.35	40.00	18.00	42.00	20.10	26.30
	12.80	12.80	13.60	46.10	0.00	2.00	1.27	1.24	28.00	10.00	62.00	29.20	35.90
	14.80	14.84	22.70	54.80	0.00	6.50	0.98	1.35	30.00	14.00	56.00	27.20	33.40
	13.70	13.71	48.20	51.20	0.00	2.25	0.80	1.37	40.00	23.40	36.60	19.10	23.30
Espíritu Santo 1	0.50	0.49	0.29	0.23	0.00	3.75	0.60	1.44	79.40	11.20	9.40	4.59	6.90
(UND)	0.70	0.74	0.35	0.58	0.00	3.25	0.59	1.33	81.40	7.20	11.40	4.33	5.50
	1.10	0.82	0.40	0.23	0.00	3.50	0.64	1.38	79.40	7.20	13.40	4.67	4.97
	0.80	0.78	0.22	0.63	0.00	2.75	0.61	1.45	77.40	5.20	17.40	4.63	5.74
Espíritu Santo 2	0.20	0.86	0.52	0.46	0.00	4.25	1.25	1.46	53.40	31.20	15.40	5.52	8.81
(UND)	1.10	1.65	0.88	0.98	0.00	1.50	1.30	1.33	49.40	33.20	17.40	6.08	9.67
	0.70	1.37	1.50	1.44	0.00	0.75	1.17	1.43	46.00	30.00	24.00	7.60	10.20
	0.50	1.24	1.28	1.90	0.00	1.50	1.19	1.47	50.00	26.00	24.00	7.83	10.50

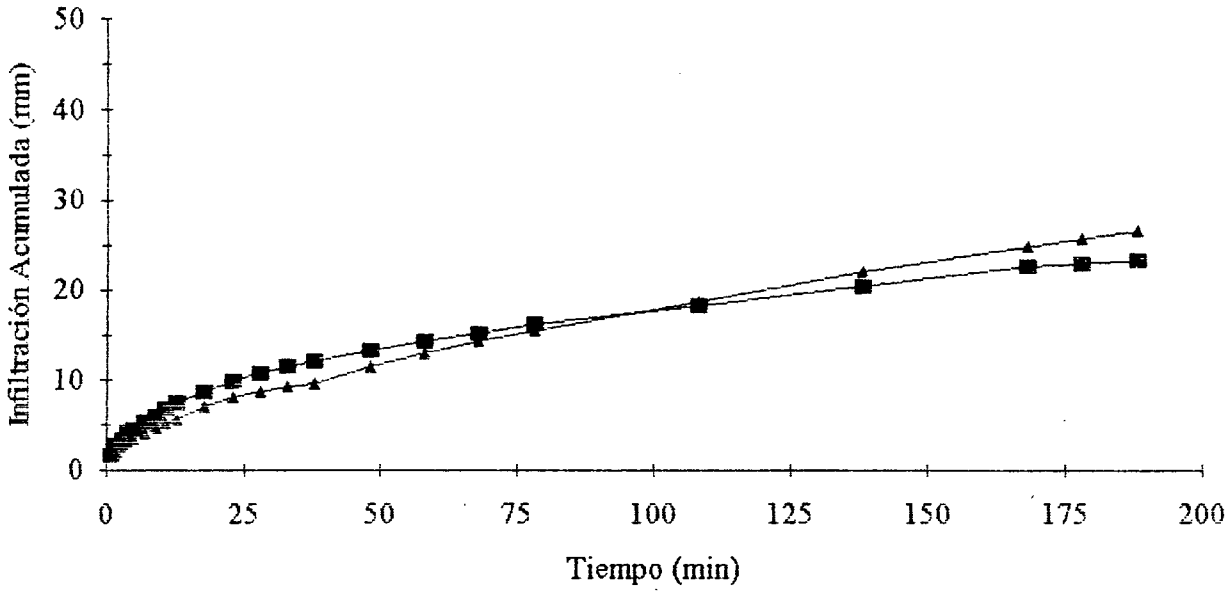
Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Choapa 1	0.70	1.41	1.34	0.92	1.00	5.25	5.25	1.36	56.60	26.00	17.40	7.50	10.67
	0.70	1.42	1.31	1.04	0.00	3.75	3.75	1.31	62.60	24.00	13.40	5.60	8.82
	0.60	1.27	0.83	0.98	0.00	1.75	1.75	1.33	82.60	10.00	7.40	2.83	3.11
	0.60	1.37	0.81	1.15	0.00	4.25	4.25	1.18	32.60	44.00	23.40	11.10	15.60
	1.20	1.68	1.30	1.15	0.00	3.75	3.75	1.15	24.60	52.00	23.40	12.40	21.00
	1.70	2.13	1.89	1.84	0.00	3.00	3.00	1.10	30.60	52.00	17.40	11.20	17.60
Choapa 2	1.50	1.83	1.98	1.21	0.00	4.00	1.06	1.21	46.00	42.00	12.00	6.38	7.88
	3.30	3.21	2.13	1.04	0.00	2.25	1.10	1.20	54.00	36.00	10.00	5.25	6.06
	2.20	2.52	2.29	0.58	0.00	2.25	1.04	1.12	80.00	12.00	8.00	3.90	5.04
	1.20	1.65	5.07	0.98	0.00	2.50	1.27	1.27	46.00	38.00	16.00	7.80	11.20
	1.00	1.58	4.67	1.09	0.00	2.00	1.35	1.26	58.00	32.00	10.00	6.20	8.57
Llano largo	0.40	1.10	0.30	0.52	1.50	5.75	0.86	1.39	76.00	14.60	9.40	6.00	7.55
	0.90	1.54	0.83	1.04	0.00	4.50	0.90	1.37	80.00	10.60	9.40	5.30	6.51
	0.70	1.37	0.63	0.81	0.00	3.75	0.70	1.41	74.00	12.60	13.40	5.04	6.12
	0.90	1.65	0.75	0.98	0.00	3.00	0.64	1.45	82.00		11.40	4.50	5.60

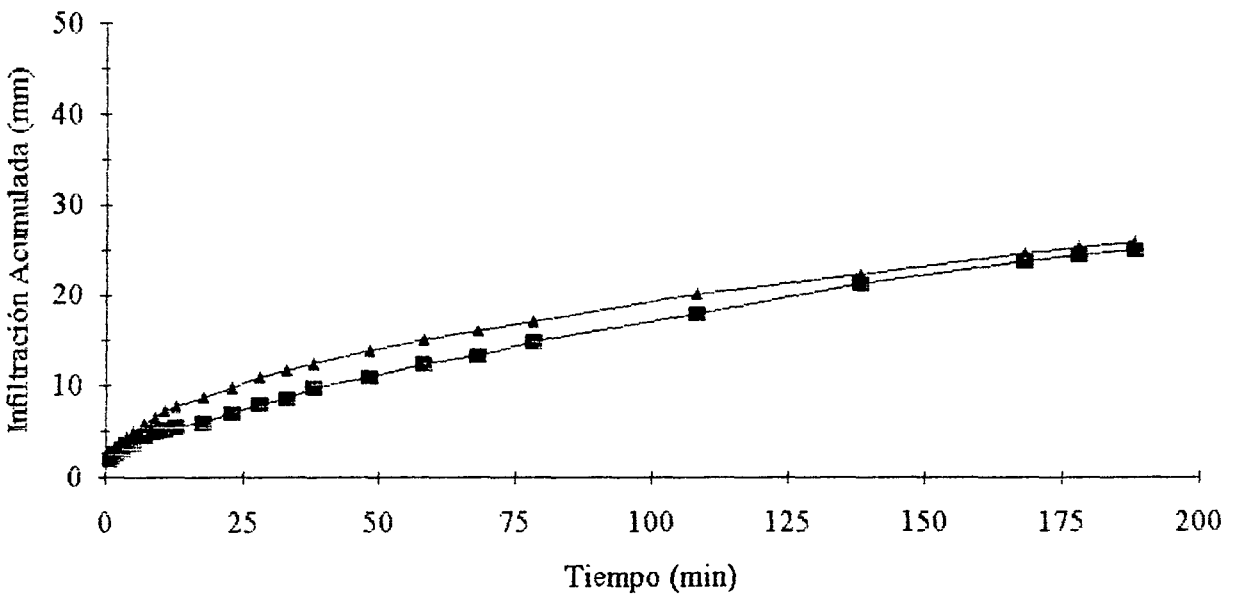
4.6 Curvas de Infiltración



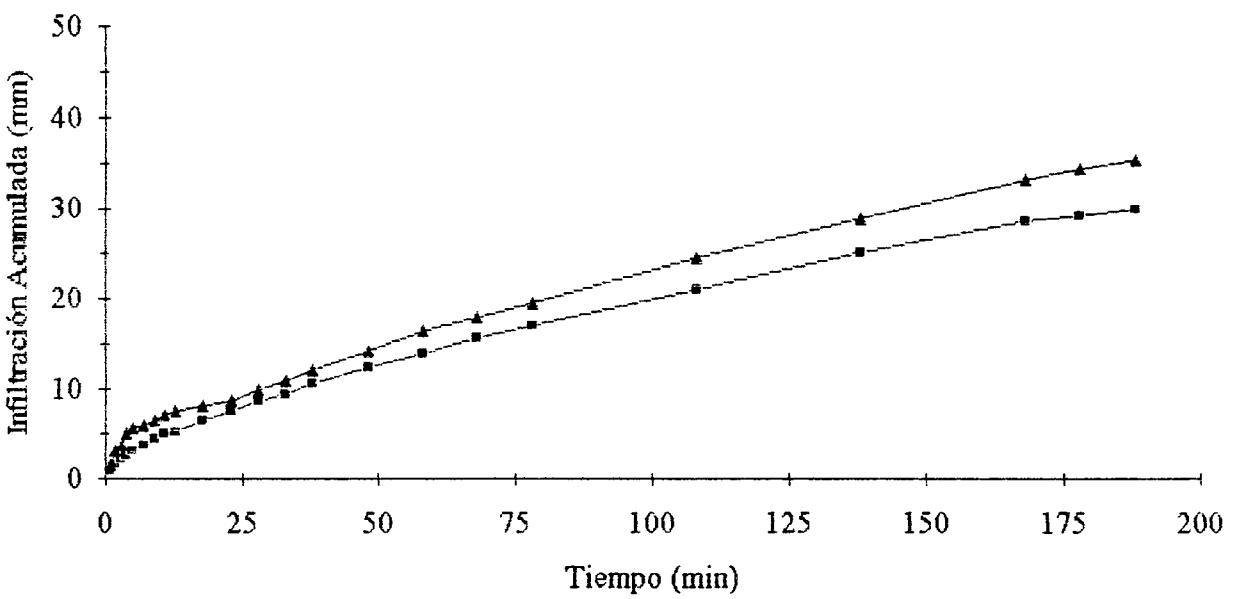
Serie Huentelauquén 2

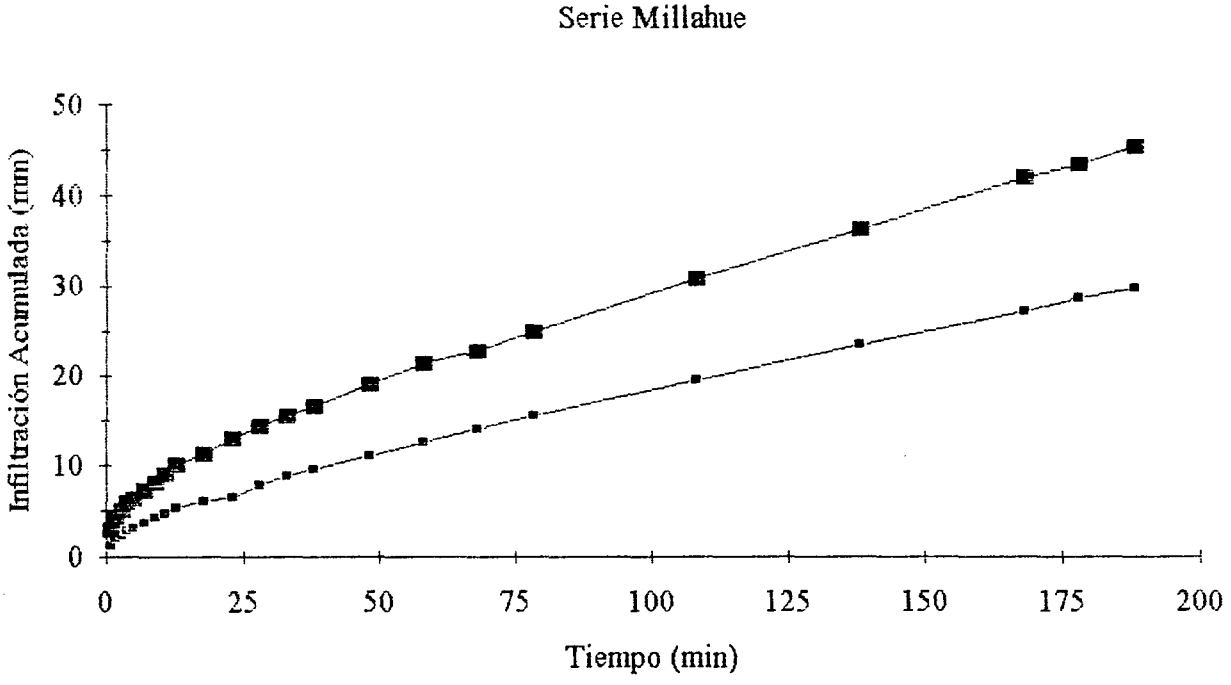


Serie Tunga 1

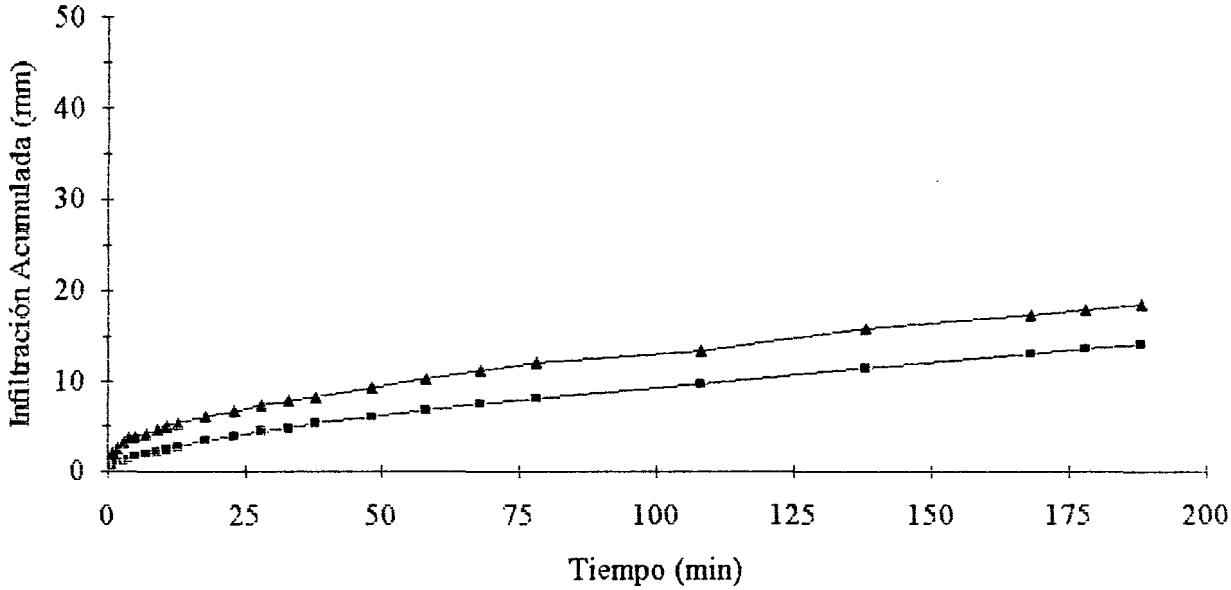


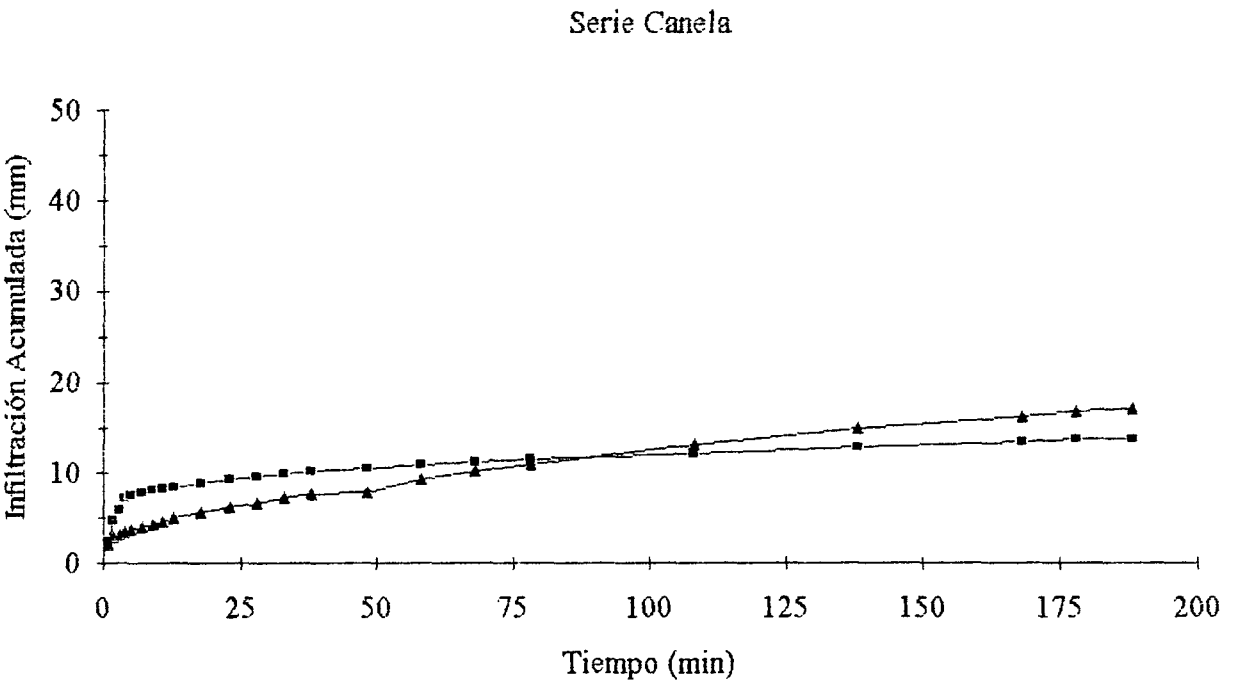
Serie Mincha 1

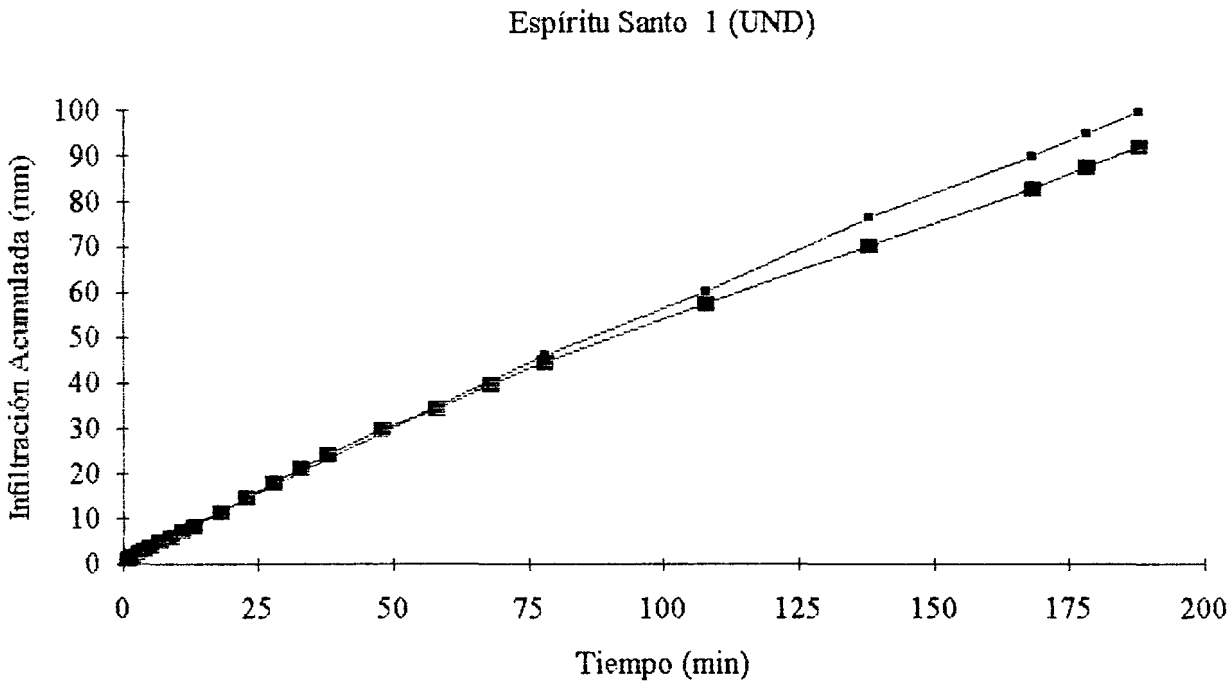


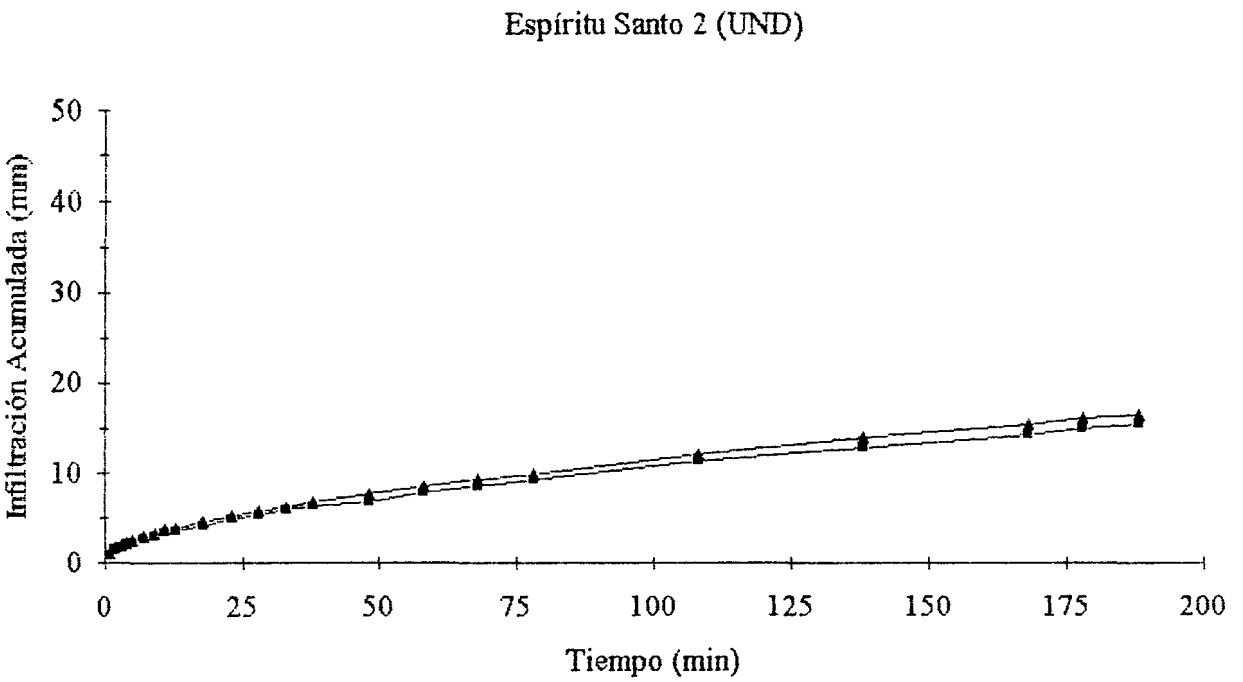

Serie Millahue
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)

Serie Agua Fría




Serie Canela
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)


Espíritu Santo 1 (UND)
Infiltración Acumulada (mm)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)


Espíritu Santo 2 (UND)
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)

5.- TABULACIONES

CUADRO N* 1
CUADRO DE SUPERFICIE POR UNIDADES FISIOGRAFICAS

	II	III	IV	VI	VII	VIII	TOTAL (ha)
Terrazas Aluviales del Choapa	164.4	549.2	215.0	65.2			993.8
Terrazas Aluviales Tributarios	28.2	84.0	212.2	183.8			508.2
Terrazas Aluviales Antiguas		1,606.4	1,541.0	1,086.0			4,233.4
Terrazas Marinas			5,881.0	1,119.2			7,000.2
Piedmont y Conos		158.4	1,628.3	983.5			2,770.2
Cerros y Quebradas					16,246.9	3,975.6	20,222.5
Otros Miscelaneos					122.0	2,941.2	3,063.2
Total	192.6	2,398.0	9,477.5	3,437.7	16,368.9	6,916.8	38,791.5
Tranque, laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N* 2
SUPERFICIE POR SERIE DE SUELO

Serie de Suelos	Simbolo	Superficie (ha)
Agua Fria	AGF	987.0
Canela	CAN	428.6
Choapa	CHO	993.8
Huentelauquen	HUE	7,000.2
Millahue	MIL	964.0
Mincha	MIN	1,942.4
Llano Largo	LAG	266.6
Tunga	TUN	2,291.0
Sub Total		14,873.6
Unidades no diferenciadas		
Terraza Aluvial	TAN	241.6
Colihue	COL	88.0
Espiritu Santo	ESP	302.6
Sub Total		632.2
Miscelaneos		
Aluviales	MIS-AL	122.0
Cerros	MIS-CE	18,593.9
Quebradas	MIS-Q	1,628.6
Caja de Rios	MIS-CR	2,062.8
Dunas	MIS-DU	698.0
Rocoso costero	MIS-R	180.4
Sub Total		23,285.7
Otros		
Laguna, tranque y playa		30.2
Total area estudiada		38,821.7

CUADRO N*3

SUPERFICIE POR CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

Detalle por Serie y Clase

Serie de Suelo	IIs	IIIs	IIIe	IIIw	IVs	IVe	IVes	VIs	VIe	VIw	VIes	VIse	VIIe	VIIw	VIII	Total (ha)
Agua Fria		61.4					604.6		321.0							987.0
Canela		64.0					251.4		113.2							428.6
Choapa	164.4	190.0		359.2	215.0					65.2						993.8
Huentelauquen					5,881.0						1,119.2					7,000.2
Millahue		23.8				529.9			410.3							964.0
Mincha		1,026.8					519.4		396.2							1,942.4
Llano Largo		84.0			119.4			63.2								266.6
Tunga		579.6				1,021.6			689.8							2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos																
Colihue												88.0				88.0
Espiritu Santo			9.2			242.4			51.0							302.6
Terraza Aluvial	28.2				92.8			120.6								241.6
Miscelaneos													16,246.9	122.0	6,916.8	23,285.7
TOTAL	192.6	2,029.6	9.2	359.2	6,308.2	1,793.9	1,375.4	183.8	1,981.5	65.2	1,119.2	88.0	16,246.9	122.0	6,916.8	38,791.5
Tranque, laguna y playa																30.2
TOTAL GENERAL																38,821.7

CUADRO N*4
SUPERFICIE SEGUN APTITUD PARA RIEGO
Detalle por Categoria y Sub-Categoria

Categoria	subcategoria s		t		w		Total Categoria
1							0.0
2	466.6				359.2		825.8
3	2,099.2		3,169.3				5,268.5
4	6,157.6				65.2		6,222.8
5							0.0
6	2,243.2		24,109.2		122.0		26,474.4
Total	10,966.6		27,278.5		546.4		38,791.5
Tranque, laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N*5
SUPERFICIE SEGUN APTITUD PARA RIEGO
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	2s	2w	3s	3t	4w	4s	6w	6s	6t	Superficie (ha)
Agua Fria			61.4	604.6					321.0	987.0
Canela			64.0	251.4					113.2	428.6
Choapa	354.4	359.2	215		65.2					993.8
Huentelauquen						5,881.0			1,119.2	7,000.2
Millahue			23.8	529.9					410.3	964.0
Mincha			1,026.8	519.4					396.2	1,942.4
Llano Largo	84.0		119.4			63.2				266.6
Tunga			579.6	1,021.6					689.8	2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos										
Colihue									88.0	88.0
Espiritu Santo			9.2	242.4					51.0	302.6
Terraza Aluvial	28.2					213.4				241.6
Miscelaneos							122.0	2,243.2	20,920.5	23,285.7
TOTAL	466.6	359.2	2,099.2	3,169.3	65.2	6,157.6	122.0	2,243.2	24,109.2	38,791.5
Tranque ,laguna y playa										30.2
TOTAL GENERAL										38,821.7

CUADRO N* 6
SUPERFICIE SEGUN APTITUD FRUTAL
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	B	C	D	E	Superficie (ha)
Agua Fria		666.0	321.0		987.0
Canela		315.4	113.2		428.6
Choapa	354.4	574.2		65.2	993.8
Huentelauquen			7,000.2		7,000.2
Millahue		553.7	410.3		964.0
Mincha		1,546.2	396.2		1,942.4
Llano Largo	84.0	119.4		63.2	266.6
Tunga		1,601.2	689.8		2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos					
Colihue			88.0		88.0
Espiritu Santo		251.6	51.0		302.6
Terraza Aluvial	28.2	92.8	120.6		241.6
Miscelaneos				23,285.7	23,285.7
TOTAL	466.6	5,720.5	9,190.3	23,414.1	38,791.5
Tranque, laguna y playa					30.2
TOTAL GENERAL					38,821.7

CUADRO N* 7
SUPERFICIE SEGUN APTITUD AGRICOLA
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Superficie (ha)
Agua Fria			61.4	604.6			321.0				987.0
Canela			64.0	251.4			113.2				428.6
Choapa	354.4	359.2			215.0			65.2			993.8
Huentelauquen						5,881.0	1,119.2				7,000.2
Millahue			23.8	529.9			410.3				964.0
Mincha			1,026.8	519.4			396.2				1,942.4
Llano Largo	84.0				119.4	63.2					266.6
Tunga			579.6	1,021.6			689.8				2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos											
Colihue							88.0				88.0
Espiritu Santo			9.2	242.4			51.0				302.6
Terraza Aluvial	28.2				213.4						241.6
Miscelaneos									16,368.9	6,916.8	23,285.7
Total	467.6	361.2	1,767.8	3,173.3	552.8	5,950.2	3,195.7	73.2	16,377.9	6,926.8	38,846.5
Tranque,laguna y playa											30.2
TOTAL GENERAL											38,876.7

CUADRO N* 8
SUPERFICIE SEGUN CLASE DE DRENAJE
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	1	2	3	4	5	6	Superficie (ha)
Agua Fria				987.0			987.0
Canela				428.6			428.6
Choapa		65.2	574.2	190.0	164.4		993.8
Huentelauquen			5,881.0	1,119.2			7,000.2
Millahue				964.0			964.0
Mincha			1,453.6	488.8			1,942.4
Llano Largo					266.6		266.6
Tunga			579.6	1,711.4			2,291.0
Unidades No diferenciadas							
Colihue					88.0		88.0
Espiritu Santo					302.6		302.6
Terraza Aluvial					241.6		241.6
Miscelaneos							
Aluviales	122.0						122.0
Cerros						18,593.9	18,593.9
Quebradas						1,628.6	1,628.6
Caja de Rios						2,062.8	2,062.8
Dunas						698.0	698.0
Rocoso costero						180.4	180.4
Total	122.0	65.2	8,488.4	5,889.0	1,063.2	23,163.7	38,791.5
Tranque,laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N* 9
SUPERFICIE SEGUN GRUPO DE MANEJO
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total(ha)
Agua Fria					61.4	604.6		321.0			987.0
Canela					64.0	251.4		113.2			428.6
Choapa	354.4	359.2	215.0	65.2							993.8
Huentelauquen							5,881.0	1,119.2			7,000.2
Millahue					23.8	529.9		410.3			964.0
Mincha					1,026.8	519.4		396.2			1,942.4
Llano Largo	84.0		182.6								266.6
Tunga					579.6	1,021.6		689.8			2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos											
Colihue								88.0			88.0
Espiritu Santo					9.2	242.4	51.0				302.6
Terraza Aluvial	28.2		213.4								241.6
Miscelaneos									16368.9	6,916.8	23,285.7
Total	466.6	359.2	611.0	65.2	1,764.8	3,169.3	5,932.0	3,137.7	16,368.9	6,916.8	38,791.5
Tranque, Laguna y Playa											30.2
TOTAL GENERAL											38,821.7

A N E X O N º 1

ESTUDIO DE UNIDADES FISIOGRAFICAS

Por considerarlo de interés y como un aporte al Estudio Integreal de Riego- Proyecto Choapa se incluye este Anexo en que se hace una breve descripción de las distintas Unidades Fisiográficas del área del estudio.

Descripción Fisiográfica por Unidades Homogéneas.-

Es difícil, por la falta de datos básicos, entregar una descripción pormenorizada de cada uno de los temas en cada una de las entidades fisiográficas, de manera que la relación que sigue se basa en observaciones de terreno efectuadas por el Consultor y en los documentos analizados.

1.- El Paisaje Litoral.-

Este corresponde a la plataforma litoral, a los cono-glacia y a los primeros relieves montañosos que enfrentan al mar, aún cuando en aspectos tales como clima y vegetación, las características costeras penetran al interior por las quebradas más amplias, y por el abra del río Choapa.

a.- Geología.-

En el litoral del área pueden reconocerse dos unidades geológicas importantes: la Serie Huentelauquén, una de las for-

maciones más antiguas de la costa chilena, presente inmediatamente al norte de la desembocadura del Choapa constituida por esquistos calcáreos, y el granito del batolito costero.

b.- Geomorfología.-

La costa, si bien acusa irregularidades en el detalle, en términos generales es rectilínea y junto a ella se observa una franja angosta de no más de 100 mts. de ancho promedio trabajada por el oleaje, encima de la cual se levanta un acantilado contínuo de 20 a 30 mts. de altitud.

Desde este acantilado hacia el Oriente, las formas de la ierra correspoden básicamente a la plataforma de erosión marina o "raza" que se desarrolla como un plano de 4 kms. en promedio inclinado hacia el Oeste, hacia el Océano, de pendiente general del orden de 5%, que comienza a 200-250 al Este y termina a 20-30 mts. al Oeste en el acantilado referido. Un escarpe de falla orientado hacia el Este observable al poniente de la Carretera Panamericana, interrumpe el aspecto platiforme de la terraza, así como las numerosas quebradas que la atraviesan de Este a Oeste, inscritas o incisas en ella. La plataforma es pedregosa con guijarros anguloso que, al Sur del Choapa, se ha construído sobre esquistos que terminan en la falla mencionada. De allí, hasta los pies de los relieves montañosos costeros, sobre roca granítica, se presenta un glacia de erosión de pendiente superior a la de la terraza, que alcanza hasta las primeras estribaciones montañosas costeras.

Desde el punto de vista del uso de este sector costero, la plataforma de erosión, que ha experimentado procesos de pedogénesis con paleoclimas o climas antiguos más lluviosos, presenta potencialidades para emplearse en la crianza de ganado, de acuerdo con los usos y manejos tradicionales. Es probable que en el futuro, con otras tecnologías y diferentes mercados, puedan aplicarse allí otros usos y aún explotarse otros recursos.

c.- Clima.-

Fuenzalida (1965) reconoce en el sector un clima Costero de Estepa con Nubosidad Abundante o BSn en la Clasificación de Koeppen.

En términos generales, el área de estudio está bajo el dominio del anticiclón del Pacífico, célula de altas presiones ubicada en altura frente a la costa chilena que, según la estación del año, se localiza ya sea hacia los 30ºs en invierno y hacia los 40ºs en verano. Desde esta célula descienden masas de aire, descenso que implica aumentos de su temperatura y, por lo tanto, una mayor capacidad de contención de vapor de agua, por lo que los cielos debieran estar sin nubes la mayor parte del tiempo. Sin embargo, la presencia de la Corriente de Humboldt cercana a la costa con su baja temperatura, estimula la condensación del vapor de agua contenido en las capas inferiores de las masas de aire, fenómeno que da cuenta de la frecuente nubosidad litoral, así como de la bruma o camanchaca.

Estas condiciones litorales penetran al interior por el valle del río Choapa y de quebradas mayores, hasta una altitud de más o menos 300mts., creando un piso climático marino de amplitud variable, según el relieve.

Respecto de precipitaciones, no existe información para el área. Schneider (1969), por extrapolaciones de datos extraidos de estaciones externas al área y de la observación de la vegetación y del relieve, sitúa el sector costero en la isoyeta de 200mm. Se trata de lluvias concentradas en invierno cuando, entre Mayo y Agosto, cae cerca del 85% del total anual mientras que, entre Noviembre y Marzo, no cae más del 3%. La estación seca, entonces, abarca en la práctica 8 meses, de Septiembre a Abril. Pero el litoral profita durante todo el año de las neblinas costeras aludidas, que atenúan la sequedad. En efecto, puede estimarse que la humedad relativa media de todos los meses, se sitúa en torno del 80% mientras que las brumas de las últimas horas de la tarde y hasta el mediodía, son frecuentes todo el año. En cuanto días despejados de nubes, estos no deben superar los 80 en el año.

Datos de temperaturas no existen pero, por interpolaciones de datos de Zapallar y La Serena, la media de Julio debe situarse alrededor de los 11,5º, al paso que la media de Enero en torno a los 20º.

En cuanto vientos, tanto la disposición de las dunas

activas transversales, orientadas de Noroeste a Sureste, así como la inclinación de árboles y arbustos hacia el Noreste, indicarían predominancia de vientos del Suroeste y del Oeste, con con una velocidad estimada de 8 a 12 kms. por hora. La dirección y velocidad del viento, dada la inclinación de la vegetación, parecen ser muy persistentes. Sin embargo, es posible que en algunos días excepcionales de algunos años, éstos alcancen una fuerza mayor. En Valparaíso, 200kms. más al sur, suelen registrarse temporales con vientos cercanos a los 80-90 kms./hora (113 kms./hora en 1880), de donde es posible inferir que también en el área, puedan verificarse vientos de alta velocidad.

d.- Hidrología.-

Desde el punto de vista hidrológico, el predominio de las quebradas en el litoral es generalizado, con la sola excepción del río Choapa que aquí desemboca. Todas ellas corren transversales desde los relieves montañosos hacia el mar, con ciertas sinuosidades debidas al relieve.

Al Norte del río y de Norte a Sur se tiene a las quebradas de San Luis-Los Molles que desembocan en Puerto Oscuro; la de Angostura que lo hace en Palo Parado; la de Mal Paso; Agua Salada en Caleta Manso; El Quillay; Las Cardas en El Peñón; Maintencillo; y Quilicura en Punta Canela. Al Sur del río por su parte, todas de corto recorrido, están las de El Queñe que desemboca en Caleta Huentelauquén; la de Arrayán y la quebrada Honda. En estas

quebradas sólo se verifica escurrimiento con ocasión de lluvias.

Para el río Choapa no hay datos de caudal en la desembocadura que tiene lugar en este paisaje litoral. Sin embargo cabe suponer que los mayores gastos los registra en primavera con crecidas menores en invierno y aguas bajas en otoño, obedeciendo al régimen que registra aguas arriba el que será descrito más adelante en el capítulo de Hidrología General.

e.- Vegetación.-

La vegetación, según Quintanilla (1983), puede diferenciarse entre la propia del litoral arenoso muy poco estudiado, con especies tales como la chamiza (Ambrosia chamissonia), la doca (Carpobrotus chilensis) y suspiro del campo (Nolana paradoxa) y la Estepa Costera de Arbustos y Hierbas Mosófitas. En ella están representadas especies del género Molana como la hierba de la lombriz y el suspiro del campo, la chamicilla (Bahia ambrosioides), el vautro (Baccharis concava), el cacho de cabra o palo negro (Haplopappus foliosus), el pircún (Anisomeria litoralis), la tupa (Lobelia polyphylla) y la puya o cardón, cuya fibra se pretendió industrializar hacia los años 70. Se trata e una planta que ocupa espacios dejados por otras especies.

f.- Fauna.-

Por tratarse de un ambiente litoral, en esta entidad fisiográfica las especies básicas son las propias de los medios

ribereños marinos: pulgas marinas e insectos del tipo del pololito de arena (Phalerisidia maculata) y la chinita (Eriopia connexa), que sirven de sustento a especies de aves como el zarapito (Numenius pheeopus hudsonicus). Otras aves se alimentan de especies marinas como el pilpelén (Haematopus ostralegus pitanay) cuyo alimento lo constituyen moluscos bivalvos, el pollito de mar (Calidria alba), el piquero y el cormorán,mientras en los roqueríos pueden encontrarse lobos marinos. En la plataforma misma o fuera del sector inmediato a la costa, existen liebres y conejos que corresponden a especies introducidas.

2.- Los Terrenos Aluviales del Choapa y sus Tributarios.-

a) Geomorfología.-

El río Choapa y sus tributarios corren encajonados en los relieves de la media montaña de carácter granítico, con la diferencia que mientras el río lo hace inscrito en terrazasa laboradas por él mismo,los tributarios en cambio lo hacen ya sea directamente por su canal de escurrimiento o lecho de escurrimiento, o bien sobre los depósitos pedregosos del lecho mayor.

Los ríos Elqui y Limarí, ubicados inmediatamente al Norte del Choapa, han construido cuatro niveles de terrazas fluviales, cada una de las cuales pueden ser detríticas o de abrasión. De esta forma, en un perfíl transversal de abajo hacia arriba, desde

el lecho de escurrimiento hacia el nivel más alto se tiene: el lecho de escurrimiento, el lecho de inundación o lecho mayor, la terraza baja (ti) la terraza media baja (til), la media media alta (tili) y diferencia de los ríos citados, sólo se presentan dos terrazas: la superior o más alta (tiv) y la baja (ti).

La terraza superior (tiv), ocupa enteramente el interfluvio que separa el Río Choapa del Estero Millahue, desde la Ruta Panamericana hasta Mincha, entre Mincha y la confluencia con el Río Illapel, los más grandes testimonios se han conservado sobre la ribera derecha, más hacia aguas arriba aún se reconocen vestigios facilmente hasta Limahuida en el valle del Río Choapa y hasta Illapel en el valle del Río Illapel, es decir, a vuelo de pájaro, hasta 40kms. del Océano." (Paskoff 1970). Esta terraza presenta en los últimos 15 kilómetros antes de su término cerca del mar, una pendiente de entre 7 y 8 por mil, valor similar a la terraza superior del Elqui en su curso inferior. Se trata de una forma debida a una enorme acumulación de guijarros que, un poco aguas arriba de Mincha, cambia a una superficie cubierta de pastillas aluviales.

La masa pedregosa de acumulación torrencial desordenada y mal clasificada de guijarros y bolones, data del Plioceno según mediciones de muestras de clastos (piedras) efectuadas en terreno, que entregaron débiles índices de aplanamiento, desgaste avanzado y grado de conservación de 57% de guijarros sanos, contra 26% de

alterados y 17% podridos, estas dos últimas categorías referidas casi exclusivamente a clastos redondeados graníticos.

La altura de esta terraza es en la desembocadura de unos cien metros mientras que, entre Mincha y Tunga, se eleva a 200 mts. Por su parte, la superficie entre la desembocadura y Mincha o en el interfluvio Choapa-Millahue, es de aproximadamente 10km2., en su parte más amplia entre Mincha y Tunga y de 4 km2. en Mincha Sur. Los jalones que se observan más arriba de Tunga hasta Coyuntagua, pueden sumar en conjunto otros 5 km2. En total, la superficie plana de la terraza superior, debe alcanzar a unos 37 km2. o 3.700 hás., superficie interesante si se toma en cuenta que esta terraza tiene vocación para la plantación de Atriplex, hecho del que se tiene como ejemplo la plantación realizada en la parte de ella que se encuentra inmediatamente a Este de Mincha.

La terraza inferior (ti) se manifiesta en su mayor amplitud en la desembocadura, a partir de Huentelauquén, donde ocupa alrededor de 6 km2. o 600 hás. y en lugares tales como Mincha y Tunga Norte y Sur, como jirones paralelos adosados al lecho mayor, del que no la separan más de dos metros y, en consecuencia, muy expuesta a la erosión lateral, frecuente en los climas mediterráneos semiáridos con lluvias irregulares como los del Norte Chico. El material de esta terraza no muestra índices de alteración. Los bolones son frescos, así como los guijarros y gravas, con depósitos de arenas dispuestos en lechos, condiciones que

indican una datación cuaternaria de la terraza, lo más probable contemporánea con la última glaciación.

En cuanto al lecho mayor pedregoso éste ocupa, en general, una superficie más amplia que la terraza baja descrita. Por él el río escurre en forma irregular como hilos de aguas que serpentean desordenadamente entre las piedras, por distintos cauces según la importancia de las precipitaciones. Allí la irregularidad de las lluvias hace que la potencia erosiva en los momentos de crecidas tienda siempre a expandir el lecho mayor, en desmedro de "ti", la baja terraza ya descrita y cultivada, por efecto de la "erosión lateral". El río tiene una mayor propensión a ensanchar el lecho mayor que a profundizar su cauce, problema grave si se tiene en cuenta que la baja terraza, expuesta a este fenómeno, es en la práctica la de mayor potencialidad agrícola en el área. Los efectos de la erosión lateral producida por causa de lluvias de montos mayores que se indicaránmás adelante, han sido y pueden ser desastrosos por la potencia que adquiere el agua transformada en barro por la incorporación de materiales finos, que puede desprender bloques completos de terraza, destrozarlos e incorporarlos a la masa líquido viscosa.

Este mismo fenómeno, ocurrido durante las crisis climáticas del pasado, explica la ausencia de terrazas medias y las partes que faltan de la terraza superior e inferior pero aún, con el clima actual, comprometen toda obra humana en la terraza

inferior, tales como viviendas, cultivos, caminos y sobre todo puentes.

Los fondos de los tributarios por último, corresponden a los lechos de inundación tapizados de piedras en general, entre las que pueden serpentear desdordenadamente los hilos de agua de los cauces, pero donde es más frecuente que no se observe escurrimiento por cuanto este es esporádico y está asociado a las lluvias. Estas observaciones son particularmente apropiadas para describir el Estero La Canela entre el camino a Puerto Oscuro y su desembocadura en el Choapa, en las Quebradas de Matancilla y Agua Fría y en los Esteros de Llano Largo y Colihue.

b) Clima.-

El clima de los fondos planos del Río Choapa y los tributarios, en la práctica es una transición entre el clima marítimo costero ya descrito con alta humedad, neblinoso y nuboso que ingresa por el eje del Choapa y por el de las quebradas más abiertas como la de Jabonería y Angostura, y el del interior de Estepa con gran Sequedad Atmosférica o 8St. en la Clasificación de Köeppen ya mencionada, provocado por las masas de aire que bajan desde el anticiclón del Pacífico que aumentan su temperatura y su capacidad para retener vapor de agua, fenómeno que explica la limpidez de los cielos en los fondos planos, con alrededor de 200 días anuales libres de nubes. Las lluvias son irregulares en el tiempo. Respecto de ellas se tiene información para Illapel,

localidad situada inmediatamente fuera del área hacia el occidente, que presenta una precipitación media anual de 219,8mm. Sin embargo, en 1924, registró apenas 16,5mm. caídos en Julio y Agosto, con todos los demás meses absolutamente secos mientras que, en 1914, cayeron 407mm. datos que se anotan con el propósito de destacar la irregularidad interanual de las precipitaciones, problemas que merecen reflexión en un medio en que la roturación de suelos de secano en los faldeos serranos con pendientes fuertes o "lluvias", es frecuente.

c) Hidrología.-

Si bien no existen antecedentes de caudales respecto de las quebradas mayores y esteros del área y puesto que el Río Choapa será tratado en forma específica, sólo es posible tener presente lo apuntado en el tema anterior relativo a la erosión lateral, por su importancia en la protección de recursos y en la mantención de obras de arte, en especial de los puentes.

En cuanto vegetación nativa, esta es sólo relictual mientras que, en relación con la fauna, la falta de antecedentes exclusivos para estos fondos planos no permite describirla en forma específica. Es posible estimar que tanto la flora como la fauna, en buena medida son semejantes o tienen relación con las de las áreas serranas, que serán analizadas a continuación.

3.- Las Formas Serranas de la Media Montaña.-

a) Geomorfología.-

Las formas de la tierra en las áreas serranas, se han configurado de acuerdo con los mecanismos morfogenéticos indicados anteriormente, los cuales han actuado diferentemente según la naturaleza de las rocas expuestas: intrusiones graníticas en general, con formaciones detríticas de orientación Norte-Sur. Esta alternancia de rocas alteradas por acontecimientos climáticos del pasado, entregan una diversidad de formas en lugares próximos entre si.

En todo caso, para el conjunto, se tiene que la acción de los diferentes procesos erosivos que se han sucedido en el tiempo, así como las deformaciones de los materiales por efecto de la tectónica antigua, han entregado pendientes distintas y formas diferentes como resultado final. Formas de cúspides redondeadas con bajadas de pendientes no fuertes, pueden estar próximas a otras de cúspide agudas y fuertes pendientes de bajada, todo lo cual puede inducir a tratarlas como entidades distintas que podrían otorgar matices de suelos diferentes. Sin embargo, la larga exposición de estas rocas diversas a climas antiguos semejantes, es probable que entreguen en superficie una homogeneidad edáfica.

Por último, cabe hacer mención al hecho de que las vicisitudes tectónicas referidas, disponen estos relieves serranos con exposiciones distintas al sol, aspecto que incide en la cantidad de

radiación solar y, por consecuencia, en la capacidad de retención de humedad según la exposición, con todos los efectos que este hecho implica en cuanto vegetación y fauna asociada, pero también en los matices de los suelos.

b) Clima.-

El clima de este sector serrano de la Media Montaña, corresponde al de Estepa con gran Sequedad Atmosférica o BSt en la Clasificación de Köeppen, provocado por las masas de aire que bajan desde el anticiclón del Pacífico que aumentan su temperatura y su capacidad para retener vapor de agua, fenómeno que explica la limpidez de los cielos, con alrededor de 200 días anuales libres de nubes. El ambiente es luminoso y la atmósfera seca, con una humedad relativa no superior al 60%, mientras que las precipitaciones son escasas y extremadamente variables, con años muy secos y otros bastante lluviosos, según ya se ha mencionado.

A causa de la variable exposición de los relieves, es posible distinguir en la media montaña las vertientes expuestas al Norte o al sol o de resolana, secas y las expuestas al Sur, a la sombra o a la umbría, con probabilidades de retener humedad.

c) Vegetación.-

En general corresponde a una Estepa de Arbustos Espinosos, fuertemente intervenida y degradada por la acción humana, por lo que se presenta rala con presencia de cactáceas entre las que es

posible citar Trichocereus litoralis, Trichocereus deserticola, el quisco (Trichocereus coquimbensis y Trichocereus chilensis) y el copao (Eulychnia acida); especies espinosas como la varilla (Adesmia argentea), el espinillo (Adesmia arborea), la jarilla (Adesmia cinerea), el trevo (Trevoa trinervis) y el colliguay (Colliguaya odorifera); el chagual, puya, cardón o maguey (Puya chilensis o Puya berteroniana) de múltiples usos como alimento y fibra; arbustos del género Atriplex; sereno (Atriplex atacamensis), ojalar (A.repanda) y el pasto salado (A.semibaccata), todos ellos importantes en la alimentación de ganado. Para este propósito también se trata de introducir, con cierto éxito, el Atriplex nummularia, especie australiana.

Los árboles, escasos, están representados por el guayacán (Porliera chilensis), el chañar, el algarrobo, el molle (Schinus latifolius), el pimiento (Schinus molle), el litre (Litrahea caustica), el quillay (Quillaja saponaria), el bollén (Kageneckia oblonga), el peumo (Cryptocarya alba) y el boldo (Peumus boldus) entre otros, que ocupan lugares más secos como las vertientes de resolana. Entre los arbustos es posible citar la alcaparra (Cassia coquimbensis), el quebracho (Cassia closiana), la chamiza (Bahia ambrosioides), el mitriu o mitique (Podanthus mitique), el huingán (Schinus polygamus), el mayú (Sophora macrocarpa),el lun (Escallonia revoluta) y el espino (Acacia caven).

d) Fauna.-

La estructura faunística es amplia, aún cuando escasa y poco estudiada. En los documentos consultados (Quintanilla 1983 y Osgood 1943) se mencionan tres felinos, el puma (Felis concolor), el gato de la pampa chilena (Felis pajeros colo colo) y el colo colo (Felis colo colo) propio de los matorrales.

Otras especies son el quique (Galictus cuya) predador de conejos y roedores, el chingue común (Conepatus chinga) y la vizcacha o chinchillón (Lagidium viscacia fematinea). Mamíferos como la chinchilla (Chinchilla chinchilla velligera), el ratón chinchilla (Abrocoma cinerea) y el cururo (Spalacopus cyanus) que habita desde la costa hasta la cordillera andina, al que la población le asigna un rol de depredador de plantas bulbosas.

Los reptiles no son frecuentes. Puede mencionarse Liolaemus nigromaculatus copiapoensis, Gerthia gaudichaudi, Liolaemus chilensis, L.nitidus, la culebra de cola larga en faldeos de cerros (Philodryas sp.), el lagarto y la iguana (Urostrophus valerias chamissonis).

Entre las aves están la tenca comun (Minus thenca), la tenca de alas blancas (Minus triurus), el chercán, la diuca del norte, el jilguero común o canario (Spinus barbatus), la loica (Pezites militaris militaris) y el chirigue (Sicalis luteola luteirentris), el mirlo (Molothrus bonaerensis), el aguilucho

(Butreo polysoma) de gran distribución hasta la cordillera alta, al igual que el águila (Geranoaetus melanolencus), ave cazadora cuyo alimento son culebras, conejos y roedores vivos.

A N E X O 2

LEYENDA GEOMORFOLOGICA ESTUDIO CHOAPA

TOPOGRAFIA

1.- Plano

2.- Plano a ondulado (2-10%)

3.- Ondulado (10-15%)

4.- Ondulado a acolinado (15-20%)

5.- Colinas (20%)

6.- Montaña (20%)

POSICION RELATIVA

1.- Bajo (10 mts.)

2.- Intermedio (10 mts. 25 mts.)

3.- Intermedio/alto (25 mts. a 50 mts.)

4.- Alto (50 mts.)

UNIDAD MORFOLOGICA

TM Terraza marina

DU Dunas eólicas

P Playa

TM
-- Terraza marina de abrasión en roca
R

DL Depósito lagunal

AL Depósito aluvial

T Terraza aluvial (niveles 1-2-3) reciente

TP Terraza pliocénica

C Cono de deyección

U Piedmont

R Afloramientos rocosos

VA Valle aluvial

MATERIALES CONSTITUYENTES

a Grava

b Arena

c Limo

j Arcilla

w Clastos coluviales

g Roca granítica/intrusivos

v Roca volcánica

s Roca sedimentaria

LITOLOGIA

1 heterogénea

2 volcánica

3 granítico/intrusivo

4 sedimentario

A N E X O 3

OTOGRAMAS ESCALA 1:10.000 INFRARROJO COLOR DEL AREA DE ESTUDIO CHOAPA

L-18	006471 a 006497
L-17	006439 a 006470
L-16	006409 a 006438
L-15	006392 a 006407
L-14	006376 a 006391
L-13	006362 a 006375
L-12	006349 a 006361
L-11	6973 a 006361
L-10	6987 a 7007
L- 9	6953 a 6972
L- 8	006749 a 006766
L- 7	006731 a 006738
L- 6	006716 a 006730
L- 5	006739 a 006748
L- 4	006687 a 006715
L- 3	006659 a 006686
L- 2	006641 a 006658
L- 1	006624 a 006640

A N E X O N*4

METODOS ANALITICOS

Se han utilizado en general, los procedimientos analíticos contenidos en el "Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for collecting Soil Samples" del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1972).

- El pH y la conductividad eléctrica (CE) se midieron en el extracto de la pasta de saturación, con un peachímetro digital Orion provisto de un electrodo de vidrio combinado y un conductiví-metro digital WTW respectivamente.

- La materia orgánica (M.O.) se determinó a partir del carbono orgánico (C.O.) por el método de Walkley y Black, mediante digestión con dicromato de potasio y ácido sulfúrico y titulación con sulfato ferroso.

- Para la determinación del CaCO3 equivalente se utilizó el método de Piper o de neutralización ácida y titulación del residuo ácido no neutralizado.

- La capacidad de intercambio catiónico se determinó por saturación con acetato de Na a pH 8.2, con desplazamiento del Na

con acetato de amonio y determinación del Na por absorción atómica en un equipo digital GBC modelo 902.

- Las bases extractables se determinaron por medio del acetato de amonio pH 7.0 y los cationes Ca, Mg, Na y K se midieron por espectrofotometría de absorción atómica.

- Los cationes solubles se midieron por espectrofotometría de aspersión atómica a partir del extracto de saturación.

- Los aniones solubles fueron medidos en el extracto de la pasta de saturación:

  - CO3-- y H2CO3 - titulación con ácido diluido standar usando indicadores para los puntos de equivalencia.
  - CI- por el método de Mohr con nitrato de plata.
  - SO4-- por el método turbidiméetrico con cloruro de bario.

Hierro (Fe) extracción con ditionito - citrato y medición del Fe por espectrofotometría de absorción atómica.

Sodio de intercambio (PSI) estimado a partir de los cationes solubles Ca, Mg y Na (Richards, 1954).

B I B L I O G R A F I A

ALMEYDA Y SAEZ

Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos, Ministerio de Agricultura, Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Santiago, 1958.

BORDEGE, JEAN

Les Andes de Santiago et Leur Avant Paya, étude de Géomorphologie, Unión Francaise D'Impression, Burdeos, 1966.

BOURNAT, GEORGES

Geological and Mineral Exploration in Coquimbo Province, Chile, During the United Nations Special Fund Mineral Survey. V.3 En: Nu Special Fund. Mineral Resource Survey Of the Province Of. Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale De Geophisique, 1965, 6V. Maps., Tabls., Grafs.

BRUGGEN, JUAN

Fundamentos de la Geología de Chile. Inst. Geográfico Militar. Stgo. 1950.

CAMPOS, ORLANDO

Documento inédito. Departamento de Geografía de la

Universidad de Chile. 1955. Citado por Jean Borde en Les Andes de Santiago et leur Avant-Paya.

CIREN

Atlas Agroclimático de Chile: Regiones IV a IX, CIREN, Santiago, 1990. (Publicación CIREN N*87).

CORFO

Mapa Generalizado de Suelos y Descripciones detalladas de Series, Tipos y Fases en el Valle del Río Choapa, 1966. Santiago, Corfo, 1966, 40P. Maps.,

CORFO; DIRECCION GENERAL DE AGUAS; NU

Hidrogeología de la Cuenca del Río Choapa.

Investigación de los Recursos Hidraulicos en la IV Región. Santiago, Corfo, 1979 28P (Proyecto CHI-535),

DIAZ VIAL C, WRIGHT CHARLES

Los Grandes Grupos de Suelos de Chile

DIREC.GRAL.DE AGUAS

Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 Días, Santiago, 1991. 18 láminas, mapas a escala 1:500.000

FUENZALIDA P.H.

Clima, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido,

Capítulo IV, Editorial Universitaria, Stgo. 1965.

FUENZALIDA V.H.

Hidrografía, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido, Capítulo V, Ed. Universitaria, Santiago 1965.

FUENZALIDA V.H.

Biogeografía, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido, Capítulo VII, Ed. Universitaria, Santiago, 1965.

HOFFMANN, ADRIANA

Flora Silvestre de Chile, Zona Central, Segunda Edición revisada y aumentada. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, 1978, 252p.

IIG; MOSCOSO D., RAMON

Geología de la Hoja Los Andes Región de Valparaíso Escala 1:250.000 Santiago, IIG, 1980. 60P. Maps.

IREN;CIFCA

Curso Seminario Sobre Metodologías para el desarrollo de Zonas en Desertificación. La Serena, 8 al 27 de Mayo, 1978 Los Recursos Naturales. V.1. Santiago, IREN, 1978, 12V. Maps., Ilus., Tabls.

IREN; Sánchez Ulloa, Raúl

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. Diagnóstico Integrado. Informe Final. V.1. Santiago, IREN, 1978. 11V., Maps., Cuadrs., Grafs.

IREN; ALCAYAGA CASALI, SERGIO; NARBONA GOMEZ, MANUEL

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. 8 Agrología.. Santiago, IREN, 1977. 11V., Cuadrs., Maps. (Publicación 20),

IREN; FERRANDO ACUÑA; FRANCISCO; MUÑOZ LUZA, MANUEL

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. 6 Geomorfología. Santiago, IREN, 1977. 11V., Maps. (Publicación 20),

IREN; AVENDAÑO VAQUER, SERGIO; ESPINOSA FUENTES, FERNANDO.

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región, 9 Uso y Manejo Actual. Santiago, IREN, 1977. 11V., Cuadrs., Maps. (Publicación 20).

IREN; ORTIZ RIVEROS, ARNOLDO

Reconocimiento Geomorfologico de la zona Litoral entre los paralelos 31 grados 29 minutos y 31 grados 56 minutos en la Provincia de Coquimbo. Santiago, IREN, 1966. 7P (Documento inédito),

IREN; MUÑOZ GUILLERMO, FAJARDO MARIO, HERRERA FERNANDO, MORALES GUILLERMO, HERRERA BENJAMIN

Estudio de Adaptabilidad de terrenos para regadío Valle del Choapa, zona de la Costa. Informe N*8.

LLIBOUTRY, LUIS

Nieves y Glaciares de Chile, Fundamentos de Glaciología, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1956.

NU. SPECIAL FUND

Mineral Resources Survey Of The Province Of Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale de Geophysique, 1965. 6V., Maps., Tabls., Grafs.,

PASKOFF, ROLAND

Recherches Géomorphologiques dans le Chili Semi-Aride, Ed.Biscaye Freres, Burdeos, 1970, 385p.

PESCE P.DANTE

Descripción generalizada de suelos del Valle del Choapa.

PIRACES L., RAYMUNDO; IIG

Informe sobre la geología de las hojas Ovalle e Illapel. Santiago, IIG, 1977. 65P. Maps.,

QUINTANILLA, VICTOR

Biogeografía, en Geografía de Chile, IGM, Santiago, 1983, 225p. (pág. 49-59 y 60-62 para el Area de Estudio).

SCHNEIDER, HANS

El Clima del Norte Chico, Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Santiago, 1969, 132 p.

VILLEMUR, J.R.

Geológical And Mineral Exploration in the Illapel Area Coquimbo Province Northern Chile. V.2. En; Nu Special Fund Mineral Resources Survey Of The Province Of Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale De Geophysique, 1965, 6V. Maps., Tabls., Grafs.,

COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS

(SECTOR ILLAPEL – TERRAZAS LITORALES)

INFORME FINAL

INGENIERIA AGRICOLA LIMITADA

BENJAMIN HERRERA R. FERNANDO HERRERA L. Ingenieros Agrónomos

SANTIAGO DICIEMBRE 1993



COMISION
NACIONAL
DE RIEGO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS

(SECTOR ILLAPEL - TERRAZAS LITORALES)

INFORME FINAL

INGENIERIA AGRICOLA LIMITADA

BENJAMIN HERRERA R. FERNANDO HERRERA L. Ingenieros Agrónomos

SANTIAGO DICIEMBRE 1993

R E S U M E N

La Comisión Nacional de Riego mediante licitación pública adjudicó a la firma consultora **Ingeniería Agrícola Ltda.** la ejecución del Estudio de Suelos del Valle del Choapa y sus Tributarios, estudio temático fundamental para la pos-terior realización del Estudio Integral de Riego - Proyecto Choapa.

El objetivo central del trabajo fué el reconocimiento, clasificación y cartografía de suelos, a nivel semi detallado, escala de trabajo 1:20.000, con fines de regadío, de una superficie aproximada de 40.000 hás. El área reconocida comprendió el Valle del Río Choapa desde su junta con el río Illapel hasta la desembocadura en el Oceáno, las terrazas litorales y los terrenos utilizables de sus Tributarios.

El presente trabajo incluyó también el estudio de otras variables, tales como geomorfología, procesos morfogenéticos, caracterización climática y evaluación del potencial agroclimático, variables todas que en su conjunto permitieron una mejor interpretación de las características agrológicas y de aptitud de los terrenos.

Por presentar la zona algunos rasgos especiales ya que incluye las llamadas Comunidades del Norte Chico, que ocupan grandes extensiones de terreno y cuya influencia sobre el uso

y manejo de los suelos es notorio, la Comisión Nacional de Riego, estimó necesario complementar el estudio agrológico con antecedentes adicionales dando orígen así a un capítulo que se denominó "Presentación Geográfica y Socioeconómica del Area". En él se analizaron aspectos tales como el uso de la tierra y la economía del área, la evolución de la población, los procesos morfogenéticos, la orografía, la hidrografía y la dinámica vegetacional.

Paralelamente se hizo un estudio de Clima y Agroclima cuyo objetivo fué caracterizar el sector e identificar las posibles limitaciones que impondría el clima a una diversificación de la agricultura existente. Los resultados permitieron la determinación de 6 Distritos Agroclimáticos entregándose para cada uno de ellos sus características y un diagnóstico del comportamiento de diferentes cultivos.

El reconocimiento de suelos cubrió una superficie total de 38.821,7 hás. De acuerdo a los Términos de Referencia de la licitación, el estudio se hizo según las pautas del Manual de Reconocimiento de Suelos (Soil Survey Manual 1984).

Como cartografía básica se usaron los planos topográficos escala 1:10.000 proporcionados por la Comisión Nacional de Riego y se contó además con los fotogramas infrarojo color escala 1:10.000. La escala de trabajo y de presentación de los diferentes estudios temáticos se hizo a escala 1:20.000.

Por considerarlo como una herramienta fundamental para el reconocimiento agrológico, la consultora realizó previo a él,un estudio geomorfológico del área que se tradujo en la confección de cartas de Unidades Geomorfológicas. Posteriormente y basados en este estudio, se realizó el reconocimiento de suelos propiamente tal, lo que permitió agrupar suelos que genéticamente tienen igual orígen, evolución de desarrollo, posición y morfología.

De acuerdo al estudio señalado fué que se agruparon los suelos de la siguiente manera:

a.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.-

Estas terrazas litológicamente corresponden a rocas sedimentarias marinas constituidas principalmente por areniscas, pizarras y calizas. Se describió la Serie Huentelauquén.

b.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas (Aluviales antiguas).-

Son antiguas terrazas del río Choapa hoy día ubicadas a alturas de 100mts. sobre el nivel actual del río. El suelo se ha desarrollado a partir de gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de orígen granítico. Se describieron las Series Tunga y Mincha.

c.- Suelos de Piedmont y Conos.-

Los conos de deyección están formados principalmente por

material transportado proveniente de la descomposición y erosión de las rocas de los frentes rocosos de los Valles. La imbricacion de los conos formó en algunos sectores amplios piedmont. Se describieron las Series Millahue, Canela y Agua Fría.

d.- Suelos de las Terrazas Aluviales.-

Dada la orografía muy rigurosa existente en el área, las terrazas aluviales ocupan poca extensión, a excepción de las ubicadas en la desembocadura del río Choapa. En general los tributarios presentan escaso desarrollo de terrazas ya que los ciclos de alta pluviosidad provocan riadas que las erosionan y dejan cubiertas de piedras y rocas.

Se describieron las Series Choapa y Llano Largo.

A fín de lograr una mejor caracterización de las Series, se realizaron análisis químicos y físicos completos, señalando para cada una sus características y posibles respuestas a la puesta en riego.

Se confeccionaron cartas interpretativas de Capacidad de Uso, Aptitud de Regadío, Aptitud Frutal, Aptitud Agrícola y Grupos de Uso y Manejo.

El cuadro que se presenta a continuación muestra para toda el área estudiada, la clasificación por Capacidad de Uso de los Suelos en las distintas Unidades Fisiográficas.

	II	III	IV	VI	VII	VIII	TOTAL HAS.
Terrazas Aluviales del Choapa	164,4	549,2	215,0	65,2			993,8
Terrazas aluviales Tributarios	28,2	84,0	212,2	183,8			508,2
Terrazas Aluviales Antiguas		1.606,4	1.541,0	1.086,0			4.233,4
Terrazas Marinas			5.881,0	1.119,2			7.000,2
Piedmont y Conos		158,4	1.628,3	983,5			2.770,2
Cerros y Quebradas					16.246,9	3.975,6	20.222,5
Otros Misceláneos					122,0	2.941,2	3.063,2
Total	192,6	2.398,0	9.477,5	3.437,7	16.368,9	6.916,8	38,791,5
Tranque, Laguna y Playa							30,2
TOTAL GENERAL							38.821,7

EQUIPO PROFESIONAL

PARTICIPANTE EN EL ESTUDIO

Benjamín Herrera Riesco	Ingeniero Agrónomo Esp. en Suelos
Fernando Herrera Larraín	Ingeniero Agrónomo Esp. en Suelos
Ricardo Honorato Pinto	Ingeniero Agrónomo Dr. Pedalogía
Arnoldo Ortiz Rivero	Geólogo Esp. en Gemorfología
Juan Valenzuela Palma	Geógrafo
Horacio Merlet Badilla	Ingeniero Agrónomo Esp. en Clima
Jorge Sandoval Baesa	Ingeniero de Ejecución
Sebastian Herrera Infante	Egresado de Agronomía
Adolfo Rillón Kolbach	Egresado de Agronomía

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS

I N D I C E

MATERIA		PAGINA
I.-	**INTRODUCCION.-**	1
II.-	**OBJETIVOS GENERALES.-**	5
III.-	**METODOLOGIA GENERAL.-**	6
IV.-	**PRESENTACION GEOGRAFICA Y SOCIOECONOMICA DEL AREA.-**	12
1.-	Localización del área de estudio	12
2.-	Uso de la Tierra y Economía del área	13
3.-	Evolución de la población	18
4.-	Los Procesos Morfogenéticos	21
5.-	La Orografía	26
6.-	La Hidrografía	30
7.-	Dinámica Vegetacional	31
V.-	**DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.-**	34
1.-	Aspectos Generales	34
2.-	Metodología del Levantamiento Geomorfológico	35
3.-	Resultados	39
3.1.-	Franja Costera	40
3.2.-	Relieve Intermedio	42
3.3.-	Valles Transversales	43
VI.-	**CLIMA Y AGROCLIMA.-**	45
1.-	Generalidades	45
2.-	pectos Metodológicos	47

2.1.-	Caracterización climática	47
2.1.1.-	Variables Agroclimáticas descritas en el estudio.	49
2.2.-	Diagnóstico Agroclimático	52
3.-	Resultados	56
3.1.-	Caracterización Agroclimática del Area	56
3.2.-	Evaluación del Potencial Agroclimático	59
3.3.-	Vientos	77
VII.-	**ESTUDIO DE SUELOS**	80
1.-	Introducción	80
2.-	Metodología	80
2.1.-	Antecedentes existentes	80
2.2.-	Cartografía y Aerofotografía Básica	81
2.3.-	Preparación del Reconocimiento	81
2.3.1.-	Etapa de terreno	82
2.3.2.-	Etapa final de Gabinete	83
2.4.-	Unidades de Clasificación e Interpretativas	83
2.4.1.-	Unidades Taxonómicas y Cartográficas	83
2.4.2.-	Unidades Interpretativas	85
2.5.-	Leyendas Descriptivas, Simbología y Definiciones.	86
2.5.1.-	Leyendas Descriptivas y símbolos	86
	a.- Profundidad del Perfíl	86
	b.- Pedregosidad superficial	87
	c.- Textura del Suelo	88
	d.- Pendientes	88
	e.- Erosión	89

f.- Drenaje interno 90
g.- Salinidad 90
h.- Alcalinidad 91
i.- Inundación 91

2.5.2.- Clasificaciones interpretativas 92
2.5.2.1.- Capacidad de Uso 92
a.- Clases 92
b.- Subclases de Capacidad de Uso 95
c.- Unidades de Capacidad de Uso 96
2.5.2.2.- Aptitud de Suelos para el regadío 97
a.- Categorías 97
b.- Subcategorías 98
2.5.2.3.- Aptitud frutal de los suelos 99
2.5.2.4.- Aptitud agrícola de los suelos 101
2.5.2.5.- Clases de Drenaje de los Suelos 104
2.5.2.6.- Grupos de Manejo 106
3.- Resultados del Reconocimiento Agrológico 110
3.1.- Suelos de las Terrazas Marinas 110
3.1.1.- Serie Huentelauquén 111
3.2.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas 117
3.2.1.- Serie Tunga 117
3.2.2.- Serie Mincha 121
3.3.- Suelos de Pendientes y Conos 125
3.3.1.- Serie Millahue 126
3.3.2.- Serie Agua Fría 129
3.3.3.- Serie Canela 133

3.4.- Suelos de Terrazas Aluviales 137

3.4.1.- Serie Choapa 138

3.4.2.- Serie Llano Largo 142

3.5.- Unidades No Diferenciadas 145

3.5.1.- Terrazas aluviales recientes 145

3.5.2.- Conos y Piedmont 146

3.5.2.1.- Conos y Piedmont del estero Espíritu Santo 146

3.5.2.2.- Conos y Piedmont del estero Colihue 147

3.5.3.- Grupos Misceláneos de Suelos 148

3.5.3.1.- Misceláneo Aluvial 148

3.5.3.2.- Misceláneo Caja de Río 148

3.5.3.3.- Misceláneo Cerro 149

3.5.3.4.- Misceláneo Quebrada 149

3.5.3.5.- Misceláneo Rocoso 150

3.5.3.6.- Otros Misceláneos 150

4.- Génesis y Clasificación de los Suelos 151

4.1.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras 152

4.2.- Suelos de las Terrazas Pliocénicas 153

4.3.- Suelos de los Piedmont y Conos Antiguos 155

4.4.- Suelos Aluviales 157

4.5.- Características Físicas Químicas y Físico Químicas de los Suelos 159

4.6.- Curvas de Infiltración 165

5.- Tabulaciones 174

Cuadro N*1.- Superficie por Unidades Fisiográficas. 174

Cuadro N*2.- Superficie por Serie de Suelos 175

Cuadro N*3.- Superficie de Capacidad de Uso Clases y Subclases. Detalle por 176

serie.
Cuadro N*4.- Superficie según Aptitud de Riego detalle por Categoría y Subcategoría. 177
Cuadro N*5.- Superficie según Aptitud de Riego, Categorías y Subcategorías. Detalle por Serie de Suelo. 177
Cuadro N*6.- Superficie según Aptitud Frutal. Detalle por Serie de Suelos. 178
Cuadro N*7.- Superficie según Aptitud Agrícola Detalle por Serie de Suelos. 179
Cuadro N*8.- Superficie según Clase de Drenaje Detalle por Serie de Suelos. 180
Cuadro N*9.- Superficie según Grupo de Manejo. Detalle por Serie de Suelos. 181

A N E X O S

Anexo N*1.- Estudio de Unidades Fisiográficas 182
Anexo N*2.- Leyenda Geomorfológica Estudio 199
Anexo N*3.- Fotogramas Escala 1:10.000 201
Anexo N*4.- Métodos Analíticos 202

Bibliografía 204

ESTUDIO DE SUELOS DEL VALLE DEL RIO CHOAPA Y SUS TRIBUTARIOS.-

I.- INTRODUCCION.-

La Comisión Nacional de Riego, cuyo marco de referencia fue fijado por el D.F.L. 1172 de 1975, tiene como Rol Fundamental "Asegurar el Incremento y Mejoramiento de la Superficie Regada del País". Como herramientas básicas para cumplir este objetivo central, la misma Ley le entregó la facultad de realizar estudios multi e inter-disciplinarios, específicamente, Proyectos Integrales de Riego y la posibilidad de contratar las partes o el todo de este tipo de estudios.

En este contexto, la Comisión Nacional de Riego ha desarrollado una Metodología definida que le ha permitido, desde 1976, ejecutar Estudios Integrales en diversas cuencas hidrográficas del país.

Particularmente importantes han sido los Estudios Integrales del Huasco, Elqui, Aconcagua, Rapel, Maule, Mataquito, etc., algunos de cuyos resultados empiezan actualmente a concretarse con la construcción del Embalse Santa Juana (Huasco III Región), Canal Pencahue (Maule VIII Región), y Canal Laja-Diguillín (VIII Región) como obras mayores,además de diversas obras medianas y menores, pero importantes desde el punto de vista del desarrollo agropecuario nacional.

En este marco, se ha definido el "Estudio Integral de Riego - Proyecto Choapa", ya en proceso de ejecución a través de la obtención, en una primera instancia, de la cubierta fotográfica y el levantamiento aerofotogramétrico, escala 1:10.000 (1992-1993) y la cobertura con estudios de suelos y cartografía interpretativa de uso y manejo, del cual este informe es parte.

En efecto, mediante licitación pública, la Comisión Nacional de Riego adjudicó a la firma consultora **Ingeniería Agrícola Ltda.**, el "Estudio de Suelos del Valle del río Choapa y sus Tributarios", uno de los estudios temáticos fundamentales para la ejecución posterior del Estudio Integral.

La superficie total que cubrirá el Proyecto Integral es algo superior a las 800.000 hás., dentro de la cual deberán analizarse diversos fenómenos tanto naturales como culturales que, a la postre permitirán la formulación de programas de desarrollo agropecuario para el área. Sin embargo, desde el punto de vista de suelos potencialmente utilizables, aún considerando tecnologías de punta, se calcula una cifra cercana a las 90.000 hás., incluyendo sectores tributarios y franja litoral.

Este total de suelos utilizables se encuentra parcialmente cubierto por reconocimientos efectuados para CIREN en 1992 y 1993, que corresponden a áreas bajo canal del valle del río Choapa, desde la confluencia con el río Illapel hasta su nacimiento al oriente

y el propio valle del río Illapel.

En consecuencia, el resto del área, desde la junta con el río Illapel hasta la desembocadura del río Choapa en el océano, las tierras utilizables de sus tributarios, aquellas del estero Canela y de las terrazas litorales, constituye el área de estudio de la licitación adjudicada a la empresa **Ingeniería Agrícola Ltda.**, objeto de este informe. Su superficie se estima globalmente, en 40.000 hás.

Cabe destacar que, el presente trabajo, cuyo objetivo central es el Reconocimiento, Clasificación y Cartografía de los suelos implica, además, el estudio y análisis crítico de otras variables, cuyo conjunto permitirá la interpretación más acabada de las características agrológicas y de aptitud de los terrenos. En este sentido, las variables geomorfología, procesos morfogenéticos, caracterización climática y evaluación del potencial agroclimático del área, en tanto refleja eventos fenológicos, serán de inestimable valor en la implementación de los eventuales programas de desarrollo agropecuario que puedan surgir como resultado del Estudio Integral definitivo.

Finalmente, en el levantamiento agrológico se han incorporado conceptos nuevos de uso considerando que, mediante tecnologías de punta, como son los actuales sistemas de riego tecnificado (aspersión, goteo, microaspersión), es posible ahora

utilizar suelos marginales, anteriormente sin uso desde el punto de vista riego, como son aquellos clasificados en clases VI y VII de Capacidad de Uso. Areas con esta clasificación han sido incorporadas a la envolvente del estudio pensando que, con las debidas precauciones de manejo, la mínima labranza implícita en los nuevos sistemas de irrigación, la alta productividad de las nuevas variedades de cultivos y las excelentes posibilidades del clima de esta zona, ellas serán en alguna medida utilizadas en el futuro cercano.

Complementan el estudio llevado a cabo por **Ingeniería Agrícola Ltda.**, antecedentes analíticos completos, tanto químicos como físicos y un análisis crítico sobre el Uso de la Tierra y la Economía en la zona estudiada.

II.- OBJETIVOS GENERALES.-

El objetivo central, de acuerdo a los Términos de Referencia de la Consultoría, es la elaboración del Estudio de Suelos, a nivel semi-detallado, escala de trabajo 1:20.000, con fines de regadío, de un sector de los terrenos agrícolas del valle del río Choapa y sus Tributarios. El reconocimiento agrológico contempla la tipificación de sus pedones en términos de su caracterización morfológica, físico-química e hídrica y representación cartográfica, especialmente la identificación de unidades interpretativas de conservación, aptitud y manejo.

Como información adicional se considera la obtención y análisis de antecedentes socio-económicos de la población de la zona, agroclimáticos, geológicos y de procesos morfogenéticos, generadores del modelado del paisaje, así como características de uso y manejo agrícola de los suelos.

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos básicos de la Consultoría, la firma **Ingeniería Agrícola Ltda.**, ha diseñado una Metodología, cuyos aspectos generales se explicitan en los acápites siguientes.

III.- METODOLOGIA GENERAL.-

El diseño metodológico general, cuyo detalle se específica en los capítulos respectivos, pretende mostrar los aspectos más relevantes de la ejecución del reconocimiento agrológico, aspecto central, y de la información complementaria, la cual será fundamental en la caracterización y situación actual de los suelos.

Aunque la zona comprendida por esta consultoría constituye, solamente, una parte del total del área que considerará el Estudio Integral de Riego de la Cuenca del río Choapa, en ella se advierten unidades geográficas relevantes desde variados puntos de vista; así, por ejemplo, entre las unidades geomorfológicas pueden señalarse las terrazas litorales, las terrazas antiguas interiores (pliocénicas), formaciones aluviales, formaciones aluvio-coluviales y formas montañosas. Estas diferencias de modelado terrestre implican, por otra parte, rasgos climáticos y agroclimáticos diversos en la medida que la influencia marina se hace más débil y empiezan a prevalecer condiciones más mediterráneas. A todo este esquema natural, se suman los efectos culturales y socio-económicos de una población que, también, presenta algunos rasgos especiales; en este sentido, dentro del área del levantamiento, se incluyen asentamientos humanos carac-terísticos en la zona, como son las llamadas "Comunidades del Norte Chico", cuya influencia sobre el uso y manejo de los sue-los es,en sectores, ostensible (caso de las "lluvias" o áreas de terrenos de uso comunitario).

En consecuencia, en este esquema tan complejo, la Comisión Nacional de Riego estimó importante complementar el estudio agrológico con antecedentes adicionales que permitieran caracterizar adecuadamente esta diversidad.

En este contexto metodológico, por lo tanto, el estudio se estructuró en las siguientes etapas o fases principales.

1.- Una recopilación y análisis exhaustivo de la información existente, tanto sobre la base de informes y estadística numérica como de información cartográfica. Es así que se ha analizado con especial énfasis aquella información agrológica pre-existente (CIREN-SAG-CORFO), así como el uso del suelo en áreas con topografía o condiciones de suelos diferentes a las habituales en términos de una agricultura tradicional y que, en la actualidad, pudieren ser objeto de uso mediante sistemas de regadío tecnificado. Particular interés se ha tenido con aquellos suelos altamente salinos o alcalinos como ocurre, fundamentalmente, en las terrazas marinas litorales.

2.- Sobre la base del análisis anterior, complementado con la información de terreno, se dio forma al primer capítulo correspondiente a la Presentación Geográfica y Socio-económica del Area.

La descripción y caracterización del área se conformó, en consecuencia,a partir de las siguientes variables naturales y culturales:

Ubicación Física y Geográfica del Area,como su nombre lo indica, se define globalmente la envolvente del estudio, aludiendo a sus características geográficas más relevantes.

El Uso de la Tierra y la Economía, se define el sector en términos del uso y manejo actual, incorporando antecedentes de huertos frutales elaborados por CIREN, complementado por un proceso de foto-análisis para cultivos estacionales.

En este análisis se trata con particular detención el uso de terrenos comunitarios correspondiente a ciertos derechos que las Comunidades habrían adquirido sobre terrenos de secano denominados "lluvias" y que ha originado severos procesos erosivos en los suelos.

La Evolución de la Población, Proceso analizado entre los censos de los años 1982 y 1992.

Los Procesos Erosivos o Morfogenéticos,corresponde al análisis de procesos de morfogénesis actuando sobre una geología dominante, cuya influencia ha sido decisiva en el modelado actual

de las formas terrestres. Demás está señalar la importancia de estos procesos en la interpretación correcta de las variables que permitieron la definición de las series de suelos, su clasificación taxonómica y la interpretación del uso y manejo.

La Orografía, cuyo análisis, a partir del estudio de las curvas de nivel de las cartas 1:250.000 del I.G.M., de la información fotogramétrica proporcionada por la Comisión Nacional de Riego y de las visitas a terreno, complementaron la división en unidades geomorfológicas homogéneas.

La Hidrografía, que permite identificar la estructura de la cuenca del río Choapa, su eje principal y sus tributarios.

La Vegetación.- Es analizada globalmente tanto en términos de sus características silvestres relictuales como introducidas.

Tanto los detalles de la flora como la fauna asociada a la vegetación, de acuerdo a las cadenas tróficas, son tratados en anexos en los aspectos de fisiografía.

El Clima.- Constituye uno de los estudios complementarios de interés, puesto que determina el uso agrícola de los suelos, las especies y variedades predominantes y define los períodos fenológicos diferenciados por zona agroclimática.

La información climática y agroclimática fue elaborada fundamentalmente sobre la base de antecedentes de CIREN contemplando, explicita o implicitamente, entre otros aspectos, la pluviometría, las temperaturas, los vientos predominantes y eventos especiales como, por ejemplo lluvias en 24, 48 y 72 horas y su influencia en la evolución de los relieves.

3.- La tercera fase metodológica general de la Consultoría llevada a cabo por **Ingeniería Agrícola Ltda.**, la constituyó el Reconocimiento Agrológico propiamente tal y dos estudios básicos que complementan el objetivo central, ellos son:

- La Descripción y Análisis de las Unidades Geomorfológicas, y

- El Estudio Climático y Agroclimático. Cada uno de ellos ha significado la elaboración de un capítulo específico y la confección de una cartografía temática, también, específica. El detalle metodológico es tratado en los capítulos correspondientes.

El Reconocimiento Agrológico, la clasificación taxonómica, los análisis químicos, físicos y de constantes hídricas, así como la determinación de las información interpretativa de Capacidad de Uso, Aptitud para el regadío, aptitud frutal y agrícola y Unidades de Manejo y su representación cartográfica

escala 1:20.000 (escala de trabajo y de presentación) son tratados metodológicamente, en detalle, en los acápites correspondientes, configurando los capítulos centrales de la Consultoría encargada a **Ingeniería Agrícola Ltda.** por la Comisión Nacional de Riego.

IV.- PRESENTACION GEOGRAFICA Y SOCIO ECONOMICA DEL AREA

1.- Localización del Area de Estudio.-

El área de estudio se ubica geográficamente entre los 31º19' y 31º44' de latitud sur y 71º17' y71º35' de longitud oeste. La superficie aproximada de 40.000 hás. comprende el valle del río Choapa, entre su desembocadura y la confluencia con río Illapel, el valle del estero Canela, incluídas las localidades de Canela Alta y Canela Baja, otros tributarios menores del Choapa y las terrazas litorales contiguas a la desembocadura de este mismo río.

En términos generales se ubica en la zona semiárida del país conocida tradicionalmente como "Norte Chico" o "Zona de Los Valles Transversales", que se desarrolla en las actuales regiones III y IV. Desde el punto de vista político-administrativo, se ubica en las comunas de Canela e Illapel de la Provincia de Choapa, IV Región de Coquimbo.

Respecto de la denominación de "Valles Transversales" con que se alude a la región, es necesario tener presente que, aunque todos los valles del país son transversales, lo que ocurre en el Norte Chico, es que allí la Depresión Intermedia no existe. Su espacio está ocupado por relieves montañosos, atravesados de Este a Oeste por cursos de agua, cuyos valles se presentan entonces como entidades destacadas dentro del aspecto general montañoso. De Norte a Sur, tales ríos son el Copiapó y el Huasco en la III

Región, el Elqui, el Limarí, el Choapa y el Quilimarí en la IV, a los que se deben agregar el Petorca y el Ligua, ya en la V Región.

2.- Uso de la Tierra y Economía del Area.-

Con la sola excepción del fundo Huentelauquén, el área está dominada por una estructura agraria compleja y excepcional, conocida como Comunidades Agrícolas Tradicionales, cuyo origen proviene de la época hispánica. En ella la tenencia de la tierra, en general, no se afirma en la actualidad en títulos de dominio que amparen a los tenedores. Derechos sucesionales por herencias no perfeccionadas en el pasado son comunes lo que, en un medio social en que la posesión de tierra bajo riego es una aspiración de todos, ha atomizado los predios al punto de que aquellos de una hectárea o más son excepcionales, con el agravante de que los citados derechos sucesionales sobre un mismo predio, pueden ser compartidos por diversas personas. Se registra entonces una fuerte fragmentación de los derechos sobre las tierras regadas y el acceso al secano con sus recursos de suelos cultivados en las denominadas "lluvias" a título individual, y a los pastos del secano en que pasta libremente el ganado.

En las comunidades, al contrario de lo que pudiera desprenderse de este nombre, si el "mingaco" o forma de ayuda mutua entre sus miembros puede asumir un cierto rol, lo efectivo es que en ellas prevalece el individualismo. Cada cual o cada familia, trabaja su pedazo de terreno regado y su "lluvia" o retazo de

secano, aparte de tener derecho a que su ganado paste libremente en el secano no destinado a cultivos.

Se han realizado esfuerzos para regular la tenencia de la tierra a través del reconocimiento de títulos de dominio por parte del Estado. Esta es una fórmula de solución reciente, que deberá sobreponerse al peso de la tradición ya que es posible que en el futuro se continúe con la tendencia tradicional a no perfeccionar las herencias.

El uso de la tierra, en un contexto como el señalado, es simple. En las terrazas bajas del Choapa, así como en los aluviones del estero Agua Fría en el sector del mismo nombre y en el estero La Canela, entre Canela Alta y Canela Baja, es decir, en los suelos regados del área de estudio, se practica una agricultura de cultivos de rotación, fundamentalmente de chacarería. En ellos, cuya producción sirve ante todo para el sustento familiar al interior de una economía de subsistencia, pueden darse casos de ventas de productos. Allí es difícil intentar la aplicación de una agricultura masiva de mercado, precisamente por la atomización de los predios cuyas superficies no se adecuan a ese propósito. De hecho, no se registran plantaciones frutícolas, a pesar de la bondad de los suelos, del clima y de la presencia de agua de regadío.

La superficie total de suelos bajo riego en las Comunidades, es insuficiente incluso para la práctica de cultivos de subsistencia.

En realidad, es el secano el que está volcado hacia el mercado, pero en ese ambiente hay que distinguir la agricultura de secano, también de subsistencia, de la ganadería caprina que es la que permite las transacciones y por lo tanto la que entrega medios de pago a los productores.

En mas o menos un 10% de los suelos de secano, tanto en aquellos de la plataforma litoral, como en los de la terraza aluvial superior y de los cerros, también se practican cultivos pero sólo de trigo en las citadas "lluvias". De ellos, por sus consecuencias en materia de preservación de los recursos, cabe hacer mención a las "lluvias" en el secano, desarrolladas en los cerros con pendientes fuertes, superiores al 10%, en el que el suelo se rotura en otoño y se siembra después de las primeras lluvias.

De esta manera, si el año es excepcionalmente lluvioso o si una lluvia fuerte cae sobre el suelo roturado, se corre el riesgo de someterlo a un proceso de erosión muy agresivo, que puede llegar incluso a movilizarlo íntegralmente aguas abajo y, en consecuencia, a eliminar cualquiera posibilidad de cultivo posterior. El paño queda desprovisto de suelo.

En todo caso, según información dada por los propios campesinos, un mismo paño o "lluvia" es cultivado con trigo año tras año, sin descanso, por seis a un máximo de diez años, hasta que este pierde su fertilidad, caso en que se cambia de paño. Bajo tales prácticas, todo sugiere que los suelos de los cerros del área están en peligro de extinción. En la misma situación se encuentra la vegetación nativa. De hecho en las "lluvias" esta es completamente extirpada, para facilitar los trabajos de preparación del terreno para la siembra y la cosecha, fenómeno que por si mismo constituye un muy grave problema puesto que, en la medida en que se requiere de nuevos paños para convertirlos en "lluvias", el proceso de degradación vegetacional se acelerará.

La ganadería por su parte, mayoritariamente caprina, se alimenta libremente con los pastos naturales que crecen en la plataforma litoral, en la terraza aluvial superior y en los cerros, desde las primeras lluvias de otoño hasta la primavera. Ya desde Noviembre y hasta Marzo-Abril, el ganado es trasladado hacia las invernadas de la alta cordillera, en un movimiento de transhumancia anual característico del Chile semiárido.

El ganado caprino provee de carne, cuero y leche, todos ellos comercializables, en especial la leche que es transformada en queso de cabra, importante producto de transacción en la economía campesina. Ciertamente que esta actividad no es especializada en ninguno de los rubros de producción. La masa ganadera no es de

selección sino polivalente. Se pretende que ella sea capaz de proveer carne, cuero y leche, con lo que el ganado no entrega ni cantidades ni calidades en ninguno de estos rubros. La carne de cabra no ha logrado un mercado de selección, mientras el cuero no es de calidad y la producción de leche no supera los 0,3 lts/día/-cabra en el período de lactancia.

La fabricación del queso de cabra es artesanal y se atiene al bajo nivel cultural de los comuneros y a los escasos medios disponibles, tales como el agua para la limpieza personal y la energía necesaria para, por ejemplo, pasteurizar la leche. Sin embargo, el mercado de estos quesos registra un aumento constante, de manera que una fracción de la producción, aquella que se ha subordinado a las exigencias sanitarias, puede encontrarse en supermercados con clientela exigente. De esta forma, cabe suponer que la demanda potencial es importante pero, para aumentar y mejorar la producción lechera y de quesos en industrias familiares de corte artesanal, sería necesario introducir razas caprinas lecheras con rendimientos de más de dos lts/día/cabra como las que se crían en otros países, en especial en España y sobre todo en Francia, asimismo, enseñar las técnicas apropiadas a los comuneros e introducir normas sanitarias estrictas en los procesos de fabricación y en la certificación de calidad, y, por último, tendría que aumentar el esfuerzo por introducir especies forrajeras adaptadas a la larga sequía de la región, que permitieran alimentar en forma permanente al ganado y que pudieran reducir la transhumancia a una condición de práctica

excepcional.

Otra actividad tradicional de los habitantes del área es la minería, en especial la del cobre, siempre y cuando los precios internacionales lo permitan. Cuando este se ubica por sobre el dolar la libra, muchos comuneros abandonan las tareas agrícolas, para dedicarse a"pirquineros" en la pequeña minería. Minas de cobre de la pequeña minería existen en el área, como las de Cayutunga, El Jote, Piedra Blanca y La Colorada, localizadas en Tunga Norte y Tunga Sur, mientras en Mincha se han explotado otras en el pasado.

Así se tiene que los comuneros tienen una doble vocación: la ganadería que asume relevancia en los años pluviométricamente buenos y la minería según el precio del cobre. La actividad minera la pueden ejercer como pirquineros, o como trabajadores de la mediana minería. Ambos factores entonces, motivan movilizaciones y residencias diferentes de la población, según prevalezcan las condiciones climáticas o las del precio del cobre.

3.- Evolución de la Población.-

La evolución de la población puede ser observada por medio de los datos censales de 1982 y 1992 de la Comuna de Canela a nivel de 13 de los 14 Distritos que la componen. Se excluye el Distrito de Las Palmas de la misma comuna, por quedar completamente fuera del área de estudio mientras que se agregan los distritos de Tunga

Norte y Tunga Sur que, formando parte del área, en cambio pertenecen a la Comuna de Illapel.

CUADRO N*1.-

EVOLUCION POBLACION TOTAL COMUNA CANELA POR DISTRITOS ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992
Mincha	549	694
Quellon	83	126
Huentelauquén Sur	913	760
Huentelauquén Norte	896	732
Puerto Oscuro	591	503
Las Palmas	798	590
Espíritu Santo	1.162	490
Chilcal	486	341
Colihue	685	558
Los Pozos	581	562
Canela Alta	1.427	1.537
Canela Baja	1.510	1.975
Agua Fría	720	489
Atelcura	302	266
TOTAL COMUNA CANELA	10.703	10.123
LAS PALMAS	-798	-590
SUB TOTAL AREA	9.905	9.533
TUNGA NORTE	368	344
TUNGA SUR	472	465
TOTAL AREA ESTUDIO	10.745	10.342

CUADRO N*2.-

EVOLUCION POBLACION RURAL COMUNA CANELA POR DISTRITOS ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992	% VARIACION
Mincha	549	694	26,41 %
Quellón	83	126	51,81 %
Huentelauquén Sur	913	760	-16,76 %
Huentelauquén Norte	896	732	-18,30 %
Puerto Oscuro	591	503	-14,89 %
Las Palmas	798	590	
Espíritu Santo	1.162	490	-57,83 %
Chilcal	486	341	-29,84 %
Coligue	685	558	-18,54 %
Los Pozos	581	562	- 3,27 %
Canela Alta	1.427	1.537	7,71 %
Canela Baja	635	612	- 3,62 %
Agua Fría	720	489	-32,08 %
Atelcura	302	266	-11,92 %
TOTAL RURALES CANELA	8.811	8.760	
LAS PALMAS	-798	-590	
TOTAL AREA EN CANELA	8.013	8.170	1,96 %
TUNGA NORTE	368	344	- 6,52 %
TUNGA SUR	472	465	- 1,48 %
TOTAL AREA ESTUDIO	8.853	8.979	1,42 %

CUADRO N*3.-

EVOLUCION POBLACION URBANA COMUNA CANELA ENTRE CENSOS DE 1982 Y 1992.-

D I S T R I T O	1982	1992	% VARIACION
Canela Baja	875	1.363	55,77

De los cuadros anteriores, se puede concluir que la población del área de estudio se ha mantenido estática en los diez años que median entre los dos censos considerados. Sin embargo la población rural, salvo en Mincha, Quellon y Canela donde ha aumentado, en todos los demás distritos ha disminuído y en algunos en forma tan drástica como en el de Espíritu Santo, en el que la reducción ha sido superior al 50% y superior al 65% en Chilcal y Agua Fría.

Tanto la mantención de las cifras de población global como las reducciones a que se hace referencia para los distritos citados, pueden explicarse por las mejores expectativas de trabajo que se dan en el resto del país, por las restricciones climáticas de fines de los años 80 y por un precio del cobre que obliga incluso al subsidio por parte de ENAMI.

4.- Los Procesos Morfogenéticos.- [1]

Diversos procesos de modelado terrestre ocurridos en el pasado, aparte de la influencia humana o antrópica, pueden dar cuenta de las actuales forma del territorio. Particularmente, los relieves actualmente reconocibles en el área del río Choapa responden a procesos morfogenéticos acaecidos desde el Terciario hasta el

---

[1]La redacción de este capítulo se basa en la tesis del Dr. Ronald Paskoff: " Le Chili Semi Aride", 385 pgs. Burdeos, Francia, 1970

Cuaternario reciente.

En secuencia temporal se tiene, primero, que durante el Terciario, y contemporáneo con los procesos de peneplenización de la Cordillera de Los Andes y de la Costa en Chile Central, las formaciones rocosas fueron sometidas a procesos erosivos de muy larga duración, que pudieron rebajar las prominencias montañosas hasta entregar un relieve tendiente a un plano o relieve maduro, en el sector costero, conocido como "montaña baja".

Este relieve maduro fue afectado por una tectónica sincrónica de solevantamientos y hundimientos producidos a fines del Mioceno, que dieron origen a los volúmenes montañosos que ocupan la mayor parte del territorio de las regiones III y IV. Estos procesos se efectuaron a lo largo de líneas de falla, la más importante de las cuales en el área, es la denominada de "VICUÑA-POCURO".

En el sector oriental de la alta montaña, al oriente del área de estudio, los procesos culminan con un activo volcanismo.

A lo largo de esta falla se levanta, hacia el Este, hacia la frontera con Argentina, la alta montaña con las máximas altitudes de la región, en tanto hacia el Oeste, hacia el mar, el mismo acontecimiento alcanzó magnitudes más modestas, por lo que a ella se la conoce con el nombre de "media montaña". Entre esta media montaña y la costa, se presenta la citada plataforma marina.

Una vez levantada la montaña, ésta se ha visto afectada por diversos procesos erosivos. De partida, durante el Plioceno Inferior el nivel del mar o nivel de base bajó, probablemente bajo condiciones climáticas más lluviosas, reactivándose los procesos dinámicos erosivos ejercidos por los cursos de aguas.

Estos cursos de agua excavaron sus lechos, con lo que se elaboró un modelado de disección torrencial vigoroso que ensanchó y profundizó los valles y acentuó las pendientes. Este rebajamiento del nivel de base debió ser de gran magnitud, por la profundidad y amplitud de los valles de los ríos de la Región.

Con posterioridad, ya en el Cuaternario, debieron ocurrir varios ciclos de descensos o regresiones y ascensos o transgresiones del nivel marino, cada vez de menor envergadura vinculados los primeros a los períodos glaciales, mientras los segundos lo fueron a las interglaciaciones. Durante las glaciaciones, mientras los hielos dominaron en la alta montaña, en la media montaña y en la costa,éstas se manifestaron como grandes lluvias con temperaturas frescas. Como estos períodos glaciales coincidieron con niveles del mar más bajos que el actual, los procesos erosivos se acentuaron. Por el contrario, en los interglaciales, el clima se presentó seco y más cálido y niveles del mar más altos, lo que provocó procesos de construcción de terrazas aluviales tanto de abrasión como de acumulación, así como erosión en la plataforma litoral.

A estos ciclos de regresión y transgresión marinos, contemporáneos de glaciaciones e interglaciares, se debe la existencia de las terrazas aluviales construidas por el río Choapa, la más antigua de las cuales corresponde al menos al Cuaternario Antiguo, sino al Plioceno.

Entre las últimas estribaciones occidentales de la media montaña y el litoral, se presenta una plataforma producto del trabajo de abrasión del mar durante los diversos ciclos, o plataforma de abrasión o "rasa". El trabajo del mar se advierte por el aplanamiento de esta entidad, alterado por la tectónica cuaternaria.

De las formas agradacionales y degradacionales de los procesos morfogenéticos acaecidos en el área de la IV Región, el estudio de definición y delimitación de unidades morfológicas para suelos se concentra en el eje fluvial del río Choapa en su curso medio-bajo, sector confluencia río Choapa e Illapel hasta la desembocadura al mar territorial, además del curso medio y bajo del estero Canela localizado al norte del valle del Choapa.

En esta plataforma costera, los climas frescos y lluviosos de los períodos glaciales, pudieron haber permitido la migración de una vegetación arbórea venida probablemente del sur, cubierta vegetal bajo la que se desarrollaron alteraciones pedogenéticas importantes. Relictos de esta vegetación permanecen en Talinay y Fray

Jorge.

A partir del Choapa hacia el norte, la plataforma entra en contacto directo con la montaña mientras, hacia el sur, entre la plataforma y la montaña se interponen formas cónicas de erosión o "cono-glacial", generadas a los pies montañosos en ambientes áridos, por las aguas lluvias esporádicas que escurren en manto y por las que escurren por las quebradas que, en toda el área en su curso hacia el mar, disectan la plataforma de abrasión.

De acuerdo con lo anterior, a fines del Terciario las formas de la tierra ya estaban estructuradas y, con pocas dudas, también la alteración de la roca debido a un clima más cálido y más lluvioso que el actual. Esta es una condición necesaria de tomar en cuenta al momento de evaluar el uso de la tierra, por cuanto los suelos del sector montañoso del territorio en estudio, se formaron bajo ese clima, de manera que al roturarlos bajo la acción del clima actual, con sus precipitaciones concentradas, se los somete a condiciones altamente erosivas, en especial cuando tales roturaciones afectan suelos de pendientes superiores al 10%.

Sobre el particular, debe tomarse conciencia que los suelos de secano en Chile Central se han desarrollado "in situ", pero bajo la acción de paleoclimas más cálidos y lluviosos que los actuales, lo que da cuenta, por ejemplo, de la migración del hierro hacia la superficie en las áreas graníticas, con su típico color

grisáceo a rojizo, y del maicillo producido por la ruptura de los cristales de cuarzo. Por el contrario, en los llamados suelos transportados, no es posible reconocer un material parental. Los materiales subyacentes de gravas y bolones se encuentran frescos, sin relación con el suelo fértil de superficie. En estos casos el suelo no es sino material fino, transportado como tal y depositado en superficie.

5.- **La Orografia.-**

A diferencia del capítulo anterior, exponente de una dinámica formacional, éste representa la situación actual del modelado del paisaje.

Por la costa, el área abarca desde Puerto Oscuro por el Norte y Quebrada Honda por el Sur. En toda esta extensión y hasta la Quebrada Teniente, 50 kms. más al Norte de Puerto Oscuro y la Quebrada de Chigualoco, a 8 kms. más al Sur de Quebrada Honda, el medio litoral está dominado por una gran plataforma que varía en altitud entre los 25 mts. y 300 m.s.n.m., superficie en la que se desarrolla la Carretera Panamericana que nunca sobrepasa la cota de 200 mts. entre Puerto Oscuro y Quebrada Honda.

Esta plataforma de abrasión marina, se apoya hacia el Este sobre macizos de 800 mts., mientras que hacia el Oeste termina en el océano, en un acantilado elaborado durante el Cuaternario Reciente, de decenas de metros de desnivel. Su ancho medio es del

orden de los 3 kms. pero con mayor amplitud al Norte del Choapa con casi 6 kms. y estrecha de 2 kms. al Sur; las pendientes son suaves. En realidad se trata de un paisaje plano disectado por quebradas y alterado por escarpes de falla orientados hacia el Este.

En todo el litoral del área no se observan auténticas playas, salvo en las pequeñas desembocaduras de las quebradas inscritas en la plataforma, tales como las de San Luis que desemboca en Caleta Oscura o Puerto Oscuro, la de Angostura, Agua Salada, Arrayán y Honda. Una excepción la constituye,por cierto, el Río Choapa, en cuya desembocadura la playa se extiende por aproximadamente 8 kms., entre la Ensenada Choapa y la Punta Canela. Por el contrario, acumulaciones de dunas activas se registran al sur y al este de la desembocadura del Choapa y en Punta Canela, transversales a la dirección de los vientos dominantes, así como dunas antiguas o médanos, al Norte de Punta Canela.

La plataforma descrita se apoya en los relieves terminales de lo que se conoce como media montaña. En efecto, como se ha referido, para el Norte Chico los especialistas reconocen, dentro del macizo dominante, la alta montaña en el sector andino, y una media montaña en lo que correspondería a la Depresión Intermedia y a la Cordillera de la Costa.

En el área, la media montaña inmediata a la plataforma litoral, se eleva a alturas de 500 a 600 mts., con prominencias en

el Cerro La Perdiz Colgada de 820 mts. y el Cerro Palomo de 760 mts. Estas son las últimas prominencias destacables hacia el Oeste.

Al interior, el macizo gana altura hasta alcanzar, por la vertiente sur del Estero Millahue, 852 mts. en el Cerro Ortiga; 940 mts. en el Cerro Tórtola; y 1.110 mts.en el Cerro La Dormida. A su turno, en el cordón que separa las cuencas del Estero Millahue con el Río Choapa, se registran alturas descendentes de Sureste a Noroeste con los cerros Madrid de 992 mts.; De las Cabras con 803 mts.; Grande 715 mts.; y Lilenes de 659 mts.

En realidad toda el área corresponde a un paisaje dominado por los relieves montañosos, con alturas máximas siempre superiores a los 600 mts. promedio. Sólo a título de ejemplo, cabe mencionar aún otras prominencias como el Cerro Verbena con 976 mts; el Colorado con 1.160 mts.; y el Pangue con 995 mts.

En todo este espacio montañoso, las pendientes son abruptas, superiores a 15%, situación que debiera tomarse en cuenta en relación con las prácticas agrícolas que se realizan en ella, las que pueden llegar a comprometer severamente el equilibrio natural y la propia dotación de recursos básicos.

Al interior de este espacio montañoso, el río Choapa y sus tributarios han elaborado sus perfiles y el Choapa, a ambos lados de su curso ha construido terrazas, la más alta, ancha y antigua de

las cuales, se sitúa entre 100-130 mts. por sobre el lecho actual del río, al que acompaña hasta la localidad de Tunga dentro del Area de Estudio y aún más hacia aguas arriba. Esta alta terraza registra en superficie rodados con diversos grados de alteración. Asimismo, a lo largo de este río, se advierte otra terraza topográficamente más baja, más estrecha y más reciente, con material superficial transportado de arena, limo y arcilla, mientras las gravas y bolones corresponden a material fresco. Por último, el "lecho de inundación', corresponde a una cobertura pedregosa que, en algunas partes, puede registrar también cultivos y viviendas las que, en consecuencia, se encuentran expuestas a ri gos de inundaciones y de avalanchas.

En cuanto a los esteros que tributan en el Choapa, manifestaciones de depositación se advierten en sus lechos de inundación, como acumulaciones pedregosas que acompañan a los cursos de trazado errático. Tales acumulaciones entregan fondos desordenados con tendencia a la forma plana en general, pero acolinados en el detalle, por donde el agua de las lluvias esporádicas escurre por cauces no configurados o que pueden cambiar, dependiendo de los montos de las precipitaciones. Esta característica, común a todos los ríos y esteros de la región, es especialmente acusada, dentro del área de estudio, en los esteros de Llano Largo y Canela. En suma, y como ya se ha dejado entrever en capítulos previos, dentro del área de estudio, es posible reconocer tres unidades fisiográficas o de paisajes o áreas homogéneas: 1) el

sector costero 2) las terrazas aluviales del río Choapa así como los fondos planos de sus tributarios y 3) la media montaña o áreas serranas.

Como Anexo se incluye un informe sobre Unidades Homogéneas desde el punto de vista fisiográfico. En términos generales este estudio complementa la descripción de Unidades Geomorfológicas incluidas en el informe, aunque difiere en la agrupación de unidades específica. Este trabajo ha sido incluido por su importante aporte al conocimiento fisiográfico de la zona de estudio.

6.- Hidrografia.-

La hoya hidrográfica del Choapa es reducida, con apenas 8.100 km2. pese a lo cual y por tener sus nacientes en las partes mas altas del cordón divisorio, su caudal medio anual es de 10 m3/seg., con variaciones entre 0,9 m3/seg. en Abril como mínima y de 22,9 m3/seg. en Noviembre como máxima. En consecuencia, se trata de un río nivo-pluvial, o alimentado mayormente por el derretimiento de las nieves en Primavera, con incrementos invernales modestos producto de las lluvias.

El río Choapa, en la práctica, queda configurado ya en la región andina con la confluencia de los ríos Totoral y Chicharra y los aportes por el norte de los ríos Cuncumen y Chalinga, en tanto por el sur recibe las aguas del estero Camisas. En la media

montaña tributa en él, por el norte, el río Illapel, que a su vez recibe los aportes eventuales de la quebrada Alcaparrosa.

Ya en el sector costero, en plena Area de Estudio, tributan en el Choapa, por el norte, una serie de quebradas entre las que destaca la de Atelcura, y el estero La Canela que drena el macizo septentrional del Area a través de los esteros Llano Largo, Colihue y Espíritu Santo, todos ellos debidamente organizados en red, mientras por el sur recibe, casi en la desembocadura, en Huentelauquén, el estero Millahue.

7.- Dinamica Vegetacional.-

Desde la época colonial, la vegetación ha sido fuertemente explotada para abrir campos para la agricultura, para cocción de alimentos y calefacción de los habitantes y para la construcción de viviendas. Asimismo, las fundiciones de cobre que proliferaron en la región, debieron recurrir a la misma fuente de energía con el desmedro consecuente del recurso. Adicionalmente, el ferrocarril afectó también a la vegetación, incluso hasta mediados del presente siglo.

En la actualidad, la ganadería caprina y la propia población residente, disponen de los relictos de la antigua vegetación para sustento del ganado, calefacción y cocción de alimentos. Se trata sin duda de un territorio en franco proceso de desertificación, problema al que contribuye el clima con el largo

período seco que lo caracteriza y con la irregularidad de las precipitaciones, con años bastante lluviosos y otros francamente secos.

Para enfrentar este problema, las medidas más directas tendrían que apuntar a reforzar los trabajos de introducción de especies forrajeras, adaptadas a la larga sequía de la región, que permitieran alimento en forma permanente al ganado y, de ser posible, que redujeran la transhumancia a una condición de práctica excepcional. Este es un desafío planteado desde hace más de 50 años, producto del cual se han plantado superficies importantes en la Región con especies del género Atriplex:Atriplex repanda, A.semibaccata y muy especialmente Atriplex nunmularia.

Esta actividad debe reforzarse, aún cuando es conocida la condición salina del Atriplex. En efecto, uno de los problemas que se advierte con el Atriplex es el de la salinidad de las plantas, probablemente porque la cinética o movilización de las sales desde el subsuelo a los tallos y hojas, se ve acentuada por el ascenso del agua subsuperficial por capilaridad. Este proceso puede ser estimulado por el largo tiempo que media entre una estación lluviosa y la siguiente, o por la larga duración de 5 meses de la estación seca con su efecto evaporador y por la alta radiación solar que llega al piso.

Una solución probable para esta dificultad, podría consistir en la protección del dosel de Atriplex con la sombra de especies más altas tal como Acacia cianofila, con lo cual el resecamiento del suelo se efectuaría con mayor lentitud, o la capacidad de retención de agua en él,se haría efectiva por un tiempo más prolongado que en la actualidad, aparte de que incorporaría una especie vegetal más al sistema mientras que las hierbas igualmente forrajeras, podrían permanecer por más tiempo bajo esa sombra. Sólo con medidas de este tipo, se podrán resolver los problemas de ingresos y calidad de vida de la población, y los que atentan contra el patrimonio vegetacional y de suelos del área.

V.- DESCRIPCION DE UNIDADES GEOMORFOLOGICAS.-

1.- Aspectos Generales.-

El paisaje morfológico, constituye la unidad básica de análisis en un espacio geográfico dado,dentro del cual, es posible definir y caracterizar los parámetros constituyentes del complejo, en términos adecuados al objetivo.

En el caso de un levantamiento de suelos la unidad geomorfológica permite agrupar suelos que, genéticamente, pueden tener igual origen, evoluciones de desarrollo en rangos homogéneos, posiciones y morfología semejantes o parámetros degradativos similares y/o en rangos equivalentes.

De esta forma, la clasificación y delimitación de unidades de suelos involucrada en las unidades geomorfológicas permite establecer una taxonomía acorde al objetivo que dicho levantamiento requiere.

Para el caso específico del área del estudio, las características geológicas y morfológicas junto con condiciones de clima pretérito y actual han dado origen a entidades reconocibles de franja costera, media montaña (hasta 600 m.s.n.m.) y alta montaña (sobre 600 m.s.n.m.), dispuestas longitudinalmente, siendo interrumpidas por los valles transversales del río Choapa y estero Canela que drenan a la costa en forma independiente.

2.- Metodología del Levantamiento Geomorfológico.-

En el Capítulo IV punto 4 ya se reseñó, en términos generales los procesos morfogenéticos que determinaron el modelado actual del paisaje. Asimismo, a través de la orografía, hidrografía y otros análisis relacionados se especificaron los principales rasgos geomórficos del litoral, terrazas interiores y montaña. En el presente capítulo se entrega la metodología, basada en tres etapas con una serie de actividades realizadas, tanto en gabinete como en terreno, para la confección de la Carta de Unidades Geomorfológicas de apoyo al estudio de suelos. Para efecto de este informe final se detallarán las etapas y actividades realizadas para cumplir los objetivos de la Consultoría en relación con este estudio, complementario al Levantamiento Agrológico, objetivo central de ello.

2.1.- I Etapa.- 1er. Gabinete.-

Actividades.-

2.1.1.Recopilación y Análisis de la Información.- Se recopiló la información descriptiva y cartográfica en los aspectos de geología, geomorfología y suelos con el objeto de analizar el conocimiento que existía del área de estudio respecto a dichos temas.

En Anexos se incluye una relación bibliográfica preparada para tal objeto.

2.1.2. Preparación de Leyenda Preliminar de Unidades Geomorfologicas.- Con los antecedentes recopilados y analizados se preparó una leyenda preliminar de geomorfología con el objeto de ser utilizada en la actividad de interpretación de fotogramas aéreos facilitados para dicho efecto por la Comisión Nacional de Riego.

La leyenda preliminar geomorfológica fue estructurada teniendo en consideración 4 factores básicos para cumplir el objetivo de una carta geomorfológica para suelos a saber:

a) Topografía. Los rangos seleccionados fueron plano ondulado, ondulado a acolinado, acolinado, montañoso.

b) Posición. Relativa a la relación entre la unidad morfológica delimitada y el nivel base local, siendo éste el curso del río Choapa y estero Canela en las unidades del interior del área de estudio, y el nivel de mar para las unidades localizadas en el sector costero.

c) Unidad Morfológica. Unidad específica definida en función de su origen y del agente formador reconocido. Se definieron así formas generadas por agentes eólicos, marinos, aluviales, gravitacionales u otros.

d) Materiales Constituyentes. Caracterizan la composición litológica, el tipo de partículas y su forma de agragación, expresadas estas caracteristicas en unidades geomorfológicas sedimentarias o como componentes litológicas en unidades rocosas.

En Anexos se indica la leyenda geomorfológica utilizada para la fotointerpretación.

2.1.3. Interpretación de Fotogramas y Confección de Cartografía Temática. La Comisión Nacional de Riego facilitó para efectos del estudio un set de fotogramas aéreos escala 1:10.000 infrarrojo color.

Para el área bajo estudio se utilizaron un total de 177 pares estereoscópicos sumando un total de 354 fotogramas.

En Anexos se indica las líneas de vuelos y números de fotogramas empleados en la interpretación.

Utilizando la leyenda preliminar geomorfológica indicada en el punto anterior se procedió a la interpretación de las formas morfológicas reconocibles en el área de estudio.

Con posterioridad a esta labor se procedió a traspasar las unidades cartográficas preliminares de geomorfología a cartas topográficas escala 1:10.000 proporcionadas también por la

Comisión Nacional de Riego.

2.2.- II Etapa.- Terreno.-

Para la campaña de terreno se utilizaron las cartas escala 1:10.000 con las unidades geomorfológicas preliminares, junto con el set de fotogramas aéreos disponibles.

En el terreno se procedió a comprobar los siguientes aspectos:

- Parámetros de la leyenda preliminar
- Límites de unidades
- Pendientes no discernibles en fotos aéreas
- Tipo, granulometría y disposición de los componentes de las unidades
- Aspectos complementarios

Junto con las actividades propiamente geomorfológicas se realizaron análisis en conjunto con el equipo de Ingenieros Agrónomos especialistas en agrología, en términos de homogeneizar los criterios de clasificación y correlación con el levantamiento de los suelos.

2.3.- III Etapa.- 2º Gabinete.-

Actividades.-

2.3.1. Leyenda Gemorfologica Definitiva. Con los antece-

dentes recolectados en terrenos se procedió a establecer la leyenda geomorfológica definitiva.

2.3.2. Interpretación Definitiva. Cumplida esa actividad se reinterpretó los fotogramas aéreos que cubrían las áreas que en terreno presentaban características distintas a la interpretación preliminar.

2.3.3. Cartografia Definitiva de Unidades Gemorfológicas. Con los resultados de las 2 actividades antes indicadas se generó la cartografía de geomorfología con su leyenda respectiva.

3.- **Resultados.-**

Como resultado del estudio se cuenta con una Carta de Unidades Geomorfológicas,la cual ha sido utilizada como carta base en el estudio de suelos.

Este estudio permitió, delimitar y caracterizar unidades morfológicas básicas desde el punto de vista de los suelos, zonificadas según los relieves generados por los procesos morfogenéticos del área.

A continuación se entrega una breve descripción de las unidades más relevantes mapeadas en el estudio gemorfológico.

3.1.- Franja Costera.-

Esta unidad agrupa formas correspondientes a superficies de abrasión marina y piedmont costeros.

En el área del estudio, la predominancia son terrazas de abrasión marina, las cuales aparecen imbricadas con conos coluviales y aluviales generados desde la cadena montañosa localizada más al oriente en forma longitudinal.

La característica de estas terrazas es la disposición de pendiente hacia el poniente, dispuesta en tres niveles contrapuestos,producto de procesos tectónicos de solevantamiento diferencial que generan pequeñas cuencas longitudinales entre ellas (área al sur desembocadura del río Choapa).

Las terrazas labradas por el proceso abrasivo del mar corresponden, litológicamente, a rocas sedimentarias marinas constituidas por areniscas, pizarras y calizas afectadas por fuerte plegamiento.

La tectónica que ha afectado a estas unidades se registra hasta el cuaternario antiguo, principalmente en el plioceno y holoceno, la cual generó procesos morfológicos contemporáneos hacia el interior del valle del Choapa con el ingreso de depósitos marinos, evidenciados como terrazas, varios kilómetros al interior del valle.

El material reconocible en las superficies de las terrazas marinas es sensiblemente homogéneo con un substrato rocoso sobre el cual se desarrolla un suelo, normalmente de textura arcillo arenosa con abundantes clastos en el perfil, producto de la meteorización de la roca basal y aporte lateral de los conos coluviales y aluviales que se desprenden desde el frente rocoso que limita estas terrazas hacia el oriente.

En el sector costero de esta unidad morfológica se desarrollan depósitos eólicos conformado por dunas de gran actividad dinámica, las cuales cubren áreas importantes de la terraza más baja, principalmente al norte de la desembocadura del río Choapa.

Por último, en esta banda costera, se evidencia una unidad sedimentaria que se localiza entre las terrazas marinas antes reseñadas y el frente rocoso longitudinal. En efecto, la cadena montañosa, constituida por rocas plutónicas del tipo granito y granodioritas, que se extiende al norte y sur del valle del río Choapa y valle de Canela, presenta un alto grado de meteorización lo cual aporta un importante volumen de material disgregado que es transportado hacia los sectores más bajos por arrastre de lluvias o por efecto gravitacional dando origen así, a extensos conos de deyección y coluviales los cuales se imbrican para conformar un piedmont casi continuo entre dicho frente rocoso y la unidad de terrazas marinas.

La pendiente de estos piedmont es normalmente fuerte y está constituidos por sedimentos heterogéneos en textura con abundantes clastos angulares a subangulares dispuestos en forma irregular en todo el perfil y superficialmente.

3.2.- Relieve Intermedio.-

Corresponde a la orografía que se localiza entre los 100 m.s.n.m. a 350 m.s.n.m. en forma longitudinal, interrumpida sólo por los valles formados por el río Choapa y afluentes.

El relieve está constituido por afloramientos plutónicos del tipo granito y granodioritas,los cuales en parte muestran distintos grados de meteorización con planos de erosión continental y piedmont de disección moderada del plioceno medio.

Al interior de la localidad de Mincha,por el curso del río Choapa y estero Millahue,se desarrollan relictos de 3 niveles de terrazas continentales que es posible reconocer y que se entremezclan con los afloramientos de las rocas cristalinas alteradas.

Las características sedimentológicas de estos planos altos o terrazas antiguas corresponden a acumulaciones torrenciales, mal clasificadas, de gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de origen granítico. El material está fuertemente meteorizado generando suelos rojos arcillosos con distintos grados de laterización.

La topografía de estas terrazas pliocénicas es plana con pendientes entre el 8 y 10% hacia los bordes, con los valles de los cursos de agua actuales situados a varias decenas de metros más bajo.

Hacia el occidente estos planos o terrazas continentales pasan a engranarse lateralmente con los niveles de terrazas marinas en la costa de Huentelauquén, desapareciendo el nivel superior pero manteniéndose los 2 niveles inferiores.

3.3.- Valles Transversales.-

El rasgo hidrológico principal del área de estudio es el río Choapa, conformando el valle transversal homónimo, el cual ha labrado las unidades graníticas y de depósitos antiguos antes descritos.

También, por su importancia como área de algún desarrollo agrícola, están los esteros La Canela, Millahue y otros de menor desarrollo que conforman la cuenca del río Choapa.

Dada la existencia de una orografía muy rigurosa, el desarrollo de los valles aluviales, en general, es de poca importancia en términos de formación de áreas de depósitos aluviales que impliquen el desarrollo de suelos para la producción agrícola.

Junto con la dificultad morfológica impuesta al desarrollo importante de áreas sedimentarias, los ciclos de pluviosidad alta,en los sectores medios y altos de la cuenca,generan importantes riadas o torrentes que cubren toda la extensión de los lechos mayores y menores con una fuerte erosión de las pequeñas terrazas o conos de deyección existentes en las riberas o cubriéndolos con sedimentos estériles, como se puede comprobar en todo el curso de los ejes fluviales antes nombrados.

Por esta razón,desde el punto de vista agrícola, estos valles presentan algunas dificultades para su aprovechamiento inmediato. La excepción la constituye el curso inferior del río Choapa,en el área de Huentelauquén donde es posible el desarrollo de una agricultura más intensiva.

VI.- CLIMA Y AGROCLIMA

1.- Generalidades.-

Este capítulo analizará el recurso clima existente en el área ubicada en la faja costera entre los 31* 19' y 31* 44' latitud sur, correspondiendo a los sectores de Canela, Mincha y Huentelauquén. El objetivo es caracterizar el sector e identificar las posibles limitaciones que le impondría el clima a una diversificación de la agricultura existente.

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

- Análisis Riego Zona Costera Limarí, Consultoría DEP-004, Volumen 4; Distritos Agroclimáticos y Estudio de Suelos. Dirección de Riego, M.O.P. Realizado por R & Q Ltda. 1933

- Agroclimatología de la Zona Pisquera Chilena, Asociación de Productores Pisqueros de Chile - U. de Chile. La Serena, 1986.

- Atlas Agroclimático de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Santiago, 1989.

- Atlas Agroclimático Regiones IV a IX, CIREN. Santiago, 1990. Publicación CIREN N*87.

- Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos. Precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas. Dirección General de Aguas, MOP. Santiago, 1989.

Se ha considerado al estudio realizado por R & Q Ltda. como base para caracterizar el área, debido a que la metodología ocupada, se basa en un sistema estrictamente analítico, el cual, mediante una cartografía multiparamétrica, cuantifica los recursos agroclimáticos del área, buscando ir más allá de una simple descripción del clima regional. Además, los criterios o umbrales de zonificación utilizados en la identificación de las áreas homogéneas, están muy bien fundamentados. En consecuencia, se ha utilizado en definitiva, esta zonificación, la que distingue 6 áreas o distritos agroclimáticos.

También, se han considerados otros estudios y fuentes de información meteorológica para corroborar y 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, Combarbalá, Puerto Oscuro, Illapel Riego, etc.

2.- Aspectos Metodológicos.-

La metodología ocupada contempla diversas acciones destinadas a 2 objetivos bien definidos:

1) una zonificación y caracterización del área y
2) un diagnóstico agroclimático de las zonas identificadas en el punto anterior.

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 realzada y tomando como referencia los valores entregados por los estudios regionales, se contrastaron con los del estudio base, estimando las variables climáticas básicas. 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 obtuvieron del estudio de R & Q Ltda. Los algoritmos utilizados en este estudio 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 anuales.

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.

La evapotranspiración potencial anual se obtuvo del estudio de R & Q Ltda. el que utilizó fórmulas tales como la de Turc, Ivanov y Blanney, ajustadas mediante coeficientes de regresión teniendo como referencia la ecuación de Penman. Esta calibración se ha realizado para diferentes lugares de Chile, lo que ha permitido establecer los coeficientes de ajuste para cada fórmula. Para la distribución mensual se utilizaron coeficientes obtenidos a partir de ajustes con información de evaporación de bandeja, también en diferentes lugares del país.

Se calculó la precipitación efectiva a nivel mensual de acuerdo a una modificación de la metodología propuesta por Blanney y Criddley (Merlet, 1986). Esta modificación se hizo considerando que las precipitaciones existente 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 obtuvieron a partir del estudio realizado por Dirección General de

Aguas denominado Investigación de Eventos Hidrometeorológicos Extremos.

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.

2.1.1.- Variables Agroclimática 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 las áreas se muestran en la Tabla 1.

TEMPERATURAS EXTREMAS, TXE, TNE, TXJ, TNJ: Temperaturas máximas y mínimas medias mensuales de los meses extremos; enero y julio, acotan el régimen térmico del lugar.

PERIODO LIBRE DE HELADAS, PLH; 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 ºC corresponde al punto crioscópico del agua pura.

PRIMERA HELADA, PH; Momento del año en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas antes de esa fecha. Corresponde al número ordinal del día a partir del 1* de enero.

ULTIMA HELADA, UH; Día del año en que termina de helar. Corresponde al momento en que existe un 50% de probabilidad de ocurrencia de heladas después de la fecha indicada, y es el número ordinal del día a contar del 1 de Enero.

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

SUMA TERMICA, SUT; Suma anual de temperaturas. Días-grado. Corresponde a la acumulación de temperaturas efectivas para el crecimiento (Tm-Tu), es decir, es la temperatura media (Tm) menos una temperatura umbral (Tu), siendo 10ºC, 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 FRIO, HFR; Horas anuales en que la temperatura del aire permanece por debajo de 7ºC, umbral de sensibilidad para especies que presentan un período de dormancia invernal como parte de su ciclo anual.

RADIACION SOLAR DE LOS MESES EXTREMOS, RSE, RSJ; Radiación solar diaria promedio mensual de los meses de enero y julio en $cal/cm^2/día$.

HUMEDAD RELATIVA, HRE, HRJ; Humedad relativa media mensual de los meses de enero y julio (%).

EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL, EVE, EVJ; 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 de agua que a través del riego necesarios como complemento a la almacenada en el suelo por la precipitación. En general en el país, enero corresponde al mes con mayor valor de evapotranspiración y julio al mes con menor valor.

PRECIPITACIONES, PPA; Precipitación total anual en mm.

DEFICIT HIDRICO, DEF; Sumatoria anual de las diferencias positivas entre la evapotranspiración potencial mensual y la

precipitación. Da una idea de los requerimientos máximos de riego.

EXCEDENTE HIDRICO, EXC; 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; Este índice se calcula mes a mes y aparece en los cuadros 1 al 6 correspondientes a los distritos 1 al 6 respectivamente. Es el cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Convencionalmente se considera un mes seco cuando el agua de las precipitaciones no alcanza a cubrir el 50% de la ETP (IH<0.5). Por el contrario, se considera un mes húmedo cuando la precipitación es mayor que la ETP (IH>1.0).

El índice de humedad del verano es el cuociente entre la precipitación acumulada en los tres meses de verano (Diciembre, Enero y Febrero) y la evapotranspiración acumulada en los mismos meses.

2.2.- Diagnóstico Agroclimático.-

Luego de realizar una descripción cuantitativa de los recursos climáticos del área de estudio, se evalúa el grado de limitación que presenta 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.

En los resultados los índices parciales se indican en forma de códigos, los cuales tiene el siguiente significado:

CODIGO	S I G N I F I C A D O
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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 deficiencia 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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 de los cuadros Nº 7 al 12). 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 deshidración ocasional.

4) Horas de frío (cuarta columna de los cuadros Nº 7 al 12). 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 añe-rismo de algunas especies. Las deficiencias leves podrán ser atenuadas con la elección de variedades de bajo requerimiento en frío.

5) Déficit hídrico (quinta columna de los cuadros Nº 7 al 12). 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.

3.- Resultados.-

3.1.- Caracterización Agroclimática del Area.-

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Fuenzalida (1971) en base al sistema propuesto por Köeppen, el área del proyecto se encuentra en el límite entre la zona de Clima Desértico o Arido Subtropical (B), que abarca de San Felipe al norte y la zona de Clima Mediterráneo (C). El Clima Desértico está subdividido en 7 climas y la zona de estudio se encuentra específicamente en el Clima de Estepa con abundante nubosidad (BSn).

De acuerdo a la clasificación de Papadakis el área de estudio tiene un clima Mediterráneo Subtropical semiárido (6.8), semejante a San Diego, California.

Es una zona fuertemente influenciada por el mar, que en estas latitudes es particularmente frío debido a la presencia de la corriente fría de Humbold. Este fenómeno enfría las capas bajas de la atmósfera originando abundantes nublados bajos y neblinas que penetran notablemente hacia el interior, gracias a la disposición de los relieves.

Los datos agroclimáticos estimados para cada una de las zonas identificadas en el área de estudio (Ver Figura 2) se muestran en la Tabla 1. De acuerdo a estos datos, efectivamente es un área con invierno benigno, las temperaturas mínimas medias del mes más frío varía de 8,0 ºC en la costa a 4,5 ºC en el interior (distrito 6). Se producen muy esporádicamente algunas heladas en la costa hasta apenas 9 días con temperaturas menores a 0ºC en el interior, todo con una probabilidad del 50%. El período libre de heladas varía entre 360 días en el litoral a un poco mas de 250 días (más de 8 meses). Las acumulación de frío en el año varía de 170 horas en la costa, restringiendo severamente a frutales de hoja caduca exigentes en frío invernal (manzano, peral) a 790 horas en el interior disminuyendo completamente esta limitación.

El verano, relativamente cálido, tiene una temperatura máxima media en el mes de enero que asciende de 22,0 ºC en la costa, a 28,4 ºC en el interior y una acumulación de temperaturas efectivas de crecimiento entre 1.340 grado-días y 1960 grado-día en el año. Situación que posibilita gran cantidad de cultivos,

restringiendo sólo en el litoral a algunos de verano exigentes en calor (maíz de larga duración, maravilla cucurbitáceas).

T A B L A 1

VALORES MEDIOS DE LOS PARAMETROS AGROCLIMATICOS DE LOS DISTRITOS

DIST.	TXE	TNE	TXJ	TNJ	PLH	PH	UH	NH	SUT	HF	RSE	RSJ	HRE	HRJ	ETE	ETJ	PPA	DEF	EXC
1	22,8	13,3	15,0	7,8	360	0	0	0,1	1542	169	541	177	78	84	161	35	135	958	10
2	25,0	13,0	15,8	6,3	355	0	0	0,2	1704	348	518	179	77	84	154	34	222	868	51
3	26,8	13,2	16,6	5,8	295	165	208	2,0	1933	434	557	183	71	78	178	39	157	1056	14
4	27,3	12,2	16,1	4,9	258	152	238	7,0	1785	765	558	187	68	74	172	40	231	985	43
5	22,0	12,0	14,0	8,0	350	0	0	0,2	1342	170	545	177	79	86	155	34	175	895	26
6	28,4	12,5	17,3	4,5	245	146	244	9,0	1966	789	617	204	61	66	194	44	1881	148	20

DIST: Número del distrito
TXE : Temperatura máxima de enero (ºC)
TNE : Temperatura minima de enero (ºC)
TXJ : Temperatura máxima de julio (ºC)
TNJ : Temperatura mínima de julio (ºC)
PLH : Período libre de heladas (dias)
PH : Día primera helada con 50% prob.
UH : Día última helada con 50%p.
NH : Número anual de heladas.
SUT : Suma térmica anual (G-D)
HP : Horas del frío anual (hrs)
RSE: Radiación solar de enero
RSJ: Radiación solar de julio
HRE: Humedad relativa de enero
HRJ: Humedad relativa de julio
ETE: Evapot. potenc. enero
ETJ: Evapot. potenc. julio
PPA: Precipitación total anual
EXC: Excedente hídrico anual
DEF: Déficit hídrico anual

De acuerdo al índice de humedad mostrados en los Cuadros 1 al 6, existen de 8 a 9 meses con un valor inferior a 0,5, los que pueden considerarse como meses secos, lo que demuestra el grado de aridez de toda la zona de estudio.

De acuerdo al estudio sobre eventos hidrometeorológicos extremos realizado por la DGA, toda el área de estudio se encuentra en una zona homogénea respecto a las precipitaciones máximas en

24, 48 y 72 horas. Esta zona es caracterizada mediante la siguiente tabla:

T A B L A 2

PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES EN 1, 2 Y 3 DIAS (mm)

	PERIODO DE RETORNO (años)				
	2	5	20	50	100
24 hrs.	36	60	89	108	121
48 hrs.	43	74	113	137	155
72 hrs.	45	80	127	156	178

3.2.- Evaluación del Potencial Agroclimático.-

El resultado de la evaluación del potencial agroclimático de la zona de estudio, se muestra en unas fichas (Cuadros 7 al 12) 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 cada distrito. 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. En el punto 3.2.1 de este capítulo se señalan algunas consideraciones sobre el viento.

Otro elemento muy importante para evaluar el potencial agrícola del clima de un lugar, es la influencia que tiene éste sobre la fenología de las especies vegetales, en especial la de las

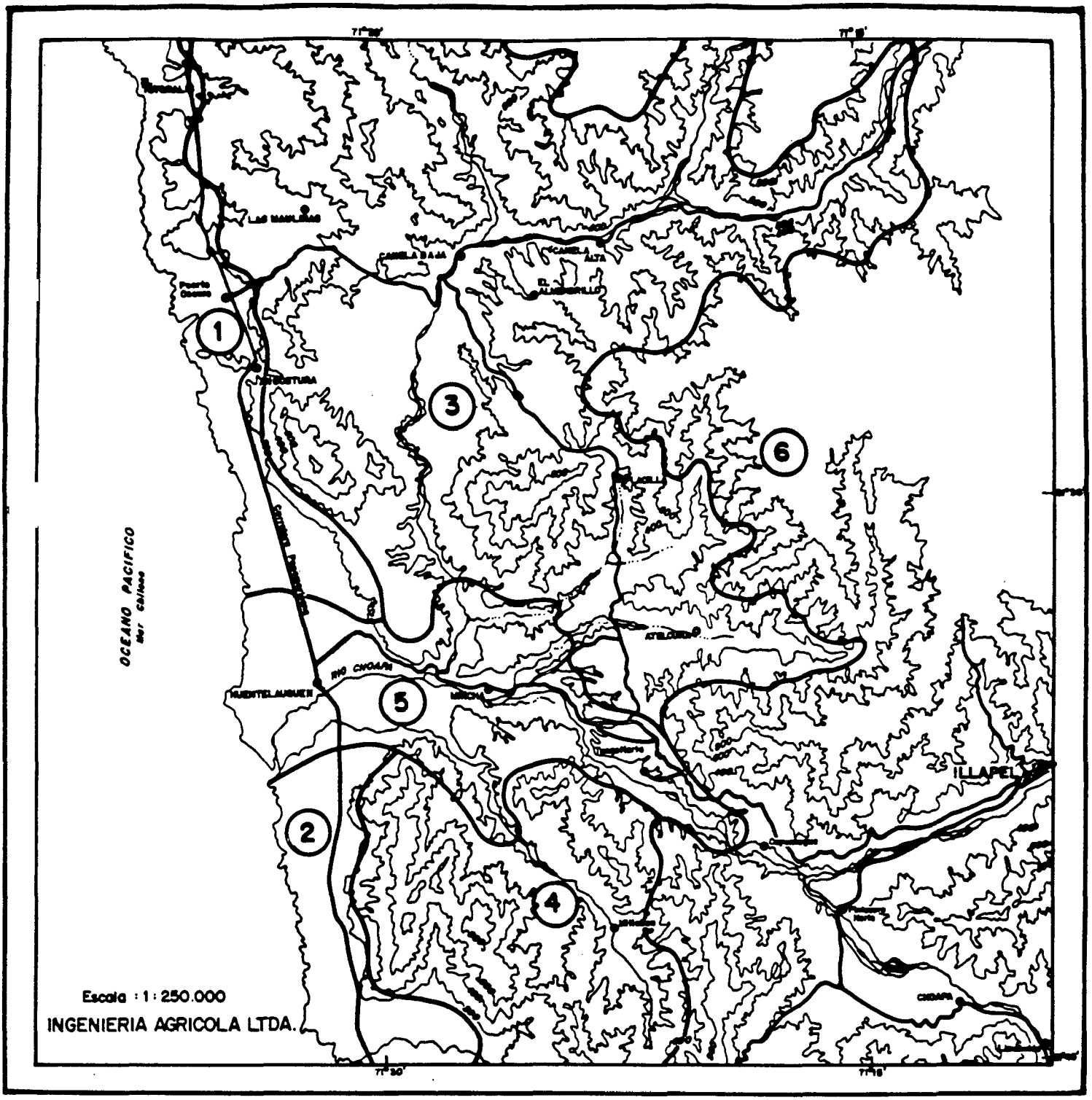
especies frutícolas, en que muchas veces la viabilidad de una explotación comercial depende de la oportunidad de llegada al mercado del producto cosechado. Para tal efecto y considerando que en el área de estudio no existen huertos comerciales como para obtener información, se muestran en la Tabla 3 las fechas de algunos eventos fenológicos, obtenidos del estudio realizado por CIREN-CORFO, denominado Análisis de la Producción, Estacionalidad y Productividad de Especies Frutales, realizado en 1992 entre la III y VII Región. En esta tabla se indican las semanas modales de ocurrencia de los eventos señalados, para el área de Santiago-Buin. La Figura 1 muestra gráficamente la acumulación de temperaturas a través del año, para el área de estudio y de Santiago. Si se traza una linea horizontal, que corte la curva de acumulación de temperatura de Santiago a la altura de los 750 grados-días, es decir, donde el eje de las "X" indique la mitad de Enero, se observa que la linea horizontal corta la curva del Distrito 6, aproximadamente 1 semana antes; 2 semanas despues la curva del Distrito 1 y casi 4 semanas despues la del Distrito 5. Esto significa que, si la plena cosecha de una variedad frutícola ocurre a mediados de Enero, este evento fenológico debiera ocurrir cuando se cumpla la misma acumulación térmica en las otras localidades. Es así como el área de Illapel Distrito 6 es levemente más temprano que Santiago, mientras que hacia la costa debíera ser tardío por más de 3 semanas.

T A B L A N*3

SEMANA MODA PARA ALGUNOS EVENTOS FENOLOGICOS

EN EL AREA DE SANTIAGO

ESPECIE	VARIEDAD	BROTACION	INICIO FLORACION	PLENA FLORACION	INICIO COSECHA	PLENA COSECHA
VID	SULTANINA	3ªSep	3ªNov	3ªNov	3ªFeb	2ªMar
	RIVIER	4ªSep	3ªNov	4ªNov	2ªMar	4ªMar
	FLAME SEED.	2ªSep	2ªNov	3ªNov	4ªEne	2ªFeb
DURAZNO	SPRING CREST	3ªAgo	1ªSep	2ªSep	3ªNov	1ªDic
	MERRIL G.F.	1ªSep	1ªSep	2ªSep	1ªDic	2ªDic
	O'HENRY	4ªAgo	1ªSep	2ªSep	4ªEne	2ªFeb
	POMONA	-	2ªSep	3ªSep	3ªMar	1ªAbr
NECTARINO	ARMKING	3ªAgo	4ªAgo	1ªSep	4ªNov	1ªDic
	EARLY SUN G.	3ªAgo	4ªAgo	2ªSep	3ªDic	4ªDic
	FANTASIA	1ªSep	1ªSep	1ªSep	1ªEne	2ªEne
	FLAME KIST	4ªAgo	4ªAgo	1ªSep	1ªFeb	3ªFeb
CIRUELO	READ BEAUT	2 Ago	4ªAgo	1ªSep	4ªNov	1ªDic
	FRIAR	4ªAgo	4ªAgo	1ªsep	3ªEne	4ªEne
	ROY SUN	3ªAgo	4ªAgo	2ªSep	2ªMar	4ªMar
	D'AGEN	1ªSep	2ªSep	3ªSep	2ªFeb	4ªMar
KIWI	HAYWARD	3ªSep	4ªOct	1ªNov	1ªAbr	2ªAbr
PERAL	PACHAM'S T.	3ªAgo	2ªSep	3ªSep	3ªEne	2ªFeb
	BEURRE BOSC	2ªSep	3ªSep	4ªSep	2ªFeb	4ªFeb
	WINTER NELLI	2ªSep	3ªSep	4ªSep	4ªMar	2ªAbr
	RED SENSATIO	3ªSep	3ªSep	1ªOct	4ªEne	2ªFeb
	RED BARTLETT	3ªSep	3ºSep	1ªOct	4ªEne	1ªFeb



(2) DISTRITOS AGROCLIMATICOS

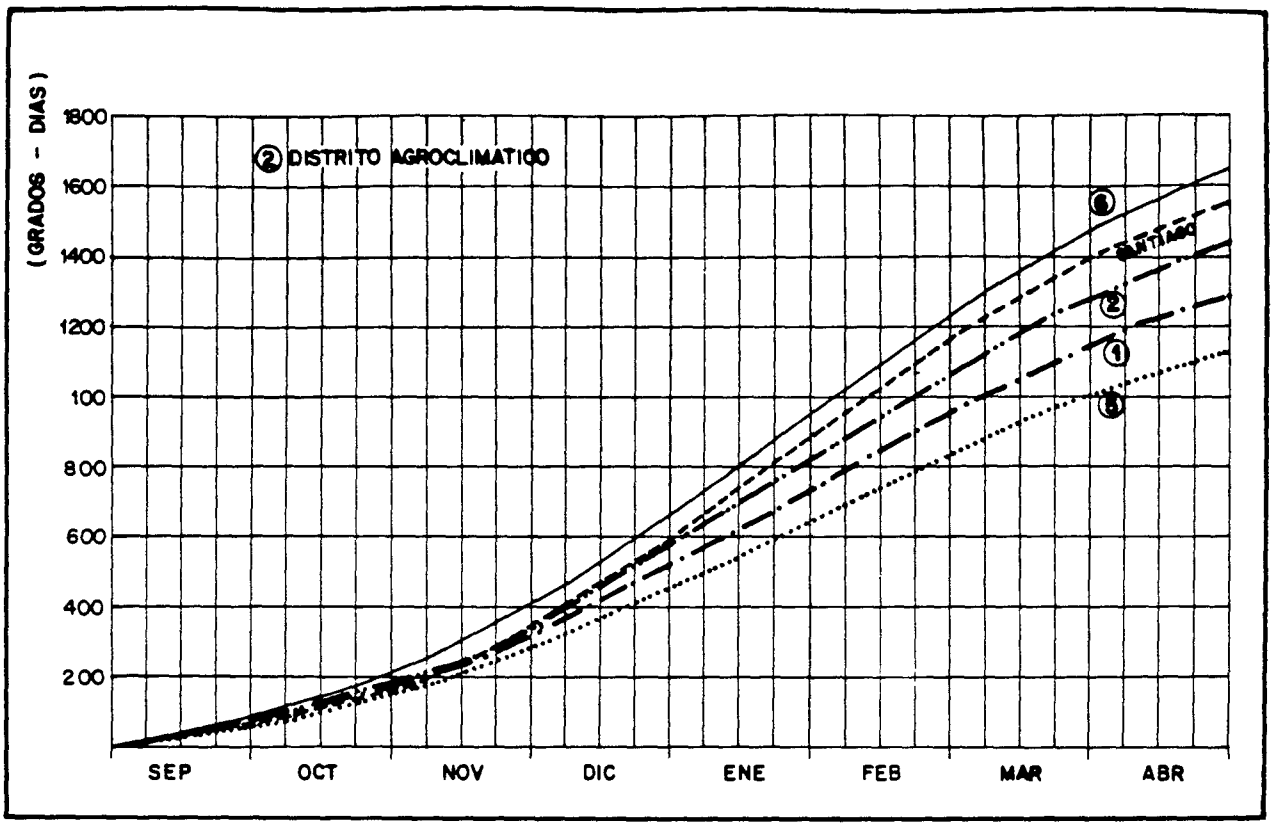


FIGURA 1: ACUMULACION DE TEMPERATURA A TRAVES DEL AÑO PARA SANTIAGO Y ALGUNOS DISTRITOS DEL AREA DE ESTUDIO

CUADRO 1
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 1

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	22.8	22.8	21.6	19.7	17.6	15.8	15.0	15.0	16.2	18.1	20.2	22.0	18.9
T. MIN (ºC)	13.3	13.4	12.6	11.3	9.7	8.4	7.8	7.7	8.5	9.8	11.4	12.7	10.6
T. MED (ºC)	17.2	17.3	16.3	14.8	13.1	11.6	10.8	10.8	11.8	13.3	15.1	16.5	14.1
SUMA T. (D.G.)	221	218	190	144	91	63	50	52	67	98	152	196	1542
S.T. ACUMU. (D.G.)	734	952	1142	1286	1378	1440	1490	1542	67	165	317	513	1542
HRS.FRIO	0	0	0	0	4	28	55	53	25	4	0	0	169
H.F. ACUMU.	169	169	169	169	4	32	87	140	165	169	169	169	169
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
R. SOLAR (Ly/dia)	541	463	375	282	210	178	177	255	343	436	508	540	359
PRECIPIT. (mm)	0.2	0.0	0.6	3.6	16.1	27.6	45.9	23.7	10.2	4.1	2.5	0.2	135.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	15	25	41	22	10	3	1	0	120
HUM. REL. (%)	78	78	79	81	82	83	84	84	83	81	80	79	81
EVAP.POT. (mm)	161	135	106	75	49	37	35	42	65	96	128	152	1083
DEF.HIDR. (mm)	161	135	106	71	33	10	0	18	55	92	126	152	958
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.33	0.74	1.31	0.56	0.16	0.04	0.02	0.00	0.12

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 2
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 2

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	25.0	24.9	23.5	21.3	18.8	16.8	15.8	15.9	17.3	19.5	22.0	24.0	20.4
T. MIN (ºC)	13.0	13.0	12.1	10.4	8.6	7.0	6.3	6.3	7.2	8.9	10.7	12.3	9.7
T. MED (ºC)	18.2	18.1	17.0	15.1	13.1	11.4	10.4	10.6	11.7	13.6	15.6	17.3	14.3
SUMA T. (D.G.)	249	245	211	155	98	66	53	55	72	109	169	221	1704
S.T. ACUMU. (D.G.)	821	1066	1276	1431	1529	1595	1649	1704	72	182	351	572	1704
HRS.FRIO	0	0	0	0	16	60	109	102	50	11	0	0	348
H.F. ACUMU.	348	348	348	348	16	75	184	286	336	347	348	348	348
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
R. SOLAR (Ly/día)	518	446	363	277	210	180	179	251	334	420	487	517	349
PRECIPIT. (mm)	0.4	0.0	1.0	6.0	26.5	45.4	75.5	39.0	16.8	6.8	4.1	0.3	222.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	5	24	41	68	36	16	6	2	0	198
HUM. REL. (%)	77	77	78	80	82	83	84	84	83	81	79	78	80
EVAP.POT. (mm)	154	130	102	72	48	36	34	41	62	92	123	146	1039
DEF.HIDR. (mm)	154	130	101	66	21	0	0	2	46	86	119	145	868
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	9	42	0	0	0	0	0	45
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.01	0.08	0.56	1.26	2.22	0.96	0.27	0.07	0.03	0.00	0.21

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 3
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 3

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	26.8	26.7	25.1	22.6	19.9	17.7	16.6	16.7	18.3	20.8	23.5	25.7	21.7
T. MIN (ºC)	13.2	13.2	12.1	10.3	8.3	6.6	5.8	5.8	6.9	8.7	10.7	12.4	9.5
T. MED (ºC)	19.1	19.0	17.8	15.7	13.5	11.6	10.7	10.8	12.0	14.1	16.3	18.2	14.9
SUMA T. (D.G.)	282	277	238	175	111	74	60	62	83	126	194	251	1933
S.T. ACUMU. (D.G.)	936	1213	1450	1626	1736	1811	1871	1933	83	209	402	654	1933
HRS.FRIO	0	0	0	1	21	80	135	119	64	14	0	0	434
H.F. ACUMU.	433	433	433	434	21	102	237	356	420	433	433	433	434
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
R. SOLAR (Ly/día)	557	477	386	291	217	184	183	263	354	449	523	556	370
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.7	4.2	18.7	32.1	53.4	27.6	11.9	4.8	2.9	0.2	157.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	17	29	48	25	11	4	1	0	138
HUM. REL. (%)	71	71	72	74	76	77	78	78	77	75	73	72	75
EVAP.POT. (mm)	178	150	117	83	55	41	39	47	72	107	142	168	1199
DEF.HIDR. (mm)	178	150	117	78	36	9	0	19	60	102	139	168	1056
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	14
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.05	0.34	0.78	1.37	0.59	0.17	0.05	0.02	0.00	0.13

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 4
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 4

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	27.3	27.1	25.4	22.7	19.7	17.2	16.1	16.3	18.0	20.7	23.7	26.2	21.7
T. MIN (ºC)	12.2	12.2	11.1	9.4	7.4	5.7	4.9	4.9	6.0	7.7	9.7	11.4	8.6
T. MED (ºC)	18.9	18.8	17.4	15.3	12.9	10.9	10.0	10.1	11.4	13.6	16.0	17.9	14.4
SUMA T. (D.G.)	268	263	222	158	99	65	52	55	74	114	179	237	1785
S.T. ACUMU. (D.G.)	871	1134	1356	1515	1613	1678	1730	1785	74	187	366	603	1785
HRS.FRIO	0	0	0	6	43	126	236	222	97	31	3	0	765
H.F. ACUMU.	759	759	759	765	43	170	406	629	726	757	759	759	765
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	3.0	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0
R. SOLAR (Ly/día)	558	479	389	294	221	188	187	266	356	451	524	557	373
PRECIPIT. (mm)	0.4	0.0	1.1	6.2	27.6	47.3	78.6	40.6	17.5	7.1	4.3	0.3	231.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	5	25	43	70	36	17	6	2	0	204
HUM. REL. (%)	68	68	69	71	72	73	74	74	73	71	70	69	71
EVAP.POT. (mm)	172	145	114	81	55	42	40	47	71	104	138	163	1172
DEF.HIDR. (mm)	172	145	113	75	27	0	0	7	54	97	133	162	985
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	5	38	0	0	0	0	0	43
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.08	0.50	1.12	1.97	0.86	0.25	0.07	0.03	0.00	0.20

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 5
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 5

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	22.0	22.0	20.8	18.8	16.7	14.9	14.0	14.0	15.2	17.2	19.3	21.1	18.0
T. MIN (ºC)	12.0	12.2	11.6	10.7	9.5	8.5	8.0	7.8	8.4	9.3	10.5	11.5	10.0
T. MED (ºC)	16.2	16.3	15.5	14.1	12.5	11.1	10.5	10.4	11.3	12.7	14.2	15.6	13.4
SUMA T. (D.G.)	194	193	168	125	79	54	42	44	57	85	130	171	1342
S.T. ACUMU. (D.G.)	637	830	998	1123	1202	1256	1298	1342	57	142	272	443	1342
HRS.FRIO	0	0	0	0	7	27	49	50	29	8	0	0	170
H.F. ACUMU.	170	170	170	170	7	33	83	133	161	169	170	170	170
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
R. SOLAR (Ly/día)	545	467	377	283	210	178	177	255	345	439	512	544	361
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.8	4.7	20.9	35.8	59.5	30.8	13.3	5.4	3.3	0.2	175.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	3	19	33	54	28	13	4	1	0	155
HUM. REL. (%)	79	79	80	82	84	85	86	86	85	83	81	80	83
EVAP.POT. (mm)	155	130	102	72	48	36	34	41	63	93	124	146	1044
DEF.HIDR. (mm)	155	130	101	67	27	0	0	10	49	87	120	146	895
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	26
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.07	0.44	0.99	1.75	0.75	0.21	0.06	0.03	0.00	0.17

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 6
CARACTERISTICAS AGROCLIMATICAS DISTRITO 6

PARAMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
T. MAX (ºC)	28.4	28.2	26.5	23.8	20.9	18.4	17.3	17.5	19.2	21.9	24.8	27.3	22.9
T. MIN (ºC)	12.5	12.5	11.3	9.3	7.2	5.4	4.5	4.5	5.7	7.7	9.8	11.6	8.5
T. MED (ºC)	19.5	19.4	18.0	15.8	13.4	11.4	10.4	10.5	11.9	14.1	16.6	18.6	15.0
SUMA T. (D.G.)	289	283	241	175	111	75	61	64	84	128	197	257	1966
S.T. ACUMU. (D.G.)	955	1238	1479	1654	1765	1841	1902	1966	84	213	409	666	1966
HRS.FRIO	0	0	0	5	44	141	239	224	105	29	2	0	789
H.F. ACUMU.	784	784	784	789	44	185	424	648	753	782	784	784	789
Nº HELADAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.4	3.1	1.0	0.0	0.0	0.0	9.0
R. SOLAR (Ly/día)	617	529	428	323	241	205	204	292	393	498	580	616	411
PRECIPIT. (mm)	0.3	0.0	0.9	5.1	22.4	38.5	63.9	33.1	14.3	5.8	3.5	0.2	188.0
PP.EFECT. (mm)	0	0	0	4	21	35	58	30	14	4	1	0	167
HUM. REL. (%)	61	61	62	63	65	66	66	66	65	64	62	61	64
EVAP.POT. (mm)	194	163	128	91	61	47	44	52	79	117	155	183	1315
DEF.HIDR. (mm)	194	163	128	86	38	8	0	19	65	111	151	183	1148
EXC.HIDR. (mm)	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20
IND.HUMED.	0.00	0.00	0.00	0.06	0.37	0.83	1.45	0.63	0.18	0.05	0.02	0.00	0.14

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

H.F. ACUMU. : Horas de frío acumuladas a partir del 1° de Mayo.

CUADRO 7

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 1

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.29	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.56	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.56	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.24	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Palto	2	1	1	*	Ex	0.00	0.82	Limit. Leve
Limón	2	1	1	*	Ex	0.00	0.73	Limit. Leve
Naranjo	2	1	1	*	Ex	0.00	0.73	Limit. Leve
Almendro	1	1	1	3	3	0.15	0.42	Lim.Moderada
Durazno	1	1	1	4	Ex	0.01	0.14	Lim. Severa
Ciruelo	1	1	1	4	Ex	0.01	0.14	Lim. Severa
Vid	3	1	1	4	4	0.02	0.08	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Cerezo	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Nogal	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído

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

CUADRO 8

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 2

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Palto	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	3	0.40	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	2	0.70	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	2	0.70	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.61	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	3	0.35	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.47	1.00	Sin Limitac.
Limón	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	2	3	0.41	0.87	Limit. Leve
Durazno	1	1	1	3	4	0.09	0.50	Lim.Moderada
Ciruelo	1	1	1	3	4	0.09	0.50	Lim.Moderada
Vid	2	1	1	3	3	0.13	0.38	Lim.Moderada
Cerezo	1	1	1	4	Ex	0.00	0.26	Lim. Severa
Nogal	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.10	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.08	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.08	Excluído

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

CUADRO 9

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 3

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Limón	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.16	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.13	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	4	0.31	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Palto	1	1	1	*	Ex	0.00	0.92	Sin Limitac.
Vid	1	1	1	2	4	0.08	0.67	Limit. Leve
Ciruelo	1	1	1	2	Ex	0.00	0.67	Limit. Leve
Durazno	1	1	1	2	Ex	0.00	0.67	Limit. Leve
Cerezo	1	1	1	3	Ex	0.00	0.42	Lim.Moderada
Nogal	1	1	1	4	Ex	0.00	0.27	Lim. Severa
Peral	1	1	1	4	Ex	0.00	0.24	Lim. Severa
Manzano	1	1	1	4	Ex	0.00	0.24	Lim. Severa

Los código 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

CUADRO 10

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 4

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.21	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	3	0.52	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	3	0.52	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	4	0.25	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.42	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.33	1.00	Sin Limitac.
Naranjo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Nogal	1	1	1	1	Ex	0.00	0.93	Sin Limitac.
Vid	2	1	1	1	4	0.18	0.85	Limit. Leve
Manzano	1	1	1	2	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Limón	1	2	1	*	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Peral	1	1	1	2	Ex	0.00	0.83	Limit. Leve
Palto	1	2	1	*	Ex	0.00	0.69	Limit. Leve

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

CUADRO 11

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 5

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	3	0.37	1.00	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	3	0.57	1.00	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	4	0.10	1.00	Sin Limitac.
Arveja	1	1	1	*	2	0.66	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	4	0.32	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Avena	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	3	0.44	1.00	Sin Limitac.
Garbanzo	1	1	1	*	2	0.61	0.94	Sin Limitac.
Olivo	2	1	1	*	3	0.30	0.81	Limit. Leve
Maíz	2	1	1	*	Ex	0.00	0.81	Limit. Leve
Maravilla	2	1	1	*	Ex	0.00	0.81	Limit. Leve
Palto	3	1	1	*	Ex	0.00	0.56	Lim.Moderada
Limón	3	1	1	*	Ex	0.00	0.49	Lim.Moderada
Naranjo	3	1	1	*	Ex	0.00	0.49	Lim.Moderada
Almendro	2	1	1	3	3	0.15	0.34	Lim. Severa
Durazno	1	1	1	4	4	0.02	0.14	Lim. Severa
Ciruelo	1	1	1	4	4	0.02	0.14	Lim. Severa
Vid	3	1	1	4	4	0.02	0.05	Excluído
Manzano	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Peral	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Nogal	2	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído
Cerezo	1	1	1	Ex	Ex	0.00	0.00	Excluído

Los código 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

CUADRO 12

DIAGNOSTICO AGROCLIMATICO DISTRITO 6

ESPECIE	SUMA TERM.	PER.L. HELAD.	TEMP. MAX.	HRS. FRIO	DEFIC HIDRI	INDIC.AGROCLI SECANO	INDIC.AGROCLI RIEGO	GRADO DE LIMITACION
Avena	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Cebada	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Cucurbit.	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Ciruelo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Esparrago	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Trigo inv.	1	1	1	*	4	0.14	1.00	Sin Limitac.
Alfalfa	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Papas	1	1	1	*	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Vid	1	1	1	1	Ex	0.02	1.00	Sin Limitac.
Cerezo	1	1	1	1	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maíz	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Maravilla	1	1	1	*	Ex	0.00	1.00	Sin Limitac.
Durazno	1	1	1	1	Ex	0.00	0.97	Sin Limitac.
Frejol	1	1	1	*	Ex	0.00	0.97	Sin Limitac.
Olivo	1	1	1	*	Ex	0.04	0.97	Sin Limitac.
T.Blanco	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
Ballica	1	1	1	*	4	0.16	0.96	Sin Limitac.
T.Rosado	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
T.Subterr.	1	1	1	*	Ex	0.04	0.96	Sin Limitac.
Cebolla	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Ají	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Tomate	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Ajo	1	1	1	*	Ex	0.00	0.94	Sin Limitac.
Almendro	1	1	1	1	4	0.13	0.92	Sin Limitac.
Nogal	1	1	1	1	Ex	0.00	0.90	Limit. Leve
Arveja	1	1	1	*	4	0.25	0.89	Limit. Leve
Garbanzo	1	1	1	*	4	0.25	0.89	Limit. Leve
Peral	1	1	1	2	Ex	0.00	0.87	Limit. Leve
Manzano	1	1	1	2	Ex	0.00	0.87	Limit. Leve
Naranjo	1	2	1	*	Ex	0.00	0.86	Limit. Leve
Limón	1	2	1	*	Ex	0.00	0.74	Limit. Leve
Palto	1	3	1	*	Ex	0.00	0.61	Lim.Moderada

Los código 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

3.2.1.- Vientos.-

La metodología de zonificación agroclimática empleada en el presente estudio, no considera al viento como una variable climática de zonificación, por la imposibilidad de representarlo cartográficamente, debido a que es un parámetro extremadamente variable en el espacio y muy relacionado con las condiciones microtopográficas del lugar. Es frecuente encontrar vientos locales, encajonados en los valles y con una fuerza y dirección provocada por la conformación del terreno.

Por otro lado, no hay duda que en algunas condiciones particulares, el viento es una variable que limita la producción comercial de algunas especies, pero hasta el momento es muy vago el conocimiento sistemático y cuatitativo de su influencia sobre la producción vegetal, situación que impide incluirlo en el modelo de evaluación o diagnóstico agroclimático.

En todo caso, al observar la información de viento proveniente de las estaciones meteorológica cercanas (ver Tablas 4 y 5), puede concluirse que en el área de estudio es una zona particularmente ventosa, sobretodo en el litoral, disminuyendo hacia el interior.

Es así como en Los Vilos se observan valores cercanos a 140 km/día en los meses de verano. Por el contrario, en el interior, Illapel, apenas llegan a 30 km/día en el mismo período.

Esta situación es provocada por el mayor calentamiento por insolación de la tierra en relación al mar, el cual, en esta zona es especialmente frío por la surgencia de la corriente fría de Humbold, creando una diferencia de presión lo que hace mover el aire hacia el interior, diariamente en forma cíclica.

De acuerdo a lo anterior y considerando que valores de 140 km/día (Corral de Julio, Los Vilos) se consideran vientos de relativa importancia, la agricultura del lugar debiera verse afectada, sobretodo en aquellas especies muy delicadas, como frutales para consumo fresco y especies con polinización por insectos, más aún si se encuentran en lugares desprotegidos. Esta situación puede solucionarse con la instalación de cortinas corta-vientos.

TABLA 4

RECORRIDO DEL VIENTO (Km./día)

E S T A C I O N	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
La Serena	104,0	98,0	95,0	70,0	52,0	60,0	56,0	63,0	72,0	77,0	76,0	95,0
Corral de Julio	141,4	146,8	133,0	108,4	103,8	120,8	112,4	123,6	130,3	130,2	162,7	157,0
Illapel Riego	28,3	24,9	19,9	15,7	14,3	13,7	18,1	21,8	25,6	26,6	26,9	29,9
La Tranquilla	85,9	79,6	67,8	52,9	41,1	42,9	56,1	58,3	71,8	71,4	83,4	85,7
Los Cóndores	93,2	84,9	79,8	73,7	56,6	53,6	56,1	56,0	61,2	66,5	86,8	90,9
Los Vilos SAG	145,0	142,1	109,6	86,7	76,7	103,7	130,1	107,0	92,9	126,2	122,1	138,2

TABLA 5

DIRECCION, FRECUENCIA Y FUERZA MEDIA DE LOS VIENTOS

E S T A C I O N		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Punta Angeles	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	60	61	56	46	34	30	33	42	52	61	65	61
	FZ:	5,3	4,3	3,2	3,0	2,7	3,1	3,0	3,2	4,5	4,8	5,3	5,5
Quillota	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	92	87	83	77	54	46	45	64	67	77	86	88
	FZ:	4,6	4,2	3,9	4,0	3,6	3,8	3,5	3,5	4,0	4,3	4,8	5,2
Santo Domingo	DD:	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
	FR:	36	41	29	28	17	13	14	28	33	44	36	36
	FZ:	11,7	10,3	9,3	7,0	7,7	5,0	5,0	6,7	8,0	8,7	10,0	11,3

DD: Dirección Dominante
FR: Frecuencia para la Dirección Dominante
FZ; Fuerza Media (nudos)

VII.- ESTUDIO DE SUELOS.-

1.- INTRODUCCION.-

El estudio de suelos realizado se considera como uno de los estudios temáticos fundamentales para la posterior ejecución del "Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa".

La envolvente definida por la Comisión Nacional de Riego encierra una superficie aproximada de 40.000 hás., las que fueron materia de este estudio.

A continuación se señala la metodología empleada en el Reconocimiento Agrológico y sus resultados los que incluyen una completa caracterización físico-química de los suelos.

2.- METODOLOGIA.-

2.1.- Antecedentes Existentes.-

Como etapa previa al reconocimiento de terreno, se hizo una exhaustiva revisión de anteriores trabajos de suelos y relacionados con el tema. Esta etapa contempló el análisis de los primeros trabajos generalizados efectuados en el área por especialistas del Ministerio de Agricultura, Ingenieros Agrónomos Carlos Díaz Vial y Charles Wright, a mediados de los años 60 y publicados bajo el título "Los Grandes Grupos de Suelos de Chile".

El análisis de antecedentes, implicó, también el estudio de algunos reconocimientos parciales del área efectuados por IREN-DECSA en 1966, Estudio de Suelos Valle del Choapa CORFO, Descripción Generalizada de Suelos del Valle del Choapa. D.Pesce P.; y otros.

2.2.- Cartografía y Aerofotografía Básica.-

Para el reconocimiento agrológico del Valle del Río Choapa y sus Tributarios se contó como instrumento básico de apoyo, con la cartografía escala 1:10.000 proporcionada por la Comisión Nacional de Riego como también los fotogramas aéreos infrarrojo color escala 1:10.000. Como complemento se usaron las cartas I.G.M. a escalas 1:25.000 y 1:50.000, y los ortofoto - mosaicos CIREN escala 1:10.000

2.3.- Preparación del Reconocimiento.-

La envolvente del estudio fue definida por la Comisión Nacional de Riego; de manera previa al reconocimiento en terreno, se estudió y evaluó la información existente y se preparó el material cartográfico y fotográfico necesario para las etapas de terreno y gabinete posteriores.

En esta etapa inicial, se definieron las pautas metodológicas a utilizar en el reconocimiento agrológico propiamente tal, y en las clasificaciones interpretativas. Para el reconocimiento se adoptaron las normas del Manual de Reconocimiento de

Suelos (Soil Survey Manual) del USDA-SCS (1984), empleado como referencia por los organismos especializados y que, además, es el sistema exigido y utilizado por la Comisión Nacional de Riego.

2.3.1.- Etapa de Terreno.-

Como etapa previa del reconocimiento agrológico, se hizo un análisis exhaustivo del Mapa de Unidades Geomorfológicas, ya señaladas en el capítulo V anterior. Estas unidades agrupan suelos que genéticamente pueden tener igual origen y cuyo desarrollo evoluciona en rangos homogéneos, que mantienen posiciones y morfología semejantes y que, además mantienen parámetros degradativos similares y/o en rangos equivalentes.

La etapa de terreno, consistió básicamente en la obtención de información sobre la base de calicatas, observaciones de barreno, observaciones de paisaje y vegetación para alcanzar una adecuada caracterización interna y externa de los suelos, ciñéndose a las pautas acordadas previamente.

Paralelamente en el registro de los datos requeridos, se generó la información necesaria para las clasificaciones interpretativas de Capacidad de Uso, Riego, Frutal, Drenaje, Erosión, Cultivos, Grupos de Manejo.

2.3.2.- Etapa Final de Gabinete.-

Correspondió a la compilación, homogeneización, sistematización y traspaso a cartas, de la información generada. El procesamiento de ella permitió definir las Series de Suelo y sus variaciones, además de la clasificación interpretativa para las diferentes unidades cartográficas establecidas.

Finalmente, se preparó el Informe Final y la cartografía definitiva, cuyo detalle es el siguiente:

- Carta Agrológica, escala de trabajo 1:20.000, cuyas Unidades Cartográficas incluyen información sobre nombre y tipo de la Serie de Suelo, profundidad efectiva, relieve y factores limitantes, como drenaje, pedregosidad y otros.

- Cartas Interpretativas de Capacidad de Uso, Aptitud para el Regadío, Aptitud Frutal, Aptitud Agrícola, Grupos de Uso y Manejo.

2.4.- Unidades de Clasificación e Interpretación.-

2.4.1.- Unidades Taxonómicas y Cartográficas.-

La caracterización de los suelos se hizo considerando la Serie de Suelos como la Unidad Taxonómica principal, en tanto que la Fase de Suelos corresponde a la Unidad Cartográfica principal. Donde fue necesario, por las características de los suelos, se definió Grupos o Unidades No Diferenciadas de Suelos y Miscelaneos.

Las Unidades usadas fueron:

- **Serie de Suelos**, que no ha tenido cambios en la definición tradicional aceptada y utilizada en el país.

- **Grupos o Unidades No Diferenciadas**, reuniendo a dos o más taxas no asociadas consistentemente en el paisaje y cuya expresión definida en el paisaje no es clara, pudiendo incluir suelos diferentes. Esta unidad se usa expresamente para los sedimentos aluviales recientes, que por sus características de casi nula evolución pedogenética, no alcanzan a ser caracterizados como Series de Suelos. Básicamente, es una unidad taxonómica de uso práctico.

- **Fases de Suelo**, unidad de máxima desagregación de la información, integrando grupos funcionales de suelos distintos para propósitos específicos de uso. Estas unidades se establecen sobre la base de aquellas características del suelo y del paisaje que son significativas para su uso, manejo o comportamiento.

Cualquier propiedad del suelo, distinta de aquellas que involucren cambiarlo de taxón, puede definir una fase; así por ejemplo hay fases pedregosas, rocosas, arenosas, erosionadas, profundas, etc.

- **Miscelaneos**, en el area se definieron algunas unidades cartográficas como miscelaneos y que corresponden a cerros, dunas,

quebradas, fondos de valles etc.

2.4.2.- Unidades Interpretativas.-

El objetivo de la caracterización de los suelos es definir sus aptitudes y limitaciones, tanto de producción como de sustentabilidad, así como su capacidad de soporte de determinados sistemas de manejo y uso, es decir, sus condiciones de conservación.

El ordenamiento de los suelos en sistemas de agrupamiento que señalen estas aptitudes y limitantes en función de su magnitud y tipo, se ha traducido en la creación de las Clasificaciones Interpretativas de los suelos. Es decir, su agrupamiento en categorías que expliciten el para qué sirven, cómo se comportan y cúales y de qué tipo son sus limitaciones.

Las clasificaciones más frecuentemente empleadas, contempladas en este estudio, son las siguientes:

- Capacidad de Uso de los Suelos (a nivel de Clases, Subclases y Unidades).
- Aptitud de Suelos para el Regadío (a nivel de Categorías y Subcategorías)
- Aptitud Frutal de los Suelos (a nivel de Clases)
- Drenaje de los Suelos (a nivel de Clases)
- Aptitud Agrícola de los Suelos (a nivel de Clases)
- Grupos de Uso y Manejo (a nivel de Grupos)

Todos estos agrupamientos se encuentran explicitados en el punto 2.5.2.

2.5.- Leyendas Descriptivas, Simbología y Definiciones.-

2.5.1.- Leyendas Descriptivas y Símbolos.-

La expresión cartográfica de las unidades de suelo se materializa mediante el empleo de símbolos, cada uno identificando alguna característica o condición del suelo, correspondiente a la ubicación geográfica donde ese símbolo se ha dispuesto. Asimismo, cada símbolo expuesto en una fórmula o combinación de símbolos, determina además la intensidad o magnitud con que determinada característica concurre.

La definición de todos y cada uno de los símbolos con que se representa cartográficamente un levantamiento agrológico, se conoce como Leyenda Descriptiva. A continuación, se entrega el detalle de los factores con que se definieron los suelos del área, así como la simbología que los identifica.

a.- Profundidad del Perfil.-

Símbolo	Significado	Profundidad efectiva (cms)
1	Muy profundo	+ 150
2	Profundo	100 - 150
3	* Moderadamente prof.	50 - 100
4	Delgado	25 - 50
5	Muy delgado	-25

* Puede dividirse en 2 clases : 50- 70 y 75 - 100

b.- Pedregosidad Superficial.-

Se refiere a la presencia de grava o piedras en superficie, denominándose grava a los fragmentos de 2-15 cms. de diámetro y piedras a los mayores de 15 cms.

b.1.- Clase de Pedregosidad.-

Símbolo	Clase	% de suelo ocupado
P1	Ligeramente pedregoso	1 - 3
P2	Moderadamente pedregoso	3 - 8
P3	Abundantemente pedregoso	8 - 15
P4	Muy abundantemente pedregoso	Mayor de 15

b.2.- Clase de Gravosidad.-

Símbolo	Clase	% ocupado de suelo
G1	Ligeramente gravoso	3-10
G2	Moderadamente gravoso	10-20
G3	Abundantemente gravoso	20-40
G4	Muy abundantemente gravoso	Más de 40

c.- Textura del Suelo.-

Símbolo	Clase Textural	T e x t u r a s
A	Muy fina	Arcilla densa, arcilloso, arcillo-limoso; arcillo-arenoso.
B	Fina	Arcillo-limoso; arcillo arenosa.
C	Moderadamente fina.	Franco arcillosa; Franco arcillo limoso;Franco arcillo arenoso.
D	Media	Franco; Franco limoso; Franco arenosa muy fina
E	Moderadamente gruesa	Franco arenosa fina; Franco arenosa.
F	Gruesa	Areno francosa fina; Areno francosa muy fina; Areno francosa;Areno francosa gruesa; Areno muy fina; Arena fina.
G	Muy Gruesa	Arena media; Areno gruesa.

d.- Pendientes.-

d.1.- Pendientes Simples.-

Símbolo	%	Denominación
A	0 - 2	Casi plano
B	2 - 5	Suavemente inclinado
C	5 - 10	Moderadamente inclinado
D	10 - 25	Fuertemente inclinado
E	25 - 50	Escarpado
F	+ 50	Muy escarpado

d.2.- Pendientes Complejas.-

Símbolo	%	Denominación
A-K	1 - 3	Ligeramente ondulado
B-K	2 - 5	Suavemente ondulado
C-K	5 - 10	Moderadamente ondulado
D-K	10 - 25	Fuertemente ondulado
E-K	25 - 50	Muy fuertemente ondulado
F-K	+ 50	Montañoso

e.- Erosión.-

Símbolo	Denominación
1	Nulo a ligera
2	Moderada
3	Severa
4	Muy severa

f.- Drenaje Interno.-

Símbolo	Denominación
W1	Muy pobre
W2	Pobre
W3	Imperfecto
W4	Moderado
W5	Bueno (No se indica)
W6	Excesivo

g.- Salinidad.-

Símbolo	Denominación	CE (dS/m)
SO	No salino (no se indica)	0 - 2
S1	Ligeramente salino	2 - 4
S2	Salino	4 - 8
S3	Muy salino	8 - 12
S4	Extremadamente salino	+ 12

h.- Alcalinidad.

Símbolo	Denominación	PSI %
A0	No alcalino (no se indica)	0 - 10
A1	Ligeramente alcalino	10 - 15
A2	Alcalino	15 - 25
A3	Muy alcalino	25 - 40
A4	Extramadamente alcalino	+ 40

$$SAR = \frac{[Na+]}{\sqrt{\frac{[Ca++] + [Mg++]}{2}}}$$

i.- Inundación.-

Símbolo	Denominación
F1	Inundación temporal
F2	Inundación muy frecuente

2.5.2.- Clasificaciones Interpretativas.-

2.5.2.1.- Capacidad de Uso.-

Es una ordenación o agrupación de los suelo, destinada a señalar las dificultades o riesgos de conservación que pueden presentarse al utilizarlos; este sistema interpreta las características de los suelos en función de su adaptabilidad relativa a ciertos cultivos, su capacidad para producir y sus aptitudes y limitantes naturales frente al manejo y uso a que se les somete. Establece ocho Clases que definen la magnitud de las limitantes del suelo, cuatro subclases que identifican el tipo de las limitantes y nueve unidades que explicitan la especialidad de la limitación.

Respecto de las Clases, las cuatro primeras agrupan a suelos arables, la quinta se utiliza sólo esporádicamente, ya que reúne suelos con ciertas condiciones específicas y transitorias y las 3 restantes agrupan a suelos no arables.

a.- Clases.-

a.1.- Suelos Arables.-

Clase I.- Suelos con pocas o ninguna limitación al uso. Suelos planos o casi planos; profundos, bien drenados, con buena capacidad de retención de agua, buena fertilidad o responden bien a la aplicación de fertilizantes. De acuerdo al manejo, proveen buenos rendimientos. Se adaptan a cultivos intensivos. Requieren prácticas simples de manejo para preservarse en buenas condiciones.

Clase II.- Suelos con algunas limitaciones menores en profundidad o pendiente. Las texturas pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que los de Clase I. Responden bien, aunque con prácticas algo más intensas. Las limitaciones más frecuentes son: pendientes suaves, algo de erosión, moderada profundidad, estructura algo desfavorable, cierta salinidad, limitaciones climáticas ligeras. Aceptan cultivos de todo tipo, aunque los rendimientos pueden ser algo menores que las Clase I, a iguales condiciones de manejo.

Clase III.- Suelos con limitaciones moderadas y la elección de cultivos es algo más restringida. Necesidad de manejo más intenso. Algunas limitaciones frecuentes son: topografía hasta moderadamente inclinada;alta susceptibilidad a la erosión; suelos delgados; sustrato rocosos, lo que limita el arraigamiento; permeabilidad lenta; baja capacidad de retención de agua; drenaje hasta imperfecto; inundaciones frecuentes con algunos daños a cultivos; limitaciones climáticas moderadas.

Clase IV.- Suelos con limitaciones severas, que restringen fuertemente la selección de cultivos y sus rendimientos. Requieren de prácticas de manejo y conservación más complejas y costosas. Los rendimientos pueden ser bajos, a idénticas condiciones de manejo con suelos de clases mejores. Las limitaciones más comunes se refieren a una escasa profundidad del solum, pendientes fuertes, relieve ondulado o disectado, humedad excesiva, drenaje

hasta pobre y susceptibilidad fuerte a la erosión.

Clase V.- Suelos de características especiales que, transitoriamente, han sido ubicados en esta clase, a la espera de estudios económicos o de otro tipo que permitan superar ciertas limitantes, como exceso de agua, de piedras en superficie,salinidad u otras. Clase no usada en este estudio agrológico.

a.2.- Suelos No Arables.-

Clase VI.- Suelos inadecuados para cultivos normales, bajo condiciones habituales de manejo. Uso limitado a pastos y bosques, establecidos o naturales manejados. Limitaciones que no pueden ser corregidas sin transformar el suelo o cambiar sus características identificatorias. Las limitantes más frecuentes son: pendientes excesivas, susceptibilidad severa a la erosión, pedregosidad excesiva, drenaje pobre o muy pobre, alto contenido de sales o sodio.

Clase VII.- Limitaciones muy severas que restringen el uso a pastoreo muy liviano y bosques bajo manejo cuidadoso. Las restricciones más frecuentes son: pendientes excesivas, erosión avanzada (hasta el sustrato), suelos muy delgados, granulometrías extremas, clima desfavorable, etc.

Clase VIII.-Suelos sin valor productivo y que deben dejarse para vida silvestre, recreación o para sostener cubierta

vegetal de protección.

b.- Subclases de Capacidad de Uso.-

Las Subclases permiten identificar el tipo de limitante al uso de los suelos, dentro de cada clase. La Subclase se señala mediante una letra minúscula, como sub-índice de la clase, y son las cuatro siguientes:

"s".- Limitantes propias del suelo; identifica características internas, propias de solum,tales como granulometría, pedregosidad, profundidad efectiva, salinidad, etc.

"w".- Limitantes relacionadas al drenaje; identifica suelos con problemas de drenaje, de inundación o humedad.

"e".- Limitantes por riesgos de erosión o por la presencia de suelos erosionados.

"d".- Limitaciones por factores climáticos (también,puede identificarse por la letra c).

c.- Unidades de Capacidad de Uso.-

Van más al detalle del factor limitante principal, ya que caracterizan la especificidad de la limitante. En Chile, se han utilizado nueve Unidades de Capacidad de Uso, las que se designan por dígitos entre 0 y 9 como un segundo sub-índice de la clase. Las unidades son las siguientes:

"0".- Suelos que presentan alguna estrata arenosa o con gravas, que limita el arraigamiento y la retención de agua.

"1".- Erosión actual o potencial por agua o viento.

"2".- Drenaje o riesgos de inundación.

"3".- Subsuelo o substrato 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 que constituye riesgo permanente.

"7".- Pedregosidad, gravosidad o rocosidad superficial excesiva, que interfiere el laboreo.

"8".- Suelo descansa sobre lecho rocoso, lo limita la zona radicular.

"9".- Baja fertilidad inherente.

2.5.2.2.- Aptitud de Suelos para el Regadío.-

Corresponde a una agrupación de suelos por aptitudes o limitaciones homogéneas, en relación con la capacidad para ser regados. Se han establecido categorías, simbolizadas mediante números árabes, que indican la magnitud creciente de las limitantes para el riego de los suelos, y subcategorías, mediante subíndices literales, que definen el tipo de limitación.

a.- Categorías.-

Categoría 1.- Suelos muy bien adaptados, sin problemas para imponerles cualquier método de riego bien manejado. Tienen escasas limitaciones, son planos o casi planos, profundos, permeables y de buen drenaje; además, buena capacidad de retención de agua.

Categoría 2.- Suelos moderadamente bien adaptados. Tienen algunas limitaciones que restringen la elección de cultivos y/o exigen prácticas moderadas tanto de manejo del agua como de conservación. Alguna limitación mayor en cualquiera característica de los suelos de Categoría 1, los coloca en la categoría 2.

Categoría 3.- Suelos pobremente adaptados. Suelos poco apropiados para el riego. Poseen serias limitaciones, que reducen los cultivos y requieren de prácticas mayores de conservación.

Categoría 4.- Suelos muy pobremente adaptados. Muy poco apropiados para el riego. Limitaciones muy serias restringen al máximo la elección del cultivos. Requieren un manejo muy cuidadoso y prácticas especiales de manejo.

Categoría 5.- Suelos de condición especial, similar a los de Clase V de Capacidad de Uso. (No fue utilizada).

Categoría 6.- Suelos no aptos para ser regados. Limitaciones insuperables para sistemas y métodos habituales de riego. No contempla métodos tecnificados de riego, los cuales debieran ser objeto de alguna clasificación especial, no existente aún en Chile.

b.- Subcategorías.-

Son divisiones de los suelos pertenecientes a una Categoría, que permite especificar el tipo de los factores limitantes. Se indican mediante letras, como subíndice de la Categoría, y son las siguientes:

"s".- Limitantes debidas a características de los suelos.

"t".- Limitantes debidas a factores topográficos.

"w".- Limitantes debidas a exceso de humedad.

2.5.2.3.- Aptitud Frutal de los Suelos.-

El sistema de clasificación de suelos dice relación con su aptitud para la producción de frutales mayores y ha sido extraído de una pauta elaborada por DIPROREN-SAG, que agrupa los suelos en cinco Clases diferentes. Cabe indicar que cualquiera clasificación de aptitud contempla exclusivamente las características propias de los suelos, aunque es obvio que los suelos son sólo uno de los factores que influyen en los cultivos y específicamente en los frutales. En consecuencia, cualquiera determinación que se tome sobre la base de esta clasificación, debe considerar otros elementos tan importantes como el clima, el agua y el manejo de estos recursos.

Las Clases de Aptitud Frutal son las siguientes:

Clase A.- Suelos sin limitaciones para la producción de frutales mayores. Suelos profundos (> 90 cms); texturas superficiales medias y subsuelos entre franco arenosos y franco arcillosos. Buen drenaje; si hay moteados, pueden estar bajo los 90 cms.; permeabilidad moderada a moderadamente rápida (2-12,5 cms/h). Pendientes entre 0 y 1%; salinidad < 3 mS/cm y escasos carbonatos.

Clase B.- Suelos con limitaciones ligeras. Suelos entre 70 y 90 cm; texturas superficiales entre areno francosa fina y arcillas; subsuelo entre franco arenosa y franco arcillosa. Drenaje bueno a moderado, moteados escasos bajo los 70 cms; permeabilidad

moderada a moderadamente rápida (2-12,5 cms/h). Pendiente < 3%; erosión ligera; CE < 4 mS/cm; escasos carbonatos.

Clase C.- Suelos con limitaciones moderadas. Profundidad entre 40 y 70 cms; texturas del perfil, entre arenosa fina y arcillosa. Drenaje excesivo a moderado; puede haber moteados a más de 70 cms; permeabilidad moderadamente lenta a rápida (0,5 a 25 cms/h). Pendiente < 6%; erosión moderada; CE < 6 mS/cm; carbonatos moderados. Hay especies para las cuales, por hábitos de arraigamiento superficial, 75 cm de perfil son más que suficiente para permitir la máxima expresión de su potencial genético; en estos casos, suelos de 75 cms de profundidad efectiva podrán ser incluidos en Clase A.

Clase D.- Suelos con severas limitaciones. Profundidad efectiva < 40 cms; texturas del perfil, cualquiera. Drenaje, imperfecto a excesivo; cualquier tipo, cantidad y distribución de moteados; permeabilidad, desde muy lenta a muy rápida (0,5 a 25 cms/h). Pendiente puede ser > 6% y la erosión puede llegar a severa. CE < 6 mS/cm; contenido de carbonatos elevado.

Clase E.- Suelos que, por sus características más extremas que los de la Clase D, no tienen aptitud para el cultivo de frutales mayores.

2.5.2.4.- Aptitud Agrícola de los Suelos.-

Corresponde a una agrupación de los suelos de este sector del Valle,que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y su respuesta bajo un mismo tipo de manejo.

Los antecedentes corresponden a los deducidos del Estudio Agrológico del área y considera los siguientes factores: textura, profundidad, drenaje, topografía, erosión, características físico-químicas y todos aquellos aspectos que inciden en el desarrollo de los cultivos y frutales,las prácticas de manejo y de conservación. Esta agrupación consideró en forma indirecta las condiciones climáticas del área, según se deduce del Estudio Agroclimático que se preparó para la realización de este informe.

La agrupación de los suelos según su aptitud agrícola aparece en la cartografía con un número árabe entre paréntesis.

Grupo (1) de Aptitud Agrícola.- Son suelos profundos a moderadamente profundos, buen drenaje, planos a casi planos, substratum permeable. Presentan aptitud para todos los cultivos y frutales de la zona.

Grupo (2) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos profundos a moderadamente profundos, drenaje moderadamente bueno a imperfecto, substratum permeable, presentan un nivel freático que restringue el arraigamiento y limita su uso, en especial a los frutales y a empastadas de arraigamiento profundo.

Grupo (3) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos profundos, ligeramente ondulados, texturas moderadamente finas a muy finas, pedregoso, drenaje moderadamente bueno, substratum compactado lo que dificulta la percolación y el desarrollo radicular. Las limitaciones de suelo y topografía deben tomarse en consideración al seleccionar los cultivos, rotaciones y especies frutales.

Grupo (4) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos de topografía moderadamente ondulada y en sectores con pendientes fuertes; drenaje bueno a moderadamente bueno, profundos a moderadamente profundos, de texturas finas a muy finas; con abundante pedregosidad superficial y en el perfil; presentan un sustratum compactado que dificulta el arraigamiento y la percolación del agua. Son aptos para la mayoría de los cultivos y frutales de la zona. Las limitaciones de textura (arcillas) y topografía hacen necesario considerar medidas especiales de conservación de suelos y técnicas de riego de alta eficiencia que permiten el mojado parejo y profundo del perfil e impiden la erosión.

Grupo (5) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos delgados,topografía casi plana, texturas gruesas, drenaje bueno. Presentan limitaciones importantes para los cultivos (hortalizas y chacras) y empastadas. La selección de cultivos, frutales y/o las prácticas especiales de manejo (ej.: defensas fluviales) deben considerar la localización relativa y la susceptibilidad a sufrir inundaciones.

Grupo (6) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos moderadamente profundos, textura arcillosa, topografía ligera a moderadamente ondulada, drenaje moderadamente bueno a imperfecto. El horizonte "B" presenta un alto contenido de sodio, por lo que su uso en las primeras etapas de riego se restringirá a hortalizas, chacras y empastadas de arraigamiento medio. No son aptos para frutales. Las medidas de manejo deben considerar la disminución del contenido salino, el mejoramiento de la estructura y el control de la erosión en aquellos sectores de más pendiente.

Clase (7) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a suelos que presentan topografía fuertemente ondulada, texturas arcillosas e infiltración lenta. No es recomendable el regadío de estos terrenos en las condiciones actuales, salvo en sectores en que las condiciones locales de clima hagan rentable la plantación de huertos frutales y algunas hortalizas, las que obligatoriamente deben regarse con sistemas de alta eficiencia.

Clase (8) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a terrenos que por limitación de drenaje susceptibilidad a las inundaciones, sólo pueden e y utilizarse en praderas naturales y/o forestales.

Clase (9) de Aptitud Agrícola.-Corresponde a terrenos en que las condiciones de topografía son muy limitantes y deben dedicarse a pastoreo controlado, para evitar la degradación de los suelos. No deben regarse.

Clase (10) de Aptitud Agrícola.- Corresponde a terrenos clasificados en VIII de Capacidad de Uso y que deben excluirse totalmente del uso silvo agropecuario, salvo para proteger el recurso.

2.5.2.5.- Clases de Drenaje de los Suelos.-

Las Clases de Drenaje involucran tanto el drenaje interno como la permeabilidad y el drenaje externo o "run-off", según lo señala el Manual de Reconocimiento de Suelos, de USDA, en su edición de 1951.

Las Clases son seis, se identifican con la letra W seguida de un número árabe en subíndice y son señaladas en la formula de suelos.

Clase 1.- Suelos muy pobremente drenados; el agua es removida tan lentamente que el nivel freático permanece en o sobre la superficie la mayor parte del tiempo. Los suelos de esta clase se ubican en lugares deprimidos en posición baja o están frecuentemente inundados; debe proveérseles drenaje artificial a fin de utilizarlos.

Clase 2.- Suelos pobremente drenados; el agua es removida tan lentamente que el suelo permanece húmedo en gran parte del tiempo. El nivel freático está comúnmente en o cerca de la superficie durante gran parte del año; las condiciones de drenaje pobre son debidas a nivel freático alto, a capas poco permeables, a escurrimiento subsuperficial o a una combinación de estas condiciones. El drenaje artificial es necesario para utilizar estos suelos. El cultivo es impedido la mayor parte de los años.

Clase 3.- Suelos imperfectamente drenados; el agua es removida del suelo lentamente, de manera que permanece húmedo por períodos significativos del año, pero no durante todo el tiempo. Estos suelos pueden tener capas impermeables o pobremente permeables, niveles freáticos altos, escurrimiento subsuperficial o una combinación de estas condiciones. El cultivo está restringido mientras no se drene artificialmente.

Clase 4.- Suelos moderadamente bien drenados; el agua es removida del suelo algo lentamente, de tal forma que el perfil

permanece húmedo por poca pero significativa parte del año. Estos suelos tienen capas poco permeables dentro o inmediatamente bajo el solum, un nivel freático relativamente alto, sumado al agua a través del escurrimiento o combinación de estas condiciones.

Clase 5.- Suelos bien drenados; el agua es removida del suelo fácilmente, pero en forma no demasiado rápida. Los suelos de esta clase tienen texturas intermedias, aunque los suelos de otras clases texturales puedan también estar bien drenados. Estos suelos retienen cantidades óptimas de humedad para las plantas, luego de riegos o lluvias.

Clase 6.-Suelos excesivamente drenados; el agua es removida del suelo muy rápidamente. Habitualmente, estos suelos son litosoles o litosólicos; pueden ser inclinados, muy porosos o ambos. El agua de lluvias no es suficiente en estos suelos, para los cultivos comunes y debe adicionárseles agua de riego; incluso así, sus rendimientos no son óptimos en la mayoría de los casos.

2.5.2.6.- Grupos de Manejo.-

Corresponde a una agrupación de suelos que con las mismas prácticas de manejo tienen similar potencialidad agrícola.

Para este caso específico y de acuerdo a sus características agrológicas, los suelos se agruparon de la siguiente manera:

Terrazas aluviales recientes (Grupos A, B, C y D)

Terrazas pliocénicas, conos y piedmont (Grupos E y F)

Terrazas marinas (Grupo H)

Suelos en pendiente fuerte a muy fuerte (Grupos G e I)

Grupo "A".- Corresponde a suelos profundos, drenaje bueno a moderado, buena aptitud para frutales y todos los cul-tivos de la zona. Corresponde a terrenos que se han desarrollado en terrazas aluviales recientes y que se han clasificado en IIs y IIIs de Capacidad de Uso.

Grupo "B".- Son suelos planos, moderadamente profundos, drenaje moderadamente bueno a imperfecto, presentan buena aptitud para chacras, hortalizas y pradera artificiales. Pueden habilitarse para frutales, siempre y cuando se tomen las medidas necesarias para mantener el nivel freático de manera que no afecte el sistema radicular. Corresponde a suelos aluviales clasificados en IIIw de Capacidad de Uso.

Grupo "C".- Suelos delgados que descansan sobre ripio, drenaje moderadamente bueno a excesivo. Se adaptan regularmente bien a cereales, pastos y hortalizas. Los frutales pueden tener buenos resultados si se toman en consideración prácticas de riego eficientes, como asimismo programas de defensas fluviales.

Corresponde a suelos aluviales clasificados en IVs y VIs de Capacidad de Uso.

Grupo "D".- Suelos delgados a moderadamente profundos, que normalmente descansan sobre ripio; tienen un nivel freático alto y presentan graves riesgos de inundación. Son aptos para plantaciones forestales. Corresponde a suelos clasificados en VIw de Capacidad de Uso.

Grupo "E".- Suelos de texturas finas a muy finas, profundos a moderadamente profundos, topografía casi plana a ligeramente ondulada, abundante pedregosidad superficial. Presentan una aptitud moderada para frutales, cereales y empastadas, la que puede en algunos frutales verse limitada por el contenido de sales. Los frutales deben seleccionarse en cada caso específico, dependiendo del nivel de arcilla y sales. Corresponde a suelos formados sobre terrazas pliocénicas, piedmont y conos, clasificados en IIIs y IIIe de Capacidad de Uso.

Grupo "F".- Corresponde a suelos de características similares al Grupo "E", pero con mayores limitaciones de profundidad y topografía. Las medidas de manejo deber ser más cuidadosas que para el Grupo "E". Se adaptan con restricciones a cultivos, cereales, empastadas y algunos frutales. Corresponde a los suelos originados sobre terrazas pliocénicas, conos y piedmont, clasificados en IVe y IVs.

Grupo "G".- (Terrazas marinas) Corresponde a suelos desarrollados sobre terraza marina que presentan topografía casi plana a moderadamente ondulada. El horizonte B presenta textura muy arcillosa y un alto contenido de sodio que dificultan o impiden el desarrollo de la mayoría de cultivos y frutales. En caso de regarse deben establecerse medidas de manejo con el objeto de disminuir el nivel de sodio y mejorar la estructura. Serían aptos con moderadas limitaciones para cereales y alfalfa y no apto para frutales.

Grupo "H".- Corresponde a todos los suelos de topografía fuertemente ondulada clasificados en VIe o VIes de Capacidad de Uso. Por la topografía en que ocurren no son aptos para cultivos extensivos, ni chacras. Pueden adaptarse a algunos frutales y hortalizas, utilizando riegos de alta eficiencia (goteo, microyet, etc.). Los sectores erosionados deben protegerse para evitar aumentar su destrucción con el regadío.

Grupo "I".- Corresponde a todos los suelos clasificados en VIIe de Capacidad de Uso. Presentan severas limitaciones de uso. Dadas las características de los suelos y la erosión, deben excluirse de todo uso agrícola y ganadero. Es posible establecer en ellos árboles forestales y en sectores muy específicos, con riego mecanizado, árboles frutales.

Grupo "J".- Corresponde a suelos Misceláneos clasificados en VIII de Capacidad de Uso, es decir terrenos que no tienen aptitud para ningún uso silvo agropecuario. Deben protegerse para evitar la erosión.

3.- RESULTADOS DEL RECONOCIMIENTO AGROLOGICO.-

Los suelos de la cuenca del río Choapa están enmarcados por la extrema aridez del clima, que condiciona los fenómenos genéticos que los afectan y determinan sus características, en interacción con la naturaleza y la antigüedad de los materiales parentales. De esta forma se pudo establecer una estrecha relación entre las Unidades Geomorfológicas y Los Suelos.

Por consiguiente el estudio agrológico se basó en las siguientes unidades geomorfológicas: (Capítulo V)

- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.
- Suelos de las Terrazas Pliocénicas.
- Suelos de Piedmont y Conos antiguos.
- Suelos Aluviales.

El Informe Agrológico presenta los resultados, a nivel de cada una de las unidades geomorfológicas definidas.

3.1.- Suelos de las Terrazas Marinas Costeras.-

Las terrazas corresponden litológicamente a rocas

sedimentarias marinas constituidas por areniscas, pizarras y calizas. El material en las superficies es sensiblemente homogéneo con un substrato rocoso sobre el cual se desarrolla un suelo normalmente de textura arcillo arenosa con abundantes piedras en el perfil.

Principalmente al norte de la desembocadura del río Choapa, en el sector costero se desarrollan depósitos eólicos conformado por dunas.

En esta unidad se describió la Serie Huentelauquén.

3.1.1.- Serie Huentelauquén.-

a.- Fórmula Modal.-

HUE - C3
-------- W3g1S2A2
BK - 1

b.- Lugar de Descripción.-

Fundo Huentelauquén. Aproximadamente 2 kms. al Sur del río Choapa y 1.200 mts. al Poniente de la Carretera Panamericana.

c.- Clasificación.-

Very fine, koalinitic thermic Typic natrargid.

d.- Paisaje de Descripción.-

Corresponde a la terraza de erosión marina, terreno plano inclinado con pendientes complejas del 2-5%, disectado por numerosas quebradas. El suelo está sin cultivar y con cubierta vegetacional propia de la zona. Presenta grava superficial distribuida irregularmente en sectores.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms.).-

0 - 7 Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina y media débil; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friable (h), suelto (s); raíces finas y medias abundantes; grava fina y media angular común; límite claro lineal.

7 - 25 Pardo a pardo oscuro (7.5 YR 4/4.5) en húmedo; franco arcilloso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, fríable (h), firme (s); raíces finas y medias comunes; grava fina común; límite abrupto.

25 - 52 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva que rompe a

bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, firme (h), muy duro (s); raíces finas escasas; grava fina común; límite claro ondulado.

52 - 81 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, muy firme (h), extremadamente duro (s); raíces no se observan; grava fina común; fuerte efervescencia al HCL; límite gradual.

81 -123 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo; extremadamente firme (h) extremadamente duro (s); raíces no se observan; grava fina y media común; moderada efervescencia al HCL; límite gradual.

123 y + Estrata de gravas y piedras de distintos tamaños con matriz arcillosa de color vario.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo que ocupa terrazas marinas cuya litología corresponde a rocas sedimentarias marinas constituidas principalmente por areniscas, pizarras y calizas. El suelo es bastante homogéneo de texturas arcillo arenosas y arcillas densas sobre un substratum

rocoso. El perfil presenta frecuentemente clastos producto de la roca basal y poraporte que hacen los conos aluviales y coluviales de los cerros situados al Oriente. Principalmente al Norte de la desembocadura del río Choapa se encuentran dunas activas que ocupan áreas importantes.

g.- Rango de Variación.-

La profundidad del perfil fluctúa entre los 50 cms. y 130 cms., estando generalmente en contacto con un substratum de piedras y gravas con matriz arcillosa. Este substratum varía en sus grados de cementación, pudiendo en sectores llegar al grado de impedir el paso del agua. El drenaje varía dependiendo de la profundidad del suelo entre imperfecto a pobre, lo que no fue cartografiable por la irregularidad en la distribución.

El color de la primera estrata puede variar a 7.5 YR 3/2 y 5 YR 3/4 y su estructura ser de bloques subangulares finos débiles.

La textura de la segunda estrata varía a franco arcillo arenosa y en algunas observaciones a arcillosa; el color puede ser 5 YR 3/3 y 5 YR 4/4. La presencia de grava es variable llegando a abundante en algunos casos.

La estructura de la estrata de 25 a 52 cms. se presenta ocasionalmente con tendencia a columnar y las variaciones de color

puede ser al 5 YR 4/4 y ocasionalmente el matiz 2,5 YR.

La estrata de 52-81 cms. presenta colores 5 YR 3/3 y 2,5 YR 3/6, la cantidad de gravas y tamaño puede variar a muy abundante.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVs rango global de variaciones es de IV y VI.

i.- Series Asociadas.-

No hay.

j.- Productividad y Manejo de los Suelos de la Serie.-

Las principales limitaciones de este suelo están relacionadas con el elevado contenido de arcilla del horizonte argílico (60%), un contenido superior al 15% de Sodio intercambiable y una salinidad moderada que se eleva en el horizonte argílico. Todas estas características afectan la penetración radical y la infiltración del agua que de acuerdo a las curvas de infiltración se estabilizan a los 30 minutos en una tasa inferior a 1 mm/hora. Actualmente no se evidencian problemas de drenaje, sin embargo dadas las características descritas, la puesta en riego de este suelo podría provocar serios problemas por la escasa infiltración.

En las condiciones actuales el suelo es usado sólo en ganadería extensiva debido a su baja productividad condicionada por las características propias del suelo y la escasa pluviometría. Su incorporación a una agricultura productiva requerirá de su habilitación mediante la eliminación del sodio lo que conlleva a un mejoramiento de las características físico-químicas.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
HUE - C2 ----------W3S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	2.469,20
HUE - C3 ----------W3g1S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	752,80
HUE - C3 ----------W3S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	728,40
HUE - C3 ----------W3g2S2A2 BK - 1	IVs6	4s	D	(6)	W3	G	1.930,40
HUE - C3 ----------W4S2A2 CK - 1	VIes6	6t	D	(7)	W4	H	69,20
HUE - C3 ----------W4g2S2A2 CK - 1	VIes6	6t	D	(7)	W4	H	677,20
HUE - C3 ----------W4P2S2A2 CK - 1	VIes7	6t	D	(7)	W4	H	372,80
T O T A L							7.000,20

3.2.- Suelo de las Terrazas Pliocénicas.-

Corresponde a antiguas terrazas del río Choapa ubicadas decenas de metros sobre el curso actual del río. La topografía es plana a ligeramente ondulada que se hace fuerte a fuertemente ondulada hacia los bordes de los valles. El material sobre el cual se han desarrollado los suelos corresponden a gravas y bloques de composición volcánica andesítica y de origen granítico. El material se presenta con un alto grado de meteorización y ha dado origen a suelos rojos y arcillosos.

Dentro de esta unidad se describieron las Series Tunga y Mincha.

3.2.1.- Serie Tunga.-

a.- Fórmula Modal.-

TUN - C2
-------- W3S1A1
BK

b.- Clasificación.-

Fine loamy, kaolinitic thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

Por camino de Tunga a Atelcura, 5 kms. al Norte del cruce de Mincha a Illapel y 1,5 kms. al Poniente del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Antiguas terrazas altas del río Choapa. Terreno de pendientes complejas del 2-5% y mayores hacia los bordes del Valle. Suelo bajo cultivo de trigo de secano que junto con pastos naturales y plantaciones de Atriplex dominan en el sector. Terreno con pedregosidad superficial variable por sectores, las que son sacadas para cultivar el suelo.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms).-

0 - 16 Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, blando (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; abundante grava fina; límite claro lineal.

16 - 30 Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; arcilla densa; estructura de bloques subangulares medios fuertes; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); raíces finas comunes; límite claro ondulado.

30 - 57 Pardo rojizo oscuro (2.5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura prismática media débil; muy plástico, muy adhesivo, extrema-

damente duro (s), muy firme (h); raíces finas aisladas; límite claro ondulado.

57 -100 Rojo oscuro (2.5 YR 3/6 h); arcilla densa; estructura no aparente con tendencia a prismática; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h), raíces no se observan; grava descompuesta; reacción moderada al HCL.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado sobre las antiguas terrazas aluviales dejadas por el río Choapa a alturas de 180-230 m.s.n.m.. El material de origen corresponde a bloques de composición volcánica andesítica y granítico, el que se encuentra fuertemente meteorizado generando suelos rojos arcillosos. Las terrazas se encuentran disectadas por grandes quebradas que es posible observar a ambos márgenes del río.

g.- Rango de Variaciones.-

El suelo presenta cantidades variables de grava en la superficie, difíciles de cartografiar por lo irregular de su distribución. En todo caso la mayor o menor presencia de la grava no impide el uso del suelo ya que se pueden sacar.

En general el suelo no presenta grandes variaciones siendo la principal en sus colores. La primera estrata puede presentar

color 7.5 YR 4/4. La segunda estrata puede presentar variación de color al 7.5 YR 4/4 y 5 YR 4/3 y en algunos casos su textura ser franco arcillo arenosa. El color de la estrata de 32 a 57 cms. puede ser 5 YR 3/4.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Mincha.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

La principal limitante de estos suelos lo constituyen el elevado contenido de arcilla en el horizonte argílico y una ligera salinidad en el subsuelo producto de la extrema aridez del clima. Eventualmente puede presentar contenidos altos de sodio en el horizonte argílico; sin embargo el comportamiento de las curvas de infiltración con tasas entre 4,6 y 7,7 mm/hora no evidencian graves problemas estructurales. La puesta en riego de este suelo ofrece menos dificultades que las presentadas por la Serie Huentelauquén, ya que la tasa de infiltración permite una mejor eliminación de las sales incluyendo el sodio. Debido a la aridez del clima,actualmente el suelo no presenta problemas de drenaje, sin embargo si son puestos en riego, un mal manejo del agua puede traducirse en algunas limitaciones en este aspecto. El uso actual del suelo está

limitado a la ganadería extensiva, plantaciones de Atriplex y siembra de trigo de secano. Se estima que una vez regados y con un manejo adecuado, los suelos pueden alcanzar una buena productividad.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MENEJO	SUP.
TUN - C2 --------W3S1A1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	134,20
TUN - C2 --------W3g2S1A1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	445,40
TUN - C2 --------W4g1S1A1 CK - 1	IVe1	3t	C	(4)	W4	F	947,00
TUN - C3 --------W4g1S1A1 CK - 1	IVe1	3t	C	(4)	W4	F	74,60
TUN - C2 --------W4g2S1A1 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W4	H	689,80
T O T A L							2.291,00

3.2.2.- Serie Mincha.-

a.- Fórmula Modal.-

MIN - C2
-------- W3
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, esta serie se clasifica como Very Fine, kaolinitic, Typic Paleargid

c.- Lugar de Descripción.-

Sector alto de Mincha Norte a aproximadamente 3 kms. del pueblo, por camino a Atelcura.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terreno casi plano con pendientes complejas del 2-5% disectado por quebradas. Presenta gravas en superficie distribuidas irregularmente por sectores, las que son sacadas y acumuladas para no interferir el uso de la maquinaria. En el sector hay plantaciones de Atriplex.

e.- Descripción del Perfil.-

Prof (cms).-

0 - 8 Pardo oscuro (7.5 YR 3.5/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular y de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo; ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; grava fina y media común; límite claro lineal.

8 - 28 Pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; franco

arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas comunes; grava media común; límite abrupto ondulado.

28 - 50 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3 - 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); raíces finas aisladas; límite gradual ondulado.

50 - 70 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva que rompe a bloques subangulares medios; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), firme (h); no se observan raíces; grava fina escasa; leve reacción al HCl; límite abrupto ondulado.

70 y + Color vario con matriz 10 YR 5/6 en húmedo; substratum de material granítico intemperizado; abundante grava granítica; fuerte reacción al HCl.

f.- Origen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado sobre las antiguas terrazas labradas

por el río Choapa a alturas de 180-230 m.s.n.m. Suelo originado a partir principalmente de materiales graníticos y andesíticos del Plioceno, que se encuentran fuertemente interperizados.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del suelo varía entre 60 y 120 cms. descansando sobre grava con matriz arcillosa con diversos grados de cementación. En general el suelo no presenta variaciones importantes de texturas y los colores se mantienen en el matiz del 7.5 YR en superficie y 5 YR en profundidad. La grava superficial se encuentra distribuida irregularmente en el área.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de la descripción IIIs. El rango global de variación es de IV a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Tunga.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Al igual que los suelos de la Serie Tunga, sus principales limitaciones están asociadas a un elevado contenido de arcilla en el horizonte argílico, una ligera salinidad en el subsuelo y eventualmente en la presencia de sodio. La curva infiltración muestra una permeabilidad lenta propia de suelos arcillosos sin impedimentos estructurales graves, lo que se traduce en un drenaje

actual moderado. Al igual que los otros suelos asociados a esta serie requieren de un cuidadoso manejo del agua cuando se pongan en riego. Actualmente los suelos están dedicados a una ganadería extensiva y pequeños sectores al cultivo de cereales.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIN - C2 -------- W3 AK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	540,40
MIN - C2 -------- W3g1 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	150,00
MIN - C2 -------- W3g2 BK	IIIs5	3s	C	(3)	W3	E	336,40
MIN - C3 -------- W3g1 CK - 1	IVes5	3t	C	(4)	W3	F	426,80
MIN - C3 -------- W3g2 CK - 1	IVes5	3t	C	(4)	W3	F	92,60
MIN - C3 -------- W4g2 DK - 2	VIe5	6t	D	(7)	W4	H	396,20
T O T A L							1.942,40

3.3.- Suelos de Piedmont y Conos.-

Los conos de deyección están constituídos fundamentalmente por material producto de la meteorización y erosión de los frentes rocosos de los valles y valles intermontanos del área de estudio.

El material ha sufrido escaso transporte lo que se evidencia por la presencia de clastos angulares y subangulares con una matriz que varía entre arena gruesa y sedimentos más finos. La imbricación de los diferentes conos de deyección, forma en algunos sectores amplios piedmont de pendientes variables.

En esta unidad se describieron las Series Millahue, Agua Fría y Canela. En el sector del estero Espíritu Santo y estero Colihue se cartografiaron Unidades No Diferenciadas ya que existían grandes variaciones en las observaciones.

3.3.1.- Serie Millahue.-

a.- Fórmula Modal.-

MIL - E3
--------- W4g2
CK - 1

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como: Loamy, mixed thermic, Typic Paleargid

c.- Lugar de Descripción.-

Por el estero Millahue aproximadamente 5,5 kms. pasados el deslinde del fundo Huentelauquén y 200 mts. del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Sector de piedmont y conos con pendientes complejas del 3-8%, terreno cubierto con abundante vegetación arbustiva de la zona, terrenos sin cultivos dedicados a ganadería extensiva.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 12 Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; arenoso; estructura granular fina débil; no plástico no adhesivo, friable (h), blando (s); raíces finas abundantes; grava fina abundante; límite claro ondulado.

12 - 25 Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, friable (h), blando (s); raíces finas abundantes; grava fina abundante; límite claro ondulado.

25 - 58 Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, firme (h), duro (s); raíces finas escasas; grava fina y media común; leve reacción al HCl; límite claro ondulado.

58 y + Tertel constituido por arcillas y gravas con manchas de manganeso de color azúl oscuro; extremadamente duro; fuerte reacción al HCl.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo ubicado a ambos márgenes del estero Millahue que ocupa posición de conos y piedmonts. El suelo se ha originado a partir de la meteorización y erosión de la roca granítica de los cerros.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del perfíl puede variar entre 50 y 120cms. generalmente está en contacto con un sustratum de piedras y gravas con matríz arcillosa extremadamente duro. El tipo de la serie puede variar a franco arenoso y franco arcillo arenoso; los colores en profundidad se mantienen en algunos casos en el matíz 7.5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVe. El rango global de variación es de III y VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Agua Fría y Canela.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Este suelo no presenta problemas de salinidad, pero sí un

horizonte argílico con un contenido de arcilla que alcanza hasta un 50%, lo que reduce la permeabilidad. Dada la topografía en que ocurre y a la susceptibilidad a la erosión debería usarse riego tecnificado. Actualmente el suelo está dedicado a la ganadería extensiva y se han hecho plantaciones de Atriplex.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIL - E3 -------- W4g1 BK	IIIs3	3s	C	(3)	W4	E	23,80
MIL - E3 ---------W4g2 CK - 1	IVe4	3t	C	(4)	W4	F	529,90
MIL - E3 ---------W4g2 DK - 1	VIei	6t	D	(7)	W4	H	410,30
T O T A L							964,00

3.3.2.- Serie Agua Fria.-

a.- Fórmula Modal.-

AGF - D3
-------- W4g2
CK - 1

b.- Clasificación.-

Fine, koalinitic, thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

En la quebrada Atelcura márgen sur de ésta, aproxima-

damente a unos 6 kms. del camino que va a Matancilla.

d.- Paisaje de Descripción.-

Sector de terrenos ligeramente ondulados con pendientes complejas del orden del 3-8%, con abundante grava superficial. En las áreas de mayor pendiente se evidencia la erosión de zanjas. Cubierta arbustiva muy escasa y pradera natural muy deteriorada. Terrenos dedicados principalmente a la ganadería caprina en forma extensiva.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 11 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina débil y bloques subangulares finos débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, suelto (s), friable (h); raíces finas abundantes; grava fina y media abundante; límite gradual.

11 - 17 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), firme (h); raíces finas comunes;

grava fina y media abundante; límite claro ondulado.

17 - 41 Pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilla densa; estructura masiva; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h); raíces finas aisladas; grava fina y media común; límite abrupto ondulado.

41 - 51 Color vario; grava fina angular y subangular con matriz arcillosa; estructura masiva; plástico, adhesivo, duro (s), firme (h); no se observan raíces; límite abrupto ondulado.

51 y + Substratum de piedras y rocas con matriz arcillosa.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo que ocupa posición de piedmont y conos entre los márgenes de las quebradas Atelcura y Agua Fría. Los suelos se han originado a partir de los materiales intemperizados de la roca basal y del arrastre de materiales por la erosión, correspondiendo principalmente a granito.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad del perfíl varía entre 50 y 105 cms. de-

scansando sobre el substratum intemperizado. En algunos casos la textura es fina desde los 11 cms. Las variaciones de color son dentro del matiz 5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de descripción IVes. El rango global de variaciones es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Millahue, Serie Canela.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

La principal limitante de este suelo lo constituye el alto contenido de arcilla en el horizonte argílico y una ligera salinidad en el subsuelo. La topografía es una limitante para la puesta en riego por la alta susceptibilidad del suelo a la erosión, lo que hace pensar en el uso de riego tecnificado dependiendo de la pendiente. En general presenta un drenaje moderado con una curva de infiltración de una tasa de 3.5 mm/hora característica de los suelos arcillosos. Actualmente su uso se restringe principalmente a la ganadería extensiva y en sectores pequeños al cultivo de cereales ocasionales.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
AGF - D3 -------- W4g1 BK	IIIs3	3s	C	(3)	W4	E	61,40
AGF - D3 -------- W4g2 CK - 1	IVes1	3t	C	(4)	W4	F	604,60
AGF - D3 -------- W4g2 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W4	H	321,00
T O T A L							987,00

3.3.3.- Serie Canela.-

a.- Fórmula Modal.-

CAN - C3
-------- W4g1S1A2
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como Very fine, kaolinitic thermic Typic Paleargid.

c.- Lugar de Descripción.-

Aproximadamente a 5 kms. al oriente del pueblo Canela Baja por camino a Llano Largo y 150 mts. al Sur del camino.

d.- Paisaje de Descripción.-

Corresponde a un sector de conos y piedmont con abundante pedregosidad superficial y escasa cubierta vegetal. En sectores

aledaños y de mayor pendiente se observa una severa erosión estando en parte expuesta la roca basal. En los sectores planos y con riego con aguas del estero Canela se hacen cultivos de chacras y hortalizas con bajos rendimientos.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 6 Pardo (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura granular fina moderada; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias abundantes; grava fina y media abundante; límite gradual.

6 - 14 Pardo (7.5 YR 3/2) en húmedo; franco arcillo arenoso; estructura de bloques subangulares medios moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, ligeramente duro (s), friable (h); raíces finas y medias comunes; límite abrupto lineal.

14 - 32 Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; arcilloso; estructura prismática media moderada; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), friable (h); raíces finas entre los agregados; límite gradual.

32 - 51 Pardo rojizo oscuro (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura prismática media débil y bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, muy duro (s), muy firme (h); raíces escasas; límite gradual.

51 - 72 Pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo; arcilloso; estructura de bloques subangulares medios moderados; muy plástico, muy adhesivo, duro (s), firme (h); no se observan raíces; fuerte reacción al HCl; límite gradual.

72 - 100 Color vario con matriz rojo amarillento (5 YR 5/6) en húmedo; arcilloso; estructura masiva; plástico, adhesivo, duro (s), firme (h); raíces no se observan; grava fina abundante; fuerte reacción al Hcl, límite gradual.

100 y + Estrata de piedras y gravas con matriz arcillosa; fuerte reacción al HCl.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado en posición de piedmont y conos en el sector del estero Canela, a partir de la roca basal y con el aporte de sedimentos provenientes de la interperización y erosión de los cerros.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundiad efectiva del perfíl varía de 65 a 188 cms. La cantidad de grava presente en el perfíl es muy variable. En algunos casos el color en la parte profunda del perfíl está en el matiz 2.5 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

El punto de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Series Agua Fría, Serie Millahue.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Este suelo está asociado a la serie Agua Fría y Millahue, presentando iguales limitaciones texturales. Sin embargo en este caso el contenido de sodio en el horizonte argílico es más elevado al igual que la conductividad eléctrica que alcanza un nivel considerado salino de alrededor de S7 d s/m.

La tasa de infiltración del suelo llega a 2 mm/hora, siendo esta la más lenta entre los suelos con horizontes argílicos con excepción de la serie Huentelauquén.

Es un suelo susceptible a la erosión lo que unido a las c ıcterísticas físicas que tiene, obliga a pensar que de habili-

tarse para el regadío, se deberá usar riego tecnificado evitando problemas de drenaje y pérdida de suelo por erosión.

Actualmente el suelo es usado en ganadería extensiva y en pequeños sectores con cultivos de trigo donde se puede evidenciar una severa erosión.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
CAN - C3 -------- AK	W4g1S1A1 IIIs4	3s	C	(3)	W4	E	64,00
CAN - C3 -------- BK - 1	W4g2S1A1 IVes4	3t	C	(4)	W4	F	251,40
CAN - C3 -------- DK - 2	W4g2S1A1 VIe1	6t	D	(7)	W4	H	113,20
T O T A L							428,60

3.4.- Suelos de Terrazas Aluviales.-

Dada la orografía muy rigurosa existente en el área de estudio, las terrazas aluviales son de poca importancia a excepción de las existentes en la desembocadura del río Choapa. Los ciclos de alta pluviosidad producen torrentes que erosionan las terrazas y los dejan cubiertos de piedras. Se describieron las Series Choapa y Serie LLano Largo.

3.4.1.- Serie Choapa.-

a.- Fórmula Modal.-

CHO - E1

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la serie corresponde a Loamy, mixed, thermic Typic Torriorthent.

c.- Lugar de Descripción.-

En el fundo Huentelauquen, terrazas cultivadas al Poniente de la Carretera Panamericana.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terraza aluvial plana con pendientes de 1-3%. Suelo con rastrojo de maíz. El cultivo de chacras, hortalizas y alfalfa dominan el sector.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 14 Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura granular y de bloques subangulares finos débiles y moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, suelto (s), muy friable (h); raíces finas, medias y gruesas muy abundantes; límite gradual.

14 - 33 Pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares finos y medios moderados; ligeramente plástico, no adhesivo, muy friable (h), blando (s); raices finas y medias abundantes; límite abrupto .

33 - 42 Estrata de areno fina de color vario, suelta, abundantes raíces. Límite abrupto.

42 - 75 Pardo grisaceo muy oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2.5) en húmedo; franco limo arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles a moderados; ligeramente plástico, ligeramente adhesivo, friable (h), blando (s) raíces finas comunes; límite gradual.

75 - 105 Pardo a pardo oscuro (10 YR 4.5/3) en húmedo; arenoso; estructura no aparente; no plástico, no adhesivo; muy friable (h), suelto (s); raíces finas comunes; límite gradual.

105- 150 Pardo grisaceo oscuro a pardo oscuro (10 YR 3/2.5) en húmedo; franco arenoso; estructura de bloques subangulares medios débiles; ligeramente plástico, no adhesivo, friable (h),

suelto (s); raíces finas aisladas; moteados comunes medios claros; límite abrupto.

150 y + Estrata de gravas y piedras de distintos diametros subangulares con matriz arenosa. Nivel freático.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo de orígen aluvial poco evolucionado. Ocupa las terrazas ubicadas a ambos márgenes del río, principalmente en su curso inferior, no siendo muy significativas en el curso medio.

g.- Rango de Variación.-

La profundidad del suelo varía entre 40 y 150 cms., estando el perfíl en contacto con un substratum de ripio. El nivel freático es variable encontrándose también entre 40 a 150 cms., lo que hace que la variación del drenaje de la serie sea de pobremente drenado a bien drenado.

El tipo de la serie puede variar desde arenoso a franco arcillo arenoso y el color ser 10 YR 4/4 y 4/3. Los colores en profundidad se mantienen en el matiz 10 YR; en algunas observaciones se detectó la presencia de gravas en el perfíl.

h.- Capacidad de Uso.-

En el sitio de la observación IIs. El rango global de

fluctuación entre II y VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Llano largo.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Suelos regados que no presentan limitaciones para los cultivos hortícolas y especies frutales de la zona. Las texturas dominantes en el perfíl son medias a moderadamente gruesas, bien estructurados, sin problemas de salinidad. Dentro de la Serie se separaron fases con problemas de drenaje, que restringen su uso, asociadas a posiciones bajas y aledañas a los cerros.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
CHO - E1	IIs2	2s	B	(1)	W5	A	164,40
CHO - E2W3	IIIw2	2w	C	(2)	W3	B	359,20
CHO - E2W4	IIIs2	2s	B	(1)	W4	A	190,00
CHO - E3W3	IVs0	3s	C	(4)	W3	C	215,00
CHO - E5W2F1	VIw2	4w	E	(8)	W2	D	65,20
T O T A L							993,80

3.4.2.- Serie Llano Largo.-

a.- Fórmula Modal.-

LAG - E2
-------- g1
AK

b.- Clasificación.-

De acuerdo a la Taxonomía de Suelos, la Serie se clasifica como: Coarse, loamy, mixed thermic Typic Torriorthent.

c.- Lugar de Descripción.-

Terraza aluvial junto al estero Canela, aproximadamente unos 2 kms. al poniente del pueblo Canela Alta.

d.- Paisaje de Descripción.-

Terrenos regados casi planos, con microrrelieve dedicados al cultivo de hortalizas y huertos frutales caseros. Presentan pedregosidad superficial la que no interfiere el uso de la maquinaria.

e.- Descripción del Perfíl.-

Prof (cms).-

0 - 25 Pardo a Pardo oscuro (10 YR 4/3) en húmedo; areno franco; estructura granular y de bloques subangulares finos débiles; no plástico, no adhesivo, suelto (s), suelto (h); raíces finas

y medias abundantes; grava fina común; límite gradual.

25 - 55 Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; areno franco; estructura de bloques subangulares finos y medios débiles; no plástico, no adhesivo, suelto (s), suelto (h); raíces finas y medias comunes; límite gradual.

55 - 70 Color varío; arena; estructura no aparente; no plástico, no adhesivo; suelto (s y h); raíces finas y medias escasas.

70 - 90 Pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo; franco arcillo limoso; masivo; plástico, adhesivo; blando (s), friable (h); raíces finas y medias aisladas; límite abrupto.

90 y + Ripio sucio.

f.- Orígen y Localización de la Serie.-

Suelo desarrollado a partir de sedimentos aluviales recientes depositados por el estero Canela. Tiene un escaso desarrollo, con texturas moderadamente gruesas y no presentan limitaciones para los cultivos de la zona.

g.- Rango de Variaciones.-

La profundidad efectiva del perfíl varía entre 50 y 110 cms. descansando sobre ripio sucio. El tipo de la serie puede variar a franco arenosa y el color ser 10 YR 4/4. Las texturas en profundidad pueden ser también franco arenosas y los colores se mantienen en el matriz 10 YR.

h.- Capacidad de Uso.-

En el lugar de descripción IIIs. El rango global de variación es de III a VI.

i.- Series Asociadas.-

Serie Choapa.

j.- Productividad y Manejo de la Serie.-

Son suelos desarrollados sobre terrazas aluviales que no presentan limitaciones para los cultivos y plantaciones de la zona. Los pequeños sectores regados actualmente se cultivan con chacras y hortalizas con bajos rendimientos por la falta de prácticas adecuadas.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	S P.
LAG - E2 -------- g1 AK	IIIs4	2s	B	(1)	W5	A	84,00
LAG - E3 -------- g1 AK	IVs4	3s	C	(5)	W5	C	119,40
LAG - E4 -------- g2 AK	VIs4	4s	E	(5)	W5	C	63,20
T O T A L							266,60

3.5.- Unidades No Diferenciadas.-

3.5.1.- Terrazas Aluviales Recientes.-

Corresponde a sistemas de terrazas aluviales recientes en las que se han desarrollado suelos de poca extensión y muy variables en su estratigrafía.

Por la posición relativa que ocupan, son susceptibles de sufrir inundaciones, la que puede provocar fenómenos de depositación y/o erosión.

Los perfíles más representativos son de texturas arenosas, con grava en el perfíl, descansando normalmente sobre ripio. Solamente las unidades clasificadas en III y IV se utilizan en chacarería y horticultura en forma muy reducida, a veces en plantaciones frutales de tipo casero.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
TAN - E2 -------- AK	IIIs4	2s	B	(1)	W5	A	28,20
TAN - E3 -------- AK	IVs4	4s	C	(5)	W5	C	92,80
TAN - E4 -------- AK	VIs7	4s	D	(5)	W5	C	120,60
T O T A L							241,60

3.5.2.- Conos y Piedmont.-

Corresponde a piedmont y conos ubicados en el estero Espíritu Santo y Colihue.

3.5.2.1.- Conos y Piedmont del Estero Espíritu Santo.-

Este grupo de suelos, ubicado en el sistema del Estero Espíritu Santo se ha definido como Unidad No Diferenciada, por cuanto las variaciones son muy significativas aún en unidades geomorfológicas similares. Presentan severas limitaciones para su uso, quedando normalmente al márgen de proyectos agrícolas más intensivo.

En general corresponde a terrenos suavemente ondulados a fuertemente ondulados, presentan abundante gravilla de cuarzo en el perfíl y superficie, fuerte erosión de manto y, en los sectores de mayor pendiente erosión de zanja.

Aproximadamente un 50% de los suelos son franco arcillo arenoso en superficie a arcilla densa o arcillo arenoso en profundidad, descansan normalmente sobre roca granítica.

En un importante número de perfíles, el suelo en su totalidad está constituido por arena de orígen granítico proveniente de la erosión de la roca original.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
P.ESP - C3 ---------- g1 BK	IIIs4	3s	C	(3)	W5	E	9,20
P.ESP - C3 ---------- g2 CK - 2	IVe1	3t	C	(3)	W5	F	242,40
P.ESP - C3 ---------- g2 DK - 2	VIe1	6t	D	(7)	W5	H	51,00
T O T A L							302,60

3.5.2.2.- Conos y Piedmont del Estero Colihue.-

Este grupo de suelo se ha formado sobre materiales de orígen granítico. Los suelos presentan un desarrollo del perfíl similar a los conos y piedmont del estero Espíritu Santo, diferenciado de ese por presentar los colores más pardos en todo el perfíl y menor presencia de grava de cuarzo.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
P.COL - D3 ---------- P2 DK - 2	VI2	6t	D	(7)	W5	H	88,00

3.5.3.- Grupos Misceláneos de Suelos.-

Corresponde a terrenos que no presentan utilización silvo agropecuaria ya sea por imposibilidad física o por el alto costo que requeriría su habilitación. En este estudio se han definido los siguientes Grupos Misceláneos:

3.5.3.1.- Misceláneo Aluvial.- (MIS AL).-

Corresponde a terrazas aluviales que ocupan una posición baja, y que presentan nivel freático cercano a la superficie. En estos terrenos sólo es posible mantener pastos naturales resistentes a la humedad.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS AL	VIIw	6w	E	(9)	W1	I	122,00

3.5.3.2.- Misceláneo Caja de Río.- (MIS CR).-

Corresponde al lecho del río o estero. Incluye el cauce de inundación del río, normalmente cubierto con grava aluvial y en

algunos casos el cauce actual del río o estero. No presenta ningún uso silvo agropecuario.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS CR	VIII	6s	E	(10)	W6	j	2.062,80

3.5.3.3.- Misceláneo Cerro.- (MIS CE).-

Corresponde a cerros ubicados sobre el área de estudio. Presentan topografía fuertemente ondulada a escarpada (+25% de pendiente). De acuerdo a la pendiente en que ocurren se han clasificado en VIIe y VIII, de Capacidad de Uso. Las primeras, permitirán mantener su uso silvo pastoral, con severas medidas de manejo. Las clasificadas en VIII no tienen aptitud silvo agropecuaria. Se han clasificado como sigue:

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS CE	VIIe	6t	E	(9)	W6	I	14.530,6
MIS CE	VIII	6t	E	(10)	W6	J	3.826,0
T O T A L							18.593.9

3.5.3.4.- Misceláneo Quebradas.-

Corresponde a causes profundos producidos por erosión y que disectan las distintas Unidades Geomorfológicas. Presentan

pendientes muy fuertes a escarpadas, y dependiendo de ello se han clasificado en VIIe y VIII de Capacidad

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS QUE	VIIe	6t	E	(9)	W6	I	1.479,00
MIS QUE	VIII	6t	E	(10)	W6	J	149,60
T O T A L							1.628,60

3.5.3.5.- Misceláneo Dunas.-

Corresponde a las dunas de arena ubicadas en el sector costero, en especial en la desembocadura Norte del río Choapa.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS DU	VIII	6t	E	(10)	W6	J	698,00

3.5.3.5.- Misceláneo Rocosos.- (MIS - R)

Corresponde a los terrenos rocosos a orillas del mar, pequeñas playas de arena, acantilados etc.

k.- Unidades Cartográficas y Clasificación Interpretativa.-

FORMULA	CAP.DE USO	RIEGO	FRUTAL	AGRICOLA	DRENAJE	MANEJO	SUP.
MIS- R	VIII	6s	E	(10)	W6	J	180,40

3.5.3.6.- Otros Misceláneo .-

Playa	20,00 hás
Tranques y Lagunas	10,20 hás
	30,20 hás

4.- GENESIS Y CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Los suelos de la cuenca del río Choapa, están marcados por la extrema aridez del clima, que condiciona los fenómenos genéticos que afectan a los suelos y determina sus características, en interacción con la naturaleza y la antigüedad de los materiales parentales.

De esta forma podemos establecer una estrecha relación entre las unidades geomorfológicas y los suelos.

En las terrazas pliocénicas del relieve intermedio y en los piedmont y conos de deyección antiguos, se encuentran suelos que son rojos y arcillosos, genéticamente evolucionados y caracterizados por la presencia de horizontes argílicos, bien desarrollados, producto de condiciones pluviométricas anteriores mayores alas actuales y con materiales parentales fuertemente meteorizados hacia la base de los perfiles.

En esta posición se ubican los suelos pertenecientes a las series Tunga y Mincha entre las terrazas pliocénicas y Agua Fría, Millahue y Canela entre los suelos en posición de piedmont y

conos de deyección antiguos.

El suelo característico de las terrazas marinas pertenece a la serie Huentelauquén, que se caracteriza por la presencia de un horizonte nátrico y donde al fenómeno de eluviación de arcillas se agrega la acumulación de sodio en el horizonte B, lo que confiere a este horizonte características físicas extremadamente negativas por una disminución de la permeabilidad del horizonte.

Finalmente, en las terrazas aluviales recientes se encuentran suelos poco evolucionados, sin horizontes de diagnóstico a excepción del epipedón, estratificados y sin acumulación de sales debido al efecto del riego.

4.1 Suelos de las Terrazas Marinas Costeras

En esta unidad geomorfológica fué descrita la serie Huentelauquén, que ocupa la mayor parte de la superficie.

Este suelo es contemporáneo con los anteriores, por lo cual, los fenómenos genéticos que han sufrido son semejantes: a un clima con una pluviometría elevada, responsable del proceso de eluviación de arcillas, sucede un clima arídico que ha favorecido la acumulación de sales, especialmente de sodio en el horizonte argílico, transformándose en un horizonte nátrico; el sodio intercambiable alcanza hasta un 29% en el B. Además en la base del perfil el contenido de CaCO3 equivalente supera el 15% generándose

un horizonte cálcico. Los cationes y aniónes solubles son abundantes, especialmente los cloruros entre los aniónes; de manera que, las sales más comunes en este suelo son los cloruros de sodio, calcio y magnesio. El elevado contenido de sodio intercambiable le concede al horizonte B propiedades físicas desfavorables con estructuras limitantes a la penetración radical y al agua. El suelo Huentelauquén 1 es ligeramente salino en la superficie, con una conductividad eléctrica de 3 dS/m(S1) que se eleva a los 27 cm en el horizonte argílico a 5 dS/m, nivel salino (S2) que se mantiene en todo el horizonte, pudiendo afectar marcadamente la productividad de los cultivos.

El clima arídico y la presencia de un horizonte nátrico clasifican al suelo a nivel de subgrupo como un Typic Natrargid y, a nivel de familia, el elevado contenido de arcilla, la mineralogía y las características de temperatura a un Very fine, kaolinitic, thermic.

El contenido de arcilla del horizonte B es elevado alcanzando hasta un 65%; en cambio en el horizonte superficial la textura es franco limosa a franco arenosa. La capacidad de retención de agua en el perfil es elevada, de acuerdo con el contenido de arcilla. La densidad aparente varía entre 1.2 g /cc en la estrata superficial hasta 1.5 g/cc en el horizonte argílico. La infiltrabilidad debido a la influencia del sodio es muy lenta como puede apreciarse en la curva de infiltración, donde a los 30

minutos adopta una forma horizontal, estabilizándose en 0.1 mm/h.

4.2 Suelos de las Terrazas Pliocénicas

Estos suelos son los más antiguos del área y los más evolucionados. Su génesis ha estado condicionada por un clima de tipo arídico que estuvo sin embargo, precedido por condiciones de mayor pluviometría, responsable del notable desarrollo de los horizontes argílicos que lo caracterizan. El clima arídico y la presencia de un horizonte argílico de baja infiltrabilidad han determinado una condición no lixiviante en los perfiles, que se refleja en los elevados contenidos de sodio soluble e intercambiable, que tiende a acumularse en los horizontes inferiores de los suelos superando al calcio y al magnesio llegando incluso, en uno de los perfiles a configurar un horizonte nátrico.

Los suelos de las series Mincha y Tunga en esta posición se caracterizan entonces dado el punto de vista genético, por la presencia de un horizonte argílico o eventualmente nátrico y/o cálcico en la base de algunos perfiles y por un epipedón ócrico.

El horizonte argílico está bien desarrollado, es grueso y tiene un contenido de arcilla que varía normalmente entre 50 y 70%, pero que puede alcanzar hasta un 90%.

Con la excepción de un perfil de la serie Tunga, el resto ha sido clasificado a nivel de subgrupo como Typic Paleargid,

presentando pequeñas diferencias a nivel de familia por su granulometría, ya sea Very fine o Fine loamy; la familia mineralógica Kaolinitic es común, por ser el mineral arcilloso dominante y la familia Thermic igual, por tener los suelos una media anual de temperatura entre 15 y 22ºC y una diferencia entre las medias de invierno y verano superior a 5ºC

El contenido de materia orgánica de estos suelos en la estrata superficial llega hasta 1.8% para disminuir marcadamente en profundidad, como consecuencia del bajo aporte de residuos orgánicos.

Los pH son neutros a alcalinos en todo el perfil y la conductividad eléctrica (CE) es de menos de 2 dS/m(S0) en la superficie, para elevarse en el horizonte argílico hasta 4 dS/m (S1). Entre los cationes solubles el sodio es equivalente al calcio y al magnesio en la superficie, para elevarse notablemente en el horizonte argílico, lo que prueba la escasa lixiviación de las bases en las condiciones naturales de secano; sin embargo, entre los cationes extractables siguen predominando sobre el sodio el calcio y el magnesio,lo que previene el deterioro estructural del suelo. Entre los aniónes, el cloruro es normalmente el que predomina, siendo bajo el contenido de bicarbonatos y ausente el de carbonatos. En la base de los perfiles Tunga 1 y Mincha 2 se forman horizontes cálcicos con un contenido de CaCO3 equivalente sobre el 15%. La CIC varía en estrecha relación con el contenido de

arcilla, alcanzando hasta 37 meq/100 g en el horizonte argílico.

La densidad aparente en las estratas superficiales se encuentra entre 1.3 y 1.4 g/cc, para elevarse ligeramente en el subsuelo. La capacidad de retención de agua es elevada, especialmente en los horizontes argílicos donde alcanza hasta un 40% a capacidad de campo (CC); la retención de agua a marchitez permanente (PMP) es también elevada. La relación entre el contenido de agua a CC y PMP es inferior a lo normal debido probablemente a los elevados contenidos de arcilla y a la presencia del sodio.

La infiltrabilidad de los suelos varía entre 4.6 y 7.7 mm/h, que es normal para suelos arcillosos sin problemas estructurales.

4.3 Suelos de los Piedmont y Conos Antiguos

En esta posición se encuentran los suelos de las series Millahue, Agua Fría y Canela.

Estos suelos al igual que el grupo anterior han evolucionado bajo el clima arídico y han desarrollado horizontes argílicos bien marcados y epipedones ócricos. Por ello corresponden al mismo subgrupo de la "Taxonomía de Suelos" que los suelos de las terrazas pliocénicas, diferenciándose a nivel de familia granulométrica. La familia mineralógica es la misma, ya que se estima por el comportamiento físico del suelo y por el porcentaje de arcilla que el

mineral arcilloso dominante es la caolinita. La familia térmica es semejante con temperaturas medias anuales entre 15 y 22ºC y una diferencia entre las medias de invierno y verano de más de 5ºC (thermic).

Las características de las series de esta agrupación son muy parecidas. El contenido de materia orgánica no supera el 2% en la superficie y es escasa en profundidad. Los pH son alcalinos hasta 8.2. El sodio sigue siendo importante entre los cationes solubles alcanzando niveles elevados en los horizontes argílicos de las series Agua Fría 2 y Canela, pero inferiores al 15%. Entre los cationes extractables el sodio está subordinado a la suma del calcio y el magnesio. El contenido de CaCO3 equivalente es generalmente bajo sin conformar un horizonte cálcico, a pesar de aumentar hacia la base de los perfiles en algunos suelos.

En el suelo Agua Fría 2 y Canela predomina entre los aniónes el cloruro, secundariamente los sulfatos y finalmente los bicarbonatos, que son escasos.

La textura superficial en estos suelos es franco a franco arenosa, con un bajo contenido de arcilla para aumentar a 50% y más en los horizontes argílicos. La retención de humedad es baja en el primer horizonte y alta en el horizonte B. La densidad aparente varía entre 1.3 y 1.5 g/cc en forma muy similar a lo mostrado por los suelos de las terrazas pliocénicas.

La infiltrabilidad varía entre 2 y 3.5 mm/h propia de suelos arcillosos con subsuelos con altos contenidos de arcilla

4.4 Suelos Aluviales

En esta agrupación han sido descritos los suelos de las Series Choapa y Llano Largo, que se han desarrollado a partir de sedimentos aluviales recientes depositados en pequeñas terrazas del río Choapa, en gran parte cultivados y bajo riego.

Desde el punto de vista genético, se caracterizan por su escasa evolución y por lo tanto, en la ausencia de horizontes de diagnósticos subsuperficiales. Tienen un epipedón ócrico con un contenido de carbón orgánico inferior de 1%. Su carácter reciente se evidencia además, por lo estratificado de los perfiles, con texturas que varían entre areno francosas y franco limosas.

Estas características corresponden a los Entisoles y como carecen de horizonte cámbico se clasifican a nivel de subgrupo como Typic Torriorthent. A nivel de Familia hay diferencias en cuanto a la clase granulométrica por lo que se clasifican como Loamy y Coarse loamy mixed thermic.

Las características de estos suelos difieren en varios aspectos a la de los Argids descritos anteriormente: los pH son alcalinos y superiores a 8; la conductividad eléctrica (CE) es consistentemente más baja, alrededor de 0.5 dS/m, por efecto del

riego, que ha evitado la acumulación excesiva de sales. Sin embargo, el clima arídico y la calidad del agua, manifiestan en cierto modo su influencia: el contenido de sodio soluble es equivalente a calcio y magnesio. Sin embargo, entre los cationes extractables, el sodio se encuentra subordinado al calcio y al magnesio, generando buenas condiciones físicas en los suelos, que se reflejan en menores densidades aparentes, las que varían entre 1.2 y 1.3 g/cc.

Las texturas dominantes en el perfil son medias a moderadamente gruesas, con una retención de agua baja que varía con la textura.

La infiltrabilidad de 8.6 mm/h es superior a la de los suelos más antiguos con horizontes argílicos y elevado contenido de arcilla, lo que es característico de suelos de texturas medias sin problemas estructurales.

4.5 Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Huentelauquen 1	0 - 7	7.50	3.08	1.30	0.50	7.64	2.30	0.92	0.97	1.19	6.35	4.39	1.45	18.70
	7 - 25	7.50	3.03	1.03	0.50	7.83	2.40	1.50	0.66	1.55	4.43	3.60	0.45	20.90
	25 - 52	8.40	5.29	0.48	2.40	22.90	5.60	10.20	2.41	9.77	2.74	3.95	0.56	46.50
	52 - 81	8.30	6.45	-	15.50	21.80	20.00	9.90	1.99	10.00	3.06	5.21	0.68	58.30
	81 - 123	8.40	5.28	-	20.90	20.90	19.50	9.00	1.75	9.56	2.18	3.44	0.54	46.30
Huentelauquen 2	0 - 11	7.70	0.67	2.02	2.90	9.30	3.70	2.00	1.10	0.37	1.59	1.05	1.69	3.39
	11 - 28	7.30	0.64	1.03	0.00	8.16	2.90	2.00	0.99	0.44	1.53	1.24	1.26	5.44
	28 - 46	7.40	0.99	0.58	0.00	12.50	2.40	4.20	0.59	1.29	1.21	1.69	0.17	15.60
	46 - 60	7.40	1.39	0.38	1.50	25.00	4.90	9.00	0.77	3.67	1.12	1.41	0.09	9.95
	60 - 80	8.00	1.68	-	1.50	22.50	5.70	9.70	0.68	4.39	1.38	2.13	0.11	12.30
	80 - 105	7.00	1.70	-	0.90	20.30	3.60	8.40	0.49	2.87	1.87	3.89	0.10	20.80
Tunga 1	0 - 17	8.10	1.65	1.59	0.50	10.20	3.70	2.30	0.90	0.58	4.11	4.06	1.07	8.17
	17 - 32	8.10	2.25	1.14	1.50	21.00	5.70	7.10	1.54	3.36	1.29	1.87	0.35	19.20
	32 - 57	7.60	3.43	0.97	2.00	20.20	7.50	9.10	2.57	7.58	2.31	3.73	0.32	31.20
	57 - 80	7.40	4.24	-	16.20	24.60	20.30	12.80	2.52	8.65	2.60	4.27	0.37	37.00
Tunga 2	0 - 16	8.20	0.32	1.31	2.90	12.90	6.50	2.40	0.54	0.26	1.39	0.70	0.25	2.68
	16 - 30	6.70	0.28	1.31	0.00	13.00	6.40	2.30	0.39	0.30	1.11	0.57	0.13	2.68
	30 - 57	7.00	0.40	0.66	1.50	29.10	14.70	7.40	0.58	0.96	1.08	0.56	0.08	2.54
	57 - 100	8.50	0.87	-	9.30		27.60	7.90	0.64	1.28	2.78	1.63	0.11	5.36
Mincha 1	0 - 8	7.80	0.33	1.37	0.50	9.24	3.70	1.70	0.78	0.25	1.39	0.77	0.37	3.63
	8 - 28	7.00	0.31	0.89	0.00	8.73	3.20	1.60	0.66	0.23	1.31	0.70	0 24	2.66
	28 - 50	6.60	1.17	0.72	0.00	24.60	7.10	8.90	1.54	3.23	1.25	0.75	0.31	10.10
	50 - 70	6.40	1.98	-	0.00	23.90	8.70	9.00	1.94	4.48	1.28	1.12	0.40	12.80
Mincha 2	0 - 12	7.70	1.05	1.82	0.50	9.62	4.30	1.70	0.76	0.43	3.32	2.21	0.56	4.87
	12 - 27	7.10	0.59	0.93	0.50	8.69	3.00	1.90	0.57	0.56	2.25	1.43	0.31	6.13
	27 - 40	7.30	1.40	0.79	1.50	29.40	9.20	8.50	0.82	4.94	1.11	0.90	0.12	11.30
	40 - 70	7.80	2.34	0.69	3.40	37.00	21.20	15.70	1.07	8.18	2.77	2.08	0.07	21.70
	70 - 135	7.70	3.33	-	15.50	32.60	25.90	10.70	1.03	7.17	3.10	3.20	0.08	25.30

Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Millahue	0 - 12	8.10	0.42	1.61	0.50	7.01	7.50	1.10	0.66	0.07	1.63	0.83	1.22	1.16
	12 - 25	8.30	0.43	1.00	0.50	8.72	4.30	1.70	0.51	0.11	1.79	0.91	0.44	1.64
	25 - 58	7.20	0.28	0.58	1.50	27.70	15.80	7.10	0.51	0.37	1.08	0.47	0.11	1.38
	58+	8.30	0.50	-	7.80	22.20	26.50	6.40	0.42	0.38	2.65	1.29	0.08	2.00
Agua Fría 1	0 - 11	7.90	0.50	1.76	0.50	9.70	4.20	1.90	0.75	0.17	1.69	1.09	0.70	1.90
	11 - 17	7.50	0.50	0.48	0.50	9.37	3.90	2.00	0.39	0.19	1.80	1.10	0.24	2.19
	17 - 41	7.60	0.63	0.48	0.50	10.94	5.10	3.00	0.31	0.30	2.16	1.38	0.15	2.94
	41+	6.80	0.60	-	0.00	28.00	12.20	7.20	0.54	1.22	1.53	1.03	0.14	3.52
Agua Fría 2	0 - 15	8.10	2.60	1.90	0.50	9.90	4.90	2.40	0.60	0.52	11.00	5.19	1.43	9.37
	15 - 30	7.70	0.97	0.76	0.50	8.65	3.90	1.90	0.30	0.43	2.18	1.92	0.32	5.55
	30 - 50	7.40	1.36	0.66	1.50	29.10	11.60	9.50	0.37	3.50	1.68	1.56	0.04	11.40
	50 - 70	7.70	3.57	-	9.30	28.00	24.90	10.30	0.36	5.30	5.88	7.00	0.07	28.10
	70 - 100	7.70	4.71	-	7.40	30.88	24.40	11.50	0.41	6.10	9.36	12.00	0.10	35.90
Canela	0 - 6	8.20	0.87	1.20	0.50	8.20	3.40	2.30	0.36	0.33	2.21	1.18	0.79	4.81
	6 - 14	7.80	1.33	1.10	0.50	8.58	3.40	2.30	0.87	0.33	3.99	1.06	1.24	5.53
	14 - 32	7.80	3.50	0.89	2.00	23.49	6.80	8.20	3.30	3.57	4.40	5.58	1.80	25.60
	32 - 51	7.20	5.30	0.86	2.00	30.60	8.40	12.50	5.11	7.67	6.25	10.10	2.55	36.60
	51 - 72	7.50	6.80	-	5.40	30.40	19.90	10.30	4.94	8.88	8.83	14.50	2.85	50.70
	72 - 100	7.50	7.46	-	11.80	23.40	24.10	8.20	3.61	7.18	14.70	20.10	3.25	57.20
Espíritu Santo 1	0 - 15	8.30	0.32	1.24	1.50	7.27	10.90	1.10	0.48	0.04	2.33	0.72	0.59	0.60
(UND)	15 - 39	8.10	0.33	0.83	1.00	7.66	6.50	1.40	0.44	0.04	2.18	0.81	0.47	0.91
	39 - 54	8.40	0.31	0.76	1.00	7.56	6.70	1.50	0.40	0.06	1.86	0.70	0.41	0.93
	54+	8.10	0.27	-	0.50	7.38	5.80	1.90	0.38	0.07	1.80	0.78	0.32	0.89
Espíritu Santo 2	0 - 12	8.30	0.38	1.28	1.00	9.88	4.80	2.00	0.81	0.72	1.88	1.07	0.84	1.04
(UND)	12 - 28	7.80	0.29	0.79	1.00	10.63	5.90	2.60	0.48	0.15	0.96	0.53	0.22	1.42
	28 - 55	7.80	0.34	0.48	1.50	12.09	6.90	3.40	0.24	0.17	1.41	0.86	0.08	1.46
	55 - 80	7.70	0.34	-	1.00	12.58	7.40	3.60	0.23	0.17	1.49	0.89	0.08	1.35

Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	Profund.	pH e	CE e	MO	CaCO3	CIC	Cationes extractables meq/100 g				Cationes solubles meq/L			
	cm		dS/m	%	%	meq/100g	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg	K	Na
Choapa 1	0 - 14	8.50	0.58	1.85	1.50	13.30	11.20	2.50	0.19	0.31	3.92	1.60	0.10	2.34
	14 - 33	8.30	0.48	1.20	1.50	11.00	8.20	1.80	0.18	0.23	2.99	1.10	0.10	2.03
	33 - 42	7.80	0.33	0.17	1.50	5.65	4.00	1.00	0.18	0.15	1.75	0.64	0.06	1.39
	42 - 75	8.40	0.49	1.59		20.20	14.50	3.50	0.19	0.39	3.08	1.16	0.04	2.00
	75 - 105	8.30	0.59	-	5.80	19.70	29.30	3.70	0.16	0.56	3.43	1.19	0.04	2.56
	105+	8.20	0.71	-	0.30	16.40	27.30	3.20	0.11	0.64	3.68	1.37	0.03	3.39
Choapa 2	0 - 25	8.20	0.56	1.93	2.00	12.06	11.50	2.00	0.17	0.34	3.46	1.23	0.16	2.80
	25 - 44	7.80	0.48	1.45	1.50	9.85	10.00	1.50	0.27	0.20	3.56	1.15	0.26	4.93
	44 - 75	7.60	0.40	1.00	1.50	6.97	5.20	1.20	0.17	0.26	2.30	0.92	0.21	3.20
	75 - 105	8.10	0.70	-	3.50	12.73	22.40	2.60	0.19	0.40	4.33	1.42	0.18	2.79
	105 - 117+	7.90	0.64	-	2.00	10.97	8.80	2.00	0.17	0.34	3.86	1.50	0.17	2.58
Llano largo	0 - 13	8.60	0.53	2.02	1.00	10.20	8.60	3.00	0.25	0.17	3.49	2.27	0.18	1.87
	13 - 30	8.40	0.46	1.03	1.00	8.73	6.20	2.50	0.19	0.17	2.25	1.43	0.12	2.09
	30 - 50	8.40	0.36	0.45	1.00	7.69	5.20	2.40	0.19	0.17	1.75	1.07	0.11	1.63
	50 - 70	8.30	0.36	-	1.00	6.62	4.20	2.10	0.16	0.14	1.54	0.93	0.12	1.83

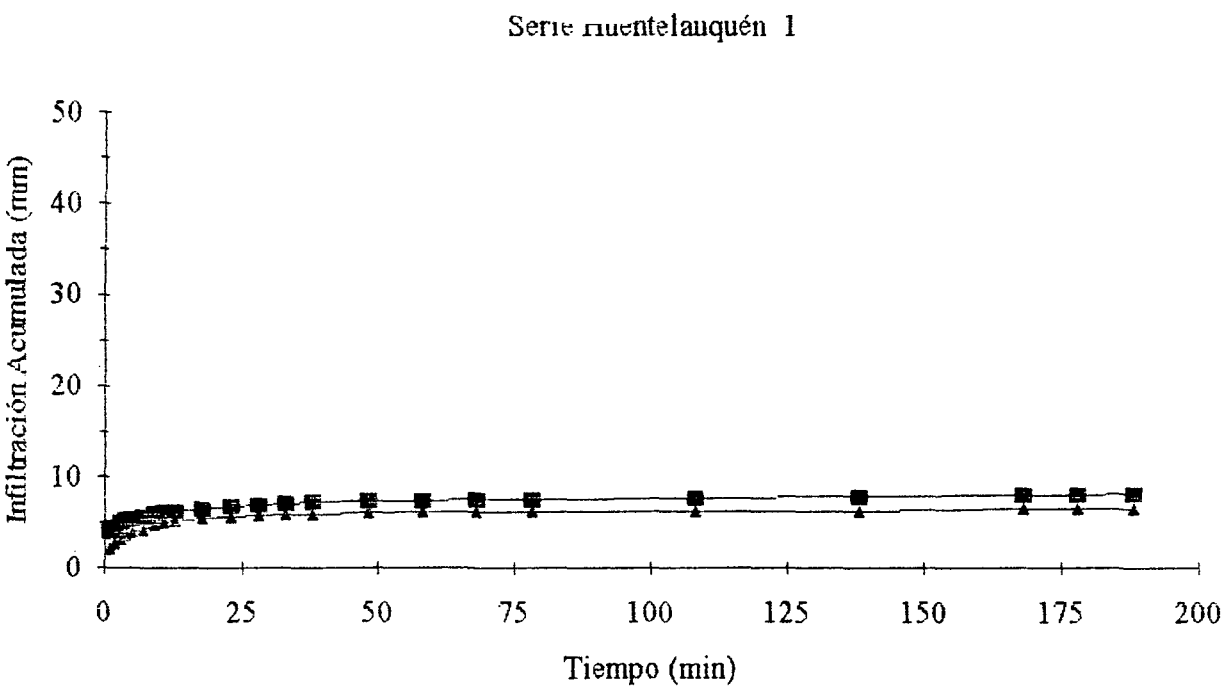
Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Huentelauquen 1	9.70	8.07	3.04	27.10	0.00	1.00	1.58	1.20	26.00	60.00	14.00	6.43	11.00
	12.70	10.43	2.04	28.20	0.00	1.25	1.61	1.35	24.00	60.00	16.00	6.08	10.80
	26.00	25.42	6.64	46.30	0.00	4.00	2.26	1.42	12.00	22.00	66.00	24.40	33.20
	28.50	28.67	8.82	55.80	0.00	4.25	1.36	1.48	24.00	18.00	58.00	22.30	30.00
	27.80	27.62	8.40	47.00	0.00	3.75	1.61	1.50	14.00	22.00	64.00	20.00	29.30
Huentelauquen 2	3.10	2.95	1.52	3.34	0.00	3.00	1.56	1.43	52.00	32.00	16.00	6.75	12.20
	4.60	4.62	2.07	4.38	0.00	2.25	1.40	1.39	56.00	30.00	14.00	6.21	11.10
	13.00	12.96	2.37	15.80	0.00	0.00	2.08	1.41	40.00	26.00	34.00	11.30	16.00
	10.40	8.85	6.04	7.89	0.00	0.00	3.05	1.39	12.00	10.00	78.00	24.50	32.90
	11.00	9.28	7.22	9.04	0.00	0.00	2.85	1.51	18.60	16.00	65.40	22.40	30.30
	14.80	12.26	6.43	18.80	0.00	1.50	2.48	1.47	50.00	16.00	33.40	12.80	18.00
Tunga 1	4.40	4.04	0.88	14.50	0.00	2.50	1.56	1.41	32.00	49.40	18.60	7.70	10.90
	15.20	15.27	1.86	19.50	0.00	3.00	2.13	1.56	18.00	31.40	50.60	19.00	21.50
	17.90	17.95	3.21	33.40	0.00	2.00	2.21	1.42	12.00	15.40	72.60	27.90	33.90
	19.90	19.96	3.30	41.00	0.00	3.50	2.04	1.36	14.00	13.40	72.60	26.10	32.00
Tunga 2	2.20	2.62	1.67	1.67	0.00	2.25	1.73	1.51	40.00	35.40	24.60	9.30	11.40
	3.00	2.92	1.61	2.07	0.00	1.00	1.55	1.48	41.40	35.50	23.40	8.74	12.70
	2.80	2.80	1.49	2.53	0.00	1.00	2.05	1.62	27.40	21.20	51.40	20.80	26.10
	2.80	3.61	2.48	4.15	0.00	3.26	1.44	1.45	67.40	15.20	17.40	18.00	20.30
Mincha 1	3.20	3.49	1.12	1.96	0.00	3.50	1.54	1.43	46.60	36.00	17.40	8.25	11.00
	2.30	2.65	1.06	2.59	0.00	1.75	1.59	1.40	48.60	34.00	17.40	6.43	11.00
	10.00	10.10	3.41	9.45	0.00	0.50	1.95	1.51	22.60	14.00	63.40	22.50	32.50
	13.80	11.68	10.50	13.30	0.00	0.25	1.83	1.54	16.60	14.00	69.40	24.70	36.40
Mincha 2	2.80	2.93	1.49	8.35	0.00	1.50	1.28	1.30	52.00	35.40	12.60	6.27	11.70
	5.20	4.52	1.67	6.97	0.00	2.00	1.22	1.34	48.00	35.40	16.60	6.38	10.20
	11.30	11.27	5.39	11.60	0.00	2.00	1.70	1.41	32.00	9.40	58.60	27.00	36.70
	13.90	13.93	3.87	18.40	0.00	4.50	1.79	1.39	6.00	3.40	90.60	34.60	43.20
	14.30	14.25	2.76	31.40	0.00	2.50	1.56	1.30	32.00	15.40	52.60	25.60	31.40

Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Millahue	0.40	1.05	0.37	1.32	0.00	3.25	0.78	1.54	70.00	17.40	12.60	5.11	7.10
	0.80	1.41	0.49	1.61	0.00	3.00	0.85	1.54	56.60	22.00	21.40	6.42	9.59
	1.60	1.57	1.53	2.07	0.00	0.25	1.56	1.55	34.60	12.00	53.40	18.20	23.70
	0.70	1.42	0.24	2.65	0.00	3.25	1.18	-	54.60	8.00	37.40	14.20	18.60
Agua Fría 1	1.00	1.61	1.51	1.21	0.00	3.00	1.57	1.38	50.00	32.00	18.00	8.55	11.00
	1.30	1.82	1.53	1.73	0.00	1.50	1.79	1.42	48.00	34.00	18.00	7.91	10.60
	1.80	2.21	0.78	2.76	0.00	2.25	1.74	1.36	44.00	28.00	28.00	7.67	12.30
	3.11	3.11	1.81	3.97	0.00	0.25	1.18	1.52	22.00	20.00	58.00	21.60	28.30
Agua Fría 2	3.30	3.29	4.51	20.90	0.00	3.00	1.16	-	44.00	38.00	18.00	6.87	10.80
	3.90	3.88	0.77	7.76	0.00	1.50	1.10	1.37	32.00	48.00	20.00	6.22	8.97
	0.00	8.96	1.67	11.90	0.00	1.67	1.94	-	28.00	22.00	50.00	22.80	29.70
	11.10	11.07	8.64	29.50	0.00	2.50	1.76	-	26.00	20.00	54.00	22.60	27.60
	11.00	10.99	13.50	41.90	0.00	2.75	1.89	1.51	24.00	22.00	54.00	22.00	28.90
Canela	3.70	3.69	2.33	4.38	0.00	3.25	1.17	1.44	62.00	26.60	11.40	5.50	7.78
	3.50	3.48	3.08	9.68	0.00	2.00	1.19	1.45	64.00	26.60	9.40	5.44	7.52
	11.50	11.46	4.61	31.10	0.00	2.75	1.37	1.35	40.00	18.00	42.00	20.10	26.30
	12.80	12.80	13.60	46.10	0.00	2.00	1.27	1.24	28.00	10.00	62.00	29.20	35.90
	14.80	14.84	22.70	54.80	0.00	6.50	0.98	1.35	30.00	14.00	56.00	27.20	33.40
	13.70	13.71	48.20	51.20	0.00	2.25	0.80	1.37	40.00	23.40	36.60	19.10	23.30
Espíritu Santo 1	0.50	0.49	0.29	0.23	0.00	3.75	0.60	1.44	79.40	11.20	9.40	4.59	6.90
(UND)	0.70	0.74	0.35	0.58	0.00	3.25	0.59	1.33	81.40	7.20	11.40	4.33	5.50
	1.10	0.82	0.40	0.23	0.00	3.50	0.64	1.38	79.40	7.20	13.40	4.67	4.97
	0.80	0.78	0.22	0.63	0.00	2.75	0.61	1.45	77.40	5.20	17.40	4.63	5.74
Espíritu Santo 2	0.20	0.86	0.52	0.46	0.00	4.25	1.25	1.46	53.40	31.20	15.40	5.52	8.81
(UND)	1.10	1.65	0.88	0.98	0.00	1.50	1.30	1.33	49.40	33.20	17.40	6.08	9.67
	0.70	1.37	1.50	1.44	0.00	0.75	1.17	1.43	46.00	30.00	24.00	7.60	10.20
	0.50	1.24	1.28	1.90	0.00	1.50	1.19	1.47	50.00	26.00	24.00	7.83	10.50

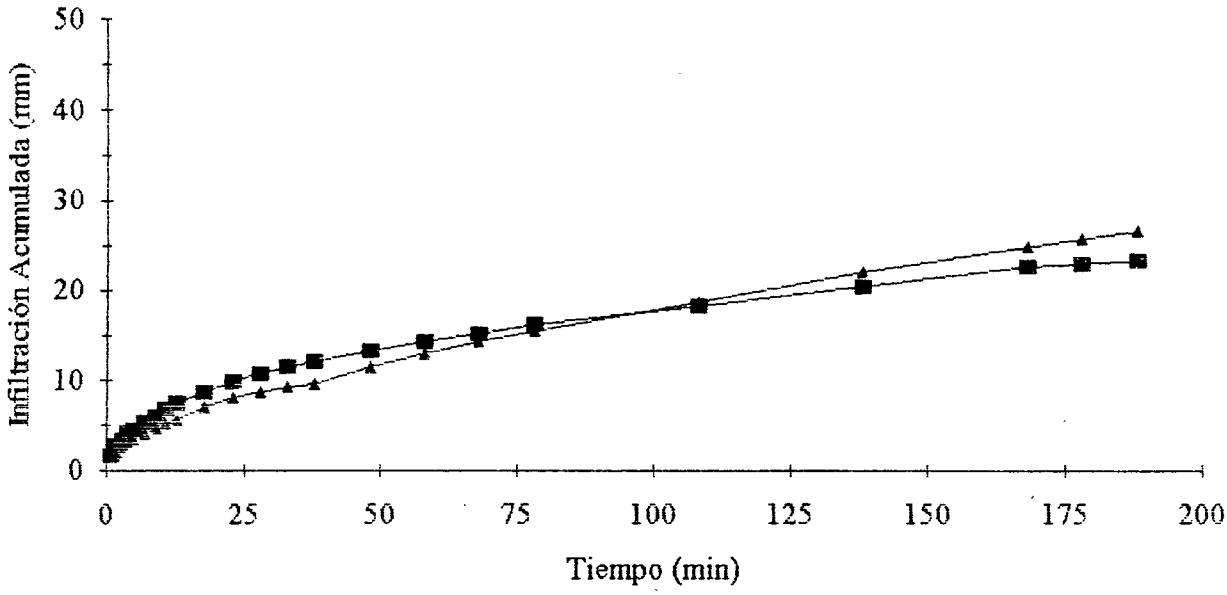
Características Físicas Químicas y Físico-químicas de los Suelos. Proyecto Choapa

Serie	PSI	SAR	Aniones solubles meq/L				Fe	Da	Granulometría (%)			Curva Hídrica (bare	
	%		SO4	Cl	CO3	H2CO3	%	g/cc	Arena	Limo	Arcilla	15	1/3
Choapa 1	0.70	1.41	1.34	0.92	1.00	5.25	5.25	1.36	56.60	26.00	17.40	7.50	10.67
	0.70	1.42	1.31	1.04	0.00	3.75	3.75	1.31	62.60	24.00	13.40	5.60	8.82
	0.60	1.27	0.83	0.98	0.00	1.75	1.75	1.33	82.60	10.00	7.40	2.83	3.11
	0.60	1.37	0.81	1.15	0.00	4.25	4.25	1.18	32.60	44.00	23.40	11.10	15.60
	1.20	1.68	1.30	1.15	0.00	3.75	3.75	1.15	24.60	52.00	23.40	12.40	21.00
	1.70	2.13	1.89	1.84	0.00	3.00	3.00	1.10	30.60	52.00	17.40	11.20	17.60
Choapa 2	1.50	1.83	1.98	1.21	0.00	4.00	1.06	1.21	46.00	42.00	12.00	6.38	7.88
	3.30	3.21	2.13	1.04	0.00	2.25	1.10	1.20	54.00	36.00	10.00	5.25	6.06
	2.20	2.52	2.29	0.58	0.00	2.25	1.04	1.12	80.00	12.00	8.00	3.90	5.04
	1.20	1.65	5.07	0.98	0.00	2.50	1.27	1.27	46.00	38.00	16.00	7.80	11.20
	1.00	1.58	4.67	1.09	0.00	2.00	1.35	1.26	58.00	32.00	10.00	6.20	8.57
Llano largo	0.40	1.10	0.30	0.52	1.50	5.75	0.86	1.39	76.00	14.60	9.40	6.00	7.55
	0.90	1.54	0.83	1.04	0.00	4.50	0.90	1.37	80.00	10.60	9.40	5.30	6.51
	0.70	1.37	0.63	0.81	0.00	3.75	0.70	1.41	74.00	12.60	13.40	5.04	6.12
	0.90	1.65	0.75	0.98	0.00	3.00	0.64	1.45	82.00		11.40	4.50	5.60

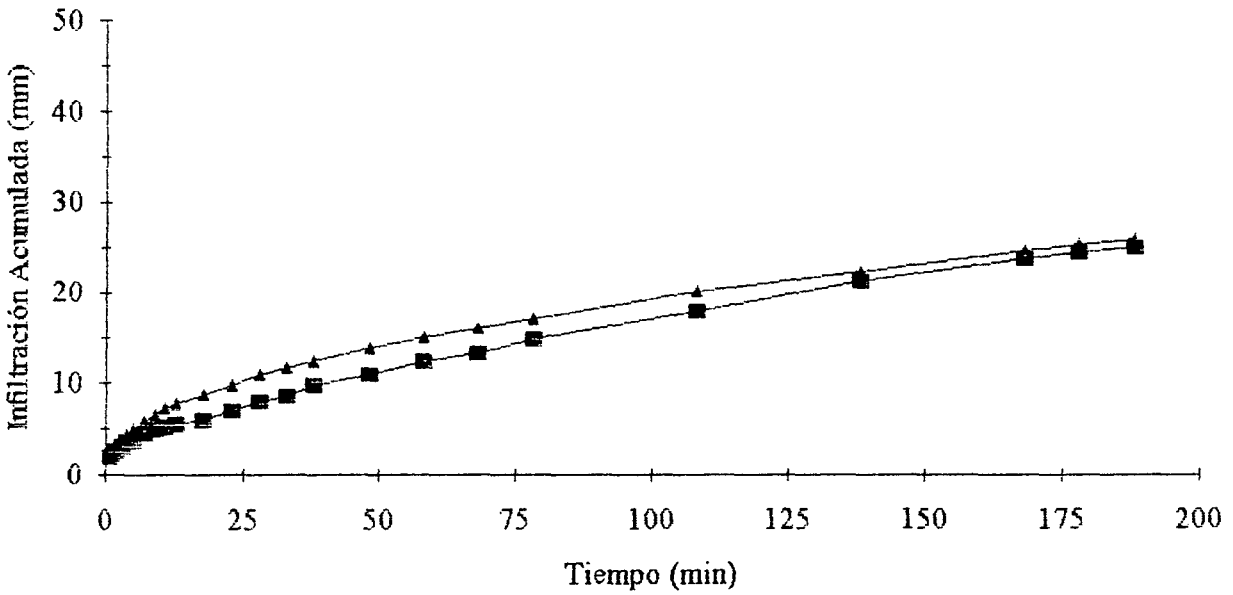
4.6 Curvas de Infiltración



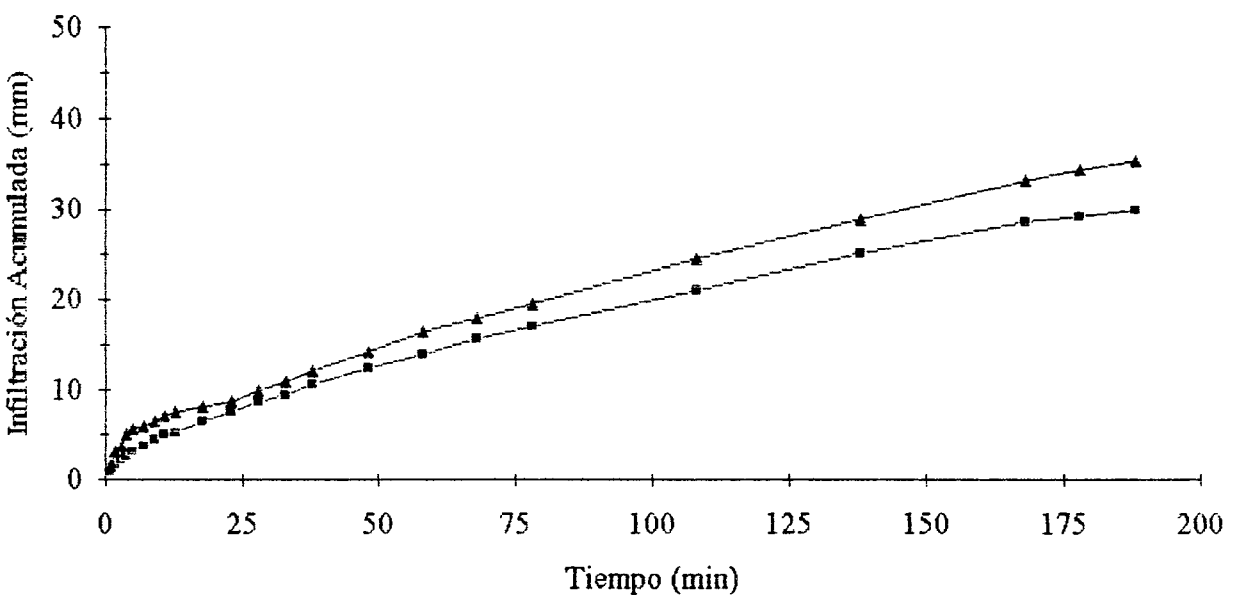
Serie Huentelauquén 2

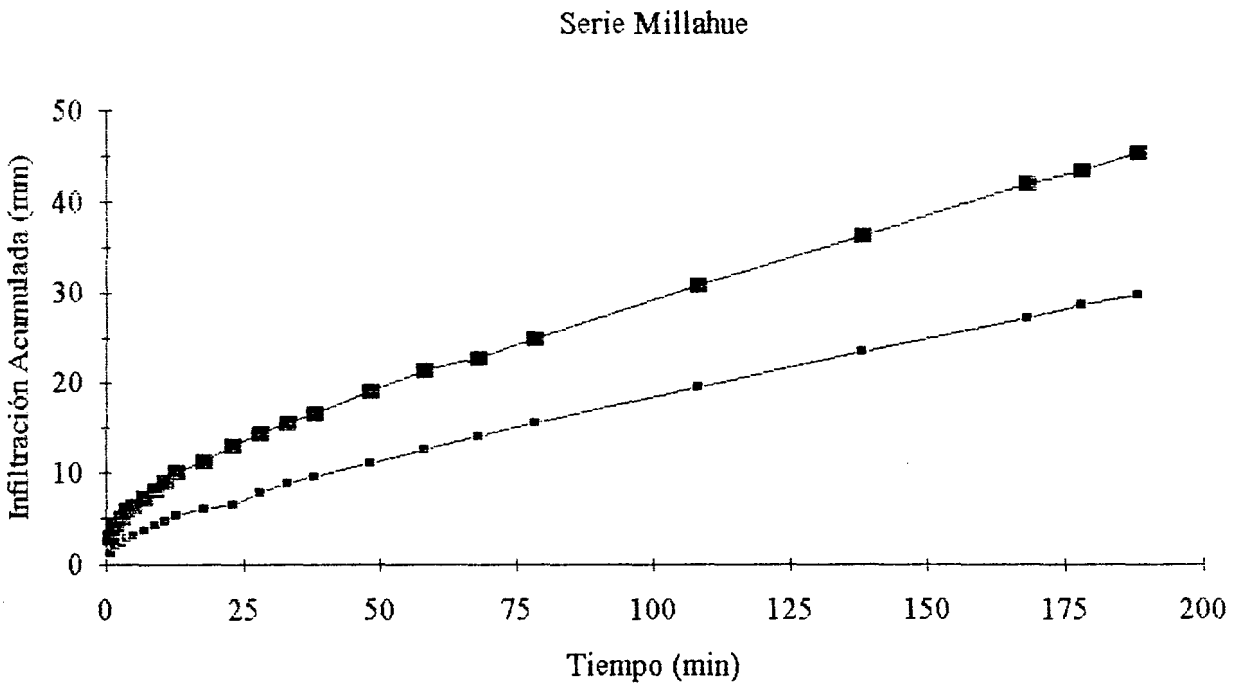


Serie Tunga 1

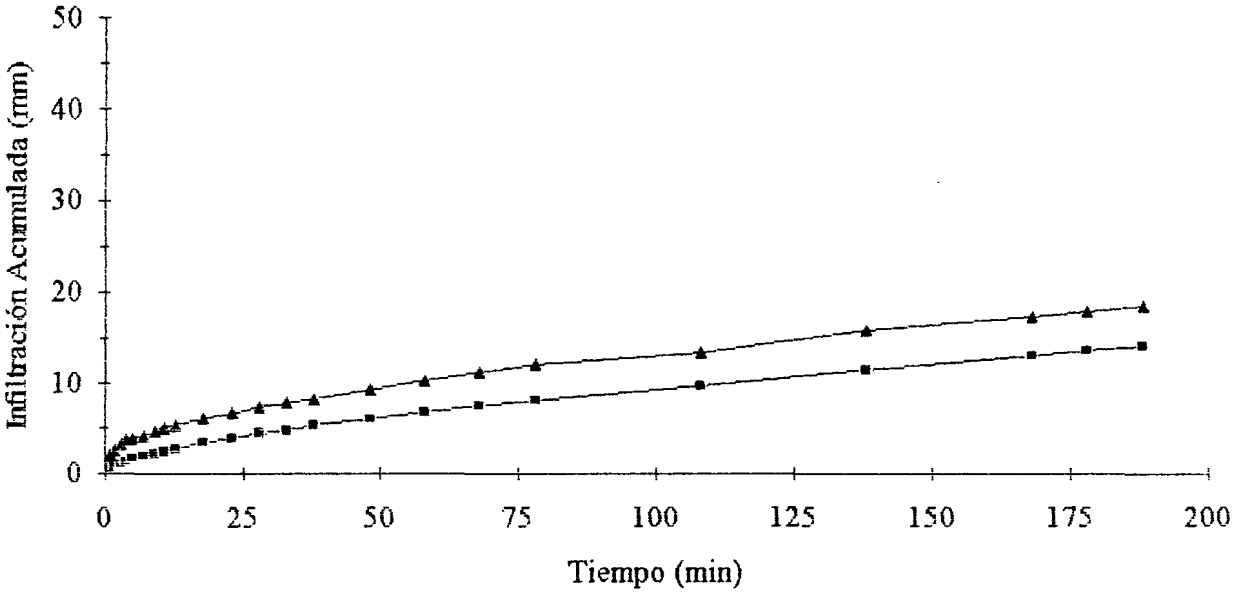


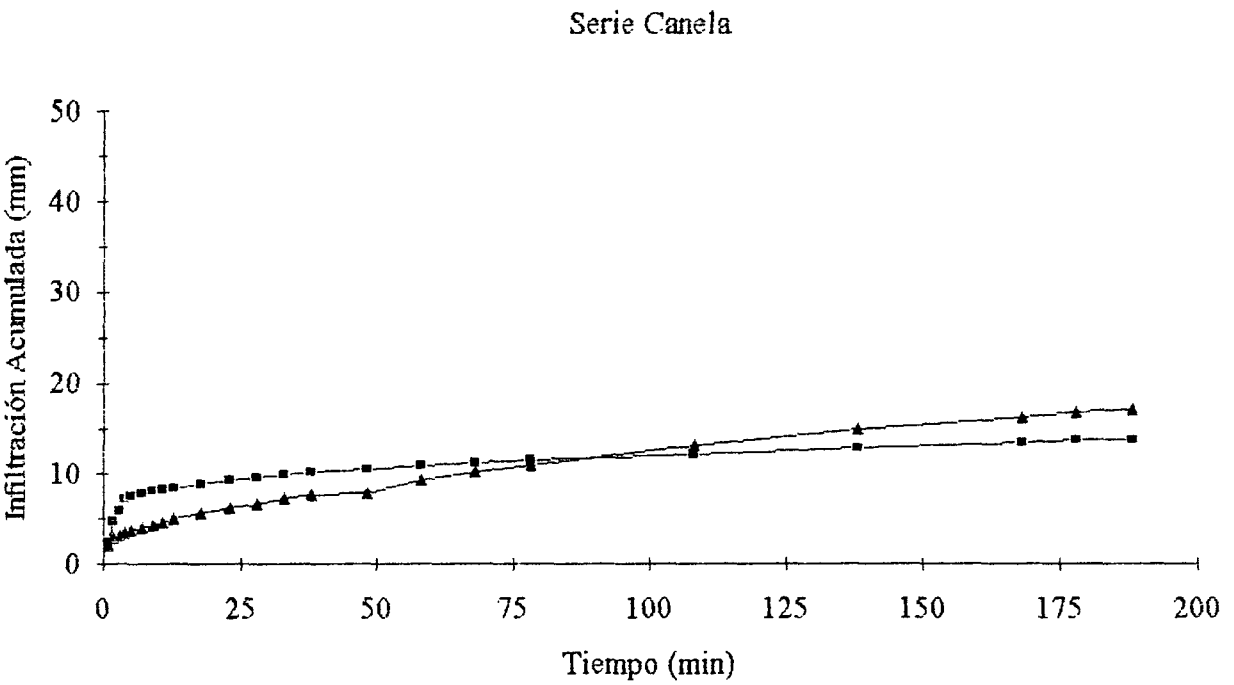
Serie Mincha 1

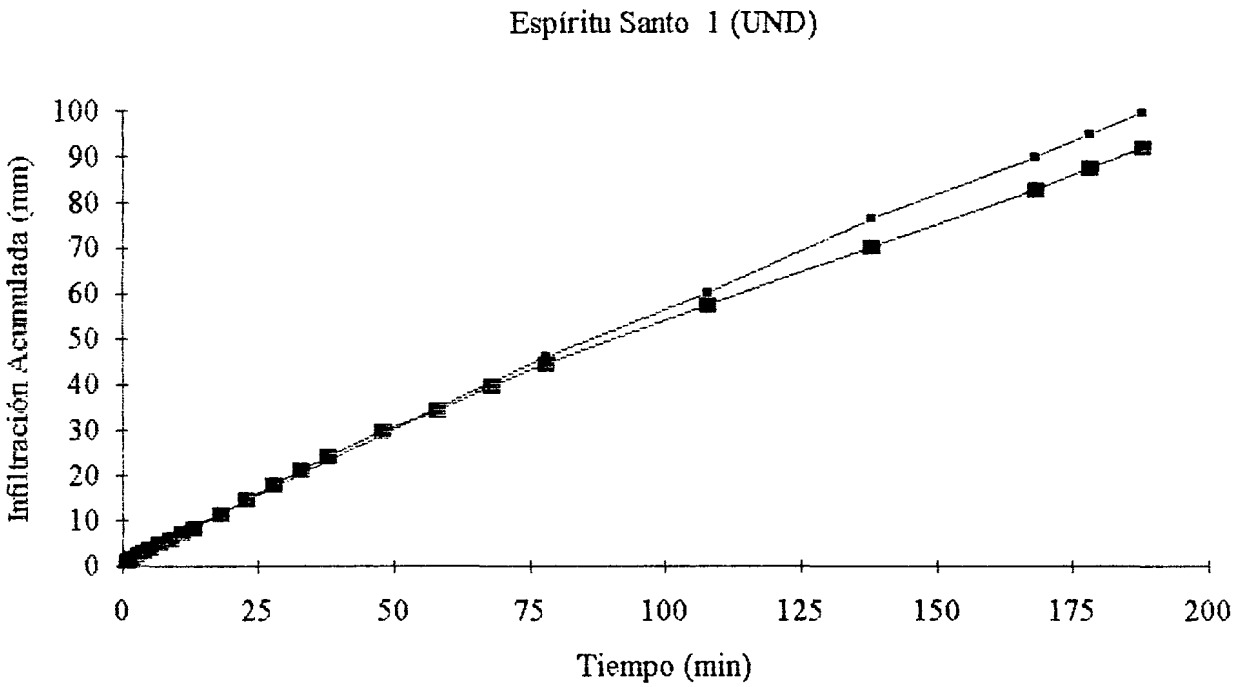


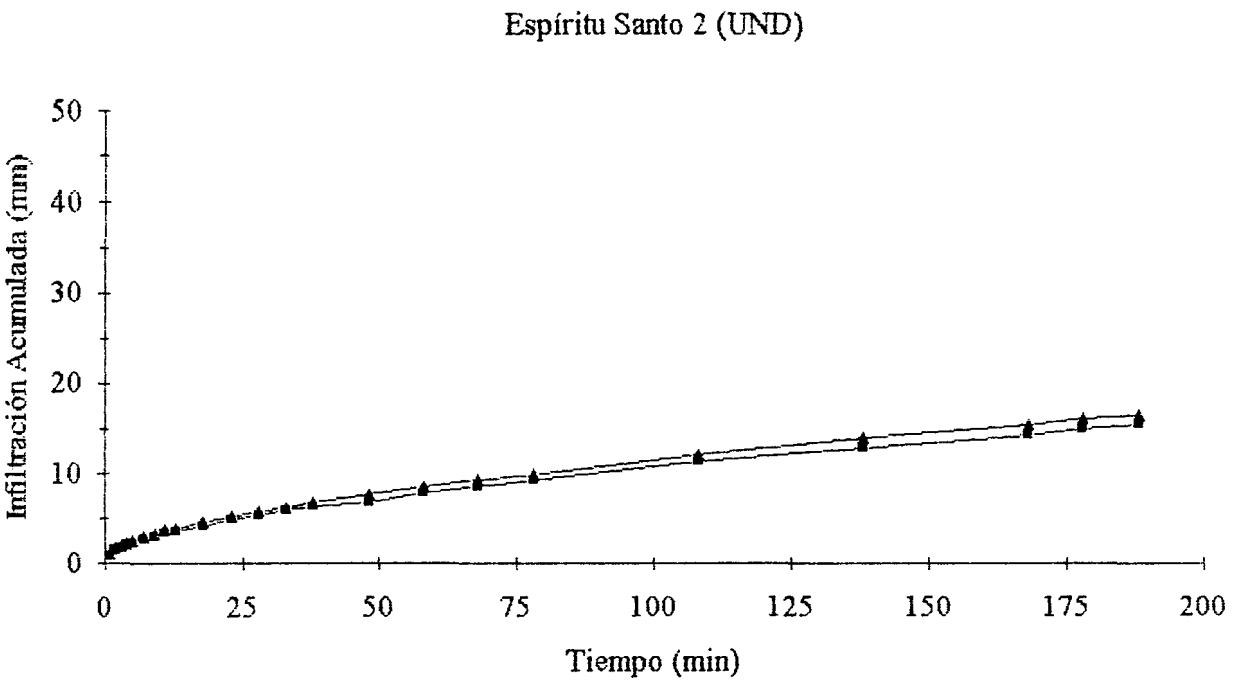

Serie Millahue
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)

Serie Agua Fría




Serie Canela
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)


Espíritu Santo 1 (UND)
Infiltración Acumulada (mm)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)


Espíritu Santo 2 (UND)
Infiltración Acumulada (mm)
50
40
30
20
10
0
0
25
50
75
100
125
150
175
200
Tiempo (min)

5.- TABULACIONES

CUADRO N* 1
CUADRO DE SUPERFICIE POR UNIDADES FISIOGRAFICAS

	II	III	IV	VI	VII	VIII	TOTAL (ha)
Terrazas Aluviales del Choapa	164.4	549.2	215.0	65.2			993.8
Terrazas Aluviales Tributarios	28.2	84.0	212.2	183.8			508.2
Terrazas Aluviales Antiguas		1,606.4	1,541.0	1,086.0			4,233.4
Terrazas Marinas			5,881.0	1,119.2			7,000.2
Piedmont y Conos		158.4	1,628.3	983.5			2,770.2
Cerros y Quebradas					16,246.9	3,975.6	20,222.5
Otros Miscelaneos					122.0	2,941.2	3,063.2
Total	192.6	2,398.0	9,477.5	3,437.7	16,368.9	6,916.8	38,791.5
Tranque, laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N* 2
SUPERFICIE POR SERIE DE SUELO

Serie de Suelos	Simbolo	Superficie (ha)
Agua Fria	AGF	987.0
Canela	CAN	428.6
Choapa	CHO	993.8
Huentelauquen	HUE	7,000.2
Millahue	MIL	964.0
Mincha	MIN	1,942.4
Llano Largo	LAG	266.6
Tunga	TUN	2,291.0
Sub Total		14,873.6
Unidades no diferenciadas		
Terraza Aluvial	TAN	241.6
Colihue	COL	88.0
Espiritu Santo	ESP	302.6
Sub Total		632.2
Miscelaneos		
Aluviales	MIS-AL	122.0
Cerros	MIS-CE	18,593.9
Quebradas	MIS-Q	1,628.6
Caja de Rios	MIS-CR	2,062.8
Dunas	MIS-DU	698.0
Rocoso costero	MIS-R	180.4
Sub Total		23,285.7
Otros		
Laguna, tranque y playa		30.2
Total area estudiada		38,821.7

CUADRO N*3

SUPERFICIE POR CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

Detalle por Serie y Clase

Serie de Suelo	IIs	IIIs	IIIe	IIIw	IVs	IVe	IVes	VIs	VIe	VIw	VIes	VIse	VIIe	VIIw	VIII	Total (ha)
Agua Fria		61.4					604.6		321.0							987.0
Canela		64.0					251.4		113.2							428.6
Choapa	164.4	190.0		359.2	215.0					65.2						993.8
Huentelauquen					5,881.0						1,119.2					7,000.2
Millahue		23.8				529.9			410.3							964.0
Mincha		1,026.8					519.4		396.2							1,942.4
Llano Largo		84.0			119.4			63.2								266.6
Tunga		579.6				1,021.6			689.8							2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos																
Colihue												88.0				88.0
Espiritu Santo			9.2			242.4			51.0							302.6
Terraza Aluvial	28.2				92.8			120.6								241.6
Miscelaneos													16,246.9	122.0	6,916.8	23,285.7
TOTAL	192.6	2,029.6	9.2	359.2	6,308.2	1,793.9	1,375.4	183.8	1,981.5	65.2	1,119.2	88.0	16,246.9	122.0	6,916.8	38,791.5
Tranque, laguna y playa																30.2
TOTAL GENERAL																38,821.7

CUADRO N*4
SUPERFICIE SEGUN APTITUD PARA RIEGO
Detalle por Categoria y Sub-Categoria

Categoria	subcategoria s		t		w		Total Categoria
1							0.0
2	466.6				359.2		825.8
3	2,099.2		3,169.3				5,268.5
4	6,157.6				65.2		6,222.8
5							0.0
6	2,243.2		24,109.2		122.0		26,474.4
Total	10,966.6		27,278.5		546.4		38,791.5
Tranque, laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N*5
SUPERFICIE SEGUN APTITUD PARA RIEGO
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	2s	2w	3s	3t	4w	4s	6w	6s	6t	Superficie (ha)
Agua Fria			61.4	604.6					321.0	987.0
Canela			64.0	251.4					113.2	428.6
Choapa	354.4	359.2	215		65.2					993.8
Huentelauquen						5,881.0			1,119.2	7,000.2
Millahue			23.8	529.9					410.3	964.0
Mincha			1,026.8	519.4					396.2	1,942.4
Llano Largo	84.0		119.4			63.2				266.6
Tunga			579.6	1,021.6					689.8	2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos										
Colihue									88.0	88.0
Espiritu Santo			9.2	242.4					51.0	302.6
Terraza Aluvial	28.2					213.4				241.6
Miscelaneos							122.0	2,243.2	20,920.5	23,285.7
TOTAL	466.6	359.2	2,099.2	3,169.3	65.2	6,157.6	122.0	2,243.2	24,109.2	38,791.5
Tranque ,laguna y playa										30.2
TOTAL GENERAL										38,821.7

CUADRO N* 6
SUPERFICIE SEGUN APTITUD FRUTAL
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	B	C	D	E	Superficie (ha)
Agua Fria		666.0	321.0		987.0
Canela		315.4	113.2		428.6
Choapa	354.4	574.2		65.2	993.8
Huentelauquen			7,000.2		7,000.2
Millahue		553.7	410.3		964.0
Mincha		1,546.2	396.2		1,942.4
Llano Largo	84.0	119.4		63.2	266.6
Tunga		1,601.2	689.8		2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos					
Colihue			88.0		88.0
Espiritu Santo		251.6	51.0		302.6
Terraza Aluvial	28.2	92.8	120.6		241.6
Miscelaneos				23,285.7	23,285.7
TOTAL	466.6	5,720.5	9,190.3	23,414.1	38,791.5
Tranque, laguna y playa					30.2
TOTAL GENERAL					38,821.7

CUADRO N* 7
SUPERFICIE SEGUN APTITUD AGRICOLA
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Superficie (ha)
Agua Fria			61.4	604.6			321.0				987.0
Canela			64.0	251.4			113.2				428.6
Choapa	354.4	359.2			215.0			65.2			993.8
Huentelauquen						5,881.0	1,119.2				7,000.2
Millahue			23.8	529.9			410.3				964.0
Mincha			1,026.8	519.4			396.2				1,942.4
Llano Largo	84.0				119.4	63.2					266.6
Tunga			579.6	1,021.6			689.8				2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos											
Colihue							88.0				88.0
Espiritu Santo			9.2	242.4			51.0				302.6
Terraza Aluvial	28.2				213.4						241.6
Miscelaneos									16,368.9	6,916.8	23,285.7
Total	467.6	361.2	1,767.8	3,173.3	552.8	5,950.2	3,195.7	73.2	16,377.9	6,926.8	38,846.5
Tranque,laguna y playa											30.2
TOTAL GENERAL											38,876.7

CUADRO N* 8
SUPERFICIE SEGUN CLASE DE DRENAJE
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelo	1	2	3	4	5	6	Superficie (ha)
Agua Fria				987.0			987.0
Canela				428.6			428.6
Choapa		65.2	574.2	190.0	164.4		993.8
Huentelauquen			5,881.0	1,119.2			7,000.2
Millahue				964.0			964.0
Mincha			1,453.6	488.8			1,942.4
Llano Largo					266.6		266.6
Tunga			579.6	1,711.4			2,291.0
Unidades No diferenciadas							
Colihue					88.0		88.0
Espiritu Santo					302.6		302.6
Terraza Aluvial					241.6		241.6
Miscelaneos							
Aluviales	122.0						122.0
Cerros						18,593.9	18,593.9
Quebradas						1,628.6	1,628.6
Caja de Rios						2,062.8	2,062.8
Dunas						698.0	698.0
Rocoso costero						180.4	180.4
Total	122.0	65.2	8,488.4	5,889.0	1,063.2	23,163.7	38,791.5
Tranque,laguna y playa							30.2
TOTAL GENERAL							38,821.7

CUADRO N* 9
SUPERFICIE SEGUN GRUPO DE MANEJO
Detalle por Serie de Suelo

Serie de Suelos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total(ha)
Agua Fria					61.4	604.6		321.0			987.0
Canela					64.0	251.4		113.2			428.6
Choapa	354.4	359.2	215.0	65.2							993.8
Huentelauquen							5,881.0	1,119.2			7,000.2
Millahue					23.8	529.9		410.3			964.0
Mincha					1,026.8	519.4		396.2			1,942.4
Llano Largo	84.0		182.6								266.6
Tunga					579.6	1,021.6		689.8			2,291.0
Unidades No diferenciadas y Miscelaneos											
Colihue								88.0			88.0
Espiritu Santo					9.2	242.4	51.0				302.6
Terraza Aluvial	28.2		213.4								241.6
Miscelaneos									16368.9	6,916.8	23,285.7
Total	466.6	359.2	611.0	65.2	1,764.8	3,169.3	5,932.0	3,137.7	16,368.9	6,916.8	38,791.5
Tranque, Laguna y Playa											30.2
TOTAL GENERAL											38,821.7

A N E X O N º 1

ESTUDIO DE UNIDADES FISIOGRAFICAS

Por considerarlo de interés y como un aporte al Estudio Integreal de Riego- Proyecto Choapa se incluye este Anexo en que se hace una breve descripción de las distintas Unidades Fisiográficas del área del estudio.

Descripción Fisiográfica por Unidades Homogéneas.-

Es difícil, por la falta de datos básicos, entregar una descripción pormenorizada de cada uno de los temas en cada una de las entidades fisiográficas, de manera que la relación que sigue se basa en observaciones de terreno efectuadas por el Consultor y en los documentos analizados.

1.- El Paisaje Litoral.-

Este corresponde a la plataforma litoral, a los cono-glacia y a los primeros relieves montañosos que enfrentan al mar, aún cuando en aspectos tales como clima y vegetación, las características costeras penetran al interior por las quebradas más amplias, y por el abra del río Choapa.

a.- Geología.-

En el litoral del área pueden reconocerse dos unidades geológicas importantes: la Serie Huentelauquén, una de las for-

maciones más antiguas de la costa chilena, presente inmediatamente al norte de la desembocadura del Choapa constituida por esquistos calcáreos, y el granito del batolito costero.

b.- Geomorfología.-

La costa, si bien acusa irregularidades en el detalle, en términos generales es rectilínea y junto a ella se observa una franja angosta de no más de 100 mts. de ancho promedio trabajada por el oleaje, encima de la cual se levanta un acantilado contínuo de 20 a 30 mts. de altitud.

Desde este acantilado hacia el Oriente, las formas de la ierra correspoden básicamente a la plataforma de erosión marina o "raza" que se desarrolla como un plano de 4 kms. en promedio inclinado hacia el Oeste, hacia el Océano, de pendiente general del orden de 5%, que comienza a 200-250 al Este y termina a 20-30 mts. al Oeste en el acantilado referido. Un escarpe de falla orientado hacia el Este observable al poniente de la Carretera Panamericana, interrumpe el aspecto platiforme de la terraza, así como las numerosas quebradas que la atraviesan de Este a Oeste, inscritas o incisas en ella. La plataforma es pedregosa con guijarros anguloso que, al Sur del Choapa, se ha construído sobre esquistos que terminan en la falla mencionada. De allí, hasta los pies de los relieves montañosos costeros, sobre roca granítica, se presenta un glacia de erosión de pendiente superior a la de la terraza, que alcanza hasta las primeras estribaciones montañosas costeras.

Desde el punto de vista del uso de este sector costero, la plataforma de erosión, que ha experimentado procesos de pedogénesis con paleoclimas o climas antiguos más lluviosos, presenta potencialidades para emplearse en la crianza de ganado, de acuerdo con los usos y manejos tradicionales. Es probable que en el futuro, con otras tecnologías y diferentes mercados, puedan aplicarse allí otros usos y aún explotarse otros recursos.

c.- Clima.-

Fuenzalida (1965) reconoce en el sector un clima Costero de Estepa con Nubosidad Abundante o BSn en la Clasificación de Koeppen.

En términos generales, el área de estudio está bajo el dominio del anticiclón del Pacífico, célula de altas presiones ubicada en altura frente a la costa chilena que, según la estación del año, se localiza ya sea hacia los 30ºs en invierno y hacia los 40ºs en verano. Desde esta célula descienden masas de aire, descenso que implica aumentos de su temperatura y, por lo tanto, una mayor capacidad de contención de vapor de agua, por lo que los cielos debieran estar sin nubes la mayor parte del tiempo. Sin embargo, la presencia de la Corriente de Humboldt cercana a la costa con su baja temperatura, estimula la condensación del vapor de agua contenido en las capas inferiores de las masas de aire, fenómeno que da cuenta de la frecuente nubosidad litoral, así como de la bruma o camanchaca.

Estas condiciones litorales penetran al interior por el valle del río Choapa y de quebradas mayores, hasta una altitud de más o menos 300mts., creando un piso climático marino de amplitud variable, según el relieve.

Respecto de precipitaciones, no existe información para el área. Schneider (1969), por extrapolaciones de datos extraidos de estaciones externas al área y de la observación de la vegetación y del relieve, sitúa el sector costero en la isoyeta de 200mm. Se trata de lluvias concentradas en invierno cuando, entre Mayo y Agosto, cae cerca del 85% del total anual mientras que, entre Noviembre y Marzo, no cae más del 3%. La estación seca, entonces, abarca en la práctica 8 meses, de Septiembre a Abril. Pero el litoral profita durante todo el año de las neblinas costeras aludidas, que atenúan la sequedad. En efecto, puede estimarse que la humedad relativa media de todos los meses, se sitúa en torno del 80% mientras que las brumas de las últimas horas de la tarde y hasta el mediodía, son frecuentes todo el año. En cuanto días despejados de nubes, estos no deben superar los 80 en el año.

Datos de temperaturas no existen pero, por interpolaciones de datos de Zapallar y La Serena, la media de Julio debe situarse alrededor de los 11,5º, al paso que la media de Enero en torno a los 20º.

En cuanto vientos, tanto la disposición de las dunas

activas transversales, orientadas de Noroeste a Sureste, así como la inclinación de árboles y arbustos hacia el Noreste, indicarían predominancia de vientos del Suroeste y del Oeste, con con una velocidad estimada de 8 a 12 kms. por hora. La dirección y velocidad del viento, dada la inclinación de la vegetación, parecen ser muy persistentes. Sin embargo, es posible que en algunos días excepcionales de algunos años, éstos alcancen una fuerza mayor. En Valparaíso, 200kms. más al sur, suelen registrarse temporales con vientos cercanos a los 80-90 kms./hora (113 kms./hora en 1880), de donde es posible inferir que también en el área, puedan verificarse vientos de alta velocidad.

d.- Hidrología.-

Desde el punto de vista hidrológico, el predominio de las quebradas en el litoral es generalizado, con la sola excepción del río Choapa que aquí desemboca. Todas ellas corren transversales desde los relieves montañosos hacia el mar, con ciertas sinuosidades debidas al relieve.

Al Norte del río y de Norte a Sur se tiene a las quebradas de San Luis-Los Molles que desembocan en Puerto Oscuro; la de Angostura que lo hace en Palo Parado; la de Mal Paso; Agua Salada en Caleta Manso; El Quillay; Las Cardas en El Peñón; Maintencillo; y Quilicura en Punta Canela. Al Sur del río por su parte, todas de corto recorrido, están las de El Queñe que desemboca en Caleta Huentelauquén; la de Arrayán y la quebrada Honda. En estas

quebradas sólo se verifica escurrimiento con ocasión de lluvias.

Para el río Choapa no hay datos de caudal en la desembocadura que tiene lugar en este paisaje litoral. Sin embargo cabe suponer que los mayores gastos los registra en primavera con crecidas menores en invierno y aguas bajas en otoño, obedeciendo al régimen que registra aguas arriba el que será descrito más adelante en el capítulo de Hidrología General.

e.- Vegetación.-

La vegetación, según Quintanilla (1983), puede diferenciarse entre la propia del litoral arenoso muy poco estudiado, con especies tales como la chamiza (Ambrosia chamissonia), la doca (Carpobrotus chilensis) y suspiro del campo (Nolana paradoxa) y la Estepa Costera de Arbustos y Hierbas Mosófitas. En ella están representadas especies del género Molana como la hierba de la lombriz y el suspiro del campo, la chamicilla (Bahia ambrosioides), el vautro (Baccharis concava), el cacho de cabra o palo negro (Haplopappus foliosus), el pircún (Anisomeria litoralis), la tupa (Lobelia polyphylla) y la puya o cardón, cuya fibra se pretendió industrializar hacia los años 70. Se trata e una planta que ocupa espacios dejados por otras especies.

f.- Fauna.-

Por tratarse de un ambiente litoral, en esta entidad fisiográfica las especies básicas son las propias de los medios

ribereños marinos: pulgas marinas e insectos del tipo del pololito de arena (Phalerisidia maculata) y la chinita (Eriopia connexa), que sirven de sustento a especies de aves como el zarapito (Numenius pheeopus hudsonicus). Otras aves se alimentan de especies marinas como el pilpelén (Haematopus ostralegus pitanay) cuyo alimento lo constituyen moluscos bivalvos, el pollito de mar (Calidria alba), el piquero y el cormorán,mientras en los roqueríos pueden encontrarse lobos marinos. En la plataforma misma o fuera del sector inmediato a la costa, existen liebres y conejos que corresponden a especies introducidas.

2.- Los Terrenos Aluviales del Choapa y sus Tributarios.-

a) Geomorfología.-

El río Choapa y sus tributarios corren encajonados en los relieves de la media montaña de carácter granítico, con la diferencia que mientras el río lo hace inscrito en terrazasa laboradas por él mismo,los tributarios en cambio lo hacen ya sea directamente por su canal de escurrimiento o lecho de escurrimiento, o bien sobre los depósitos pedregosos del lecho mayor.

Los ríos Elqui y Limarí, ubicados inmediatamente al Norte del Choapa, han construido cuatro niveles de terrazas fluviales, cada una de las cuales pueden ser detríticas o de abrasión. De esta forma, en un perfíl transversal de abajo hacia arriba, desde

el lecho de escurrimiento hacia el nivel más alto se tiene: el lecho de escurrimiento, el lecho de inundación o lecho mayor, la terraza baja (ti) la terraza media baja (til), la media media alta (tili) y diferencia de los ríos citados, sólo se presentan dos terrazas: la superior o más alta (tiv) y la baja (ti).

La terraza superior (tiv), ocupa enteramente el interfluvio que separa el Río Choapa del Estero Millahue, desde la Ruta Panamericana hasta Mincha, entre Mincha y la confluencia con el Río Illapel, los más grandes testimonios se han conservado sobre la ribera derecha, más hacia aguas arriba aún se reconocen vestigios facilmente hasta Limahuida en el valle del Río Choapa y hasta Illapel en el valle del Río Illapel, es decir, a vuelo de pájaro, hasta 40kms. del Océano." (Paskoff 1970). Esta terraza presenta en los últimos 15 kilómetros antes de su término cerca del mar, una pendiente de entre 7 y 8 por mil, valor similar a la terraza superior del Elqui en su curso inferior. Se trata de una forma debida a una enorme acumulación de guijarros que, un poco aguas arriba de Mincha, cambia a una superficie cubierta de pastillas aluviales.

La masa pedregosa de acumulación torrencial desordenada y mal clasificada de guijarros y bolones, data del Plioceno según mediciones de muestras de clastos (piedras) efectuadas en terreno, que entregaron débiles índices de aplanamiento, desgaste avanzado y grado de conservación de 57% de guijarros sanos, contra 26% de

alterados y 17% podridos, estas dos últimas categorías referidas casi exclusivamente a clastos redondeados graníticos.

La altura de esta terraza es en la desembocadura de unos cien metros mientras que, entre Mincha y Tunga, se eleva a 200 mts. Por su parte, la superficie entre la desembocadura y Mincha o en el interfluvio Choapa-Millahue, es de aproximadamente 10km2., en su parte más amplia entre Mincha y Tunga y de 4 km2. en Mincha Sur. Los jalones que se observan más arriba de Tunga hasta Coyuntagua, pueden sumar en conjunto otros 5 km2. En total, la superficie plana de la terraza superior, debe alcanzar a unos 37 km2. o 3.700 hás., superficie interesante si se toma en cuenta que esta terraza tiene vocación para la plantación de Atriplex, hecho del que se tiene como ejemplo la plantación realizada en la parte de ella que se encuentra inmediatamente a Este de Mincha.

La terraza inferior (ti) se manifiesta en su mayor amplitud en la desembocadura, a partir de Huentelauquén, donde ocupa alrededor de 6 km2. o 600 hás. y en lugares tales como Mincha y Tunga Norte y Sur, como jirones paralelos adosados al lecho mayor, del que no la separan más de dos metros y, en consecuencia, muy expuesta a la erosión lateral, frecuente en los climas mediterráneos semiáridos con lluvias irregulares como los del Norte Chico. El material de esta terraza no muestra índices de alteración. Los bolones son frescos, así como los guijarros y gravas, con depósitos de arenas dispuestos en lechos, condiciones que

indican una datación cuaternaria de la terraza, lo más probable contemporánea con la última glaciación.

En cuanto al lecho mayor pedregoso éste ocupa, en general, una superficie más amplia que la terraza baja descrita. Por él el río escurre en forma irregular como hilos de aguas que serpentean desordenadamente entre las piedras, por distintos cauces según la importancia de las precipitaciones. Allí la irregularidad de las lluvias hace que la potencia erosiva en los momentos de crecidas tienda siempre a expandir el lecho mayor, en desmedro de "ti", la baja terraza ya descrita y cultivada, por efecto de la "erosión lateral". El río tiene una mayor propensión a ensanchar el lecho mayor que a profundizar su cauce, problema grave si se tiene en cuenta que la baja terraza, expuesta a este fenómeno, es en la práctica la de mayor potencialidad agrícola en el área. Los efectos de la erosión lateral producida por causa de lluvias de montos mayores que se indicaránmás adelante, han sido y pueden ser desastrosos por la potencia que adquiere el agua transformada en barro por la incorporación de materiales finos, que puede desprender bloques completos de terraza, destrozarlos e incorporarlos a la masa líquido viscosa.

Este mismo fenómeno, ocurrido durante las crisis climáticas del pasado, explica la ausencia de terrazas medias y las partes que faltan de la terraza superior e inferior pero aún, con el clima actual, comprometen toda obra humana en la terraza

inferior, tales como viviendas, cultivos, caminos y sobre todo puentes.

Los fondos de los tributarios por último, corresponden a los lechos de inundación tapizados de piedras en general, entre las que pueden serpentear desdordenadamente los hilos de agua de los cauces, pero donde es más frecuente que no se observe escurrimiento por cuanto este es esporádico y está asociado a las lluvias. Estas observaciones son particularmente apropiadas para describir el Estero La Canela entre el camino a Puerto Oscuro y su desembocadura en el Choapa, en las Quebradas de Matancilla y Agua Fría y en los Esteros de Llano Largo y Colihue.

b) Clima.-

El clima de los fondos planos del Río Choapa y los tributarios, en la práctica es una transición entre el clima marítimo costero ya descrito con alta humedad, neblinoso y nuboso que ingresa por el eje del Choapa y por el de las quebradas más abiertas como la de Jabonería y Angostura, y el del interior de Estepa con gran Sequedad Atmosférica o 8St. en la Clasificación de Köeppen ya mencionada, provocado por las masas de aire que bajan desde el anticiclón del Pacífico que aumentan su temperatura y su capacidad para retener vapor de agua, fenómeno que explica la limpidez de los cielos en los fondos planos, con alrededor de 200 días anuales libres de nubes. Las lluvias son irregulares en el tiempo. Respecto de ellas se tiene información para Illapel,

localidad situada inmediatamente fuera del área hacia el occidente, que presenta una precipitación media anual de 219,8mm. Sin embargo, en 1924, registró apenas 16,5mm. caídos en Julio y Agosto, con todos los demás meses absolutamente secos mientras que, en 1914, cayeron 407mm. datos que se anotan con el propósito de destacar la irregularidad interanual de las precipitaciones, problemas que merecen reflexión en un medio en que la roturación de suelos de secano en los faldeos serranos con pendientes fuertes o "lluvias", es frecuente.

c) Hidrología.-

Si bien no existen antecedentes de caudales respecto de las quebradas mayores y esteros del área y puesto que el Río Choapa será tratado en forma específica, sólo es posible tener presente lo apuntado en el tema anterior relativo a la erosión lateral, por su importancia en la protección de recursos y en la mantención de obras de arte, en especial de los puentes.

En cuanto vegetación nativa, esta es sólo relictual mientras que, en relación con la fauna, la falta de antecedentes exclusivos para estos fondos planos no permite describirla en forma específica. Es posible estimar que tanto la flora como la fauna, en buena medida son semejantes o tienen relación con las de las áreas serranas, que serán analizadas a continuación.

3.- Las Formas Serranas de la Media Montaña.-

a) Geomorfología.-

Las formas de la tierra en las áreas serranas, se han configurado de acuerdo con los mecanismos morfogenéticos indicados anteriormente, los cuales han actuado diferentemente según la naturaleza de las rocas expuestas: intrusiones graníticas en general, con formaciones detríticas de orientación Norte-Sur. Esta alternancia de rocas alteradas por acontecimientos climáticos del pasado, entregan una diversidad de formas en lugares próximos entre si.

En todo caso, para el conjunto, se tiene que la acción de los diferentes procesos erosivos que se han sucedido en el tiempo, así como las deformaciones de los materiales por efecto de la tectónica antigua, han entregado pendientes distintas y formas diferentes como resultado final. Formas de cúspides redondeadas con bajadas de pendientes no fuertes, pueden estar próximas a otras de cúspide agudas y fuertes pendientes de bajada, todo lo cual puede inducir a tratarlas como entidades distintas que podrían otorgar matices de suelos diferentes. Sin embargo, la larga exposición de estas rocas diversas a climas antiguos semejantes, es probable que entreguen en superficie una homogeneidad edáfica.

Por último, cabe hacer mención al hecho de que las vicisitudes tectónicas referidas, disponen estos relieves serranos con exposiciones distintas al sol, aspecto que incide en la cantidad de

radiación solar y, por consecuencia, en la capacidad de retención de humedad según la exposición, con todos los efectos que este hecho implica en cuanto vegetación y fauna asociada, pero también en los matices de los suelos.

b) Clima.-

El clima de este sector serrano de la Media Montaña, corresponde al de Estepa con gran Sequedad Atmosférica o BSt en la Clasificación de Köeppen, provocado por las masas de aire que bajan desde el anticiclón del Pacífico que aumentan su temperatura y su capacidad para retener vapor de agua, fenómeno que explica la limpidez de los cielos, con alrededor de 200 días anuales libres de nubes. El ambiente es luminoso y la atmósfera seca, con una humedad relativa no superior al 60%, mientras que las precipitaciones son escasas y extremadamente variables, con años muy secos y otros bastante lluviosos, según ya se ha mencionado.

A causa de la variable exposición de los relieves, es posible distinguir en la media montaña las vertientes expuestas al Norte o al sol o de resolana, secas y las expuestas al Sur, a la sombra o a la umbría, con probabilidades de retener humedad.

c) Vegetación.-

En general corresponde a una Estepa de Arbustos Espinosos, fuertemente intervenida y degradada por la acción humana, por lo que se presenta rala con presencia de cactáceas entre las que es

posible citar Trichocereus litoralis, Trichocereus deserticola, el quisco (Trichocereus coquimbensis y Trichocereus chilensis) y el copao (Eulychnia acida); especies espinosas como la varilla (Adesmia argentea), el espinillo (Adesmia arborea), la jarilla (Adesmia cinerea), el trevo (Trevoa trinervis) y el colliguay (Colliguaya odorifera); el chagual, puya, cardón o maguey (Puya chilensis o Puya berteroniana) de múltiples usos como alimento y fibra; arbustos del género Atriplex; sereno (Atriplex atacamensis), ojalar (A.repanda) y el pasto salado (A.semibaccata), todos ellos importantes en la alimentación de ganado. Para este propósito también se trata de introducir, con cierto éxito, el Atriplex nummularia, especie australiana.

Los árboles, escasos, están representados por el guayacán (Porliera chilensis), el chañar, el algarrobo, el molle (Schinus latifolius), el pimiento (Schinus molle), el litre (Litrahea caustica), el quillay (Quillaja saponaria), el bollén (Kageneckia oblonga), el peumo (Cryptocarya alba) y el boldo (Peumus boldus) entre otros, que ocupan lugares más secos como las vertientes de resolana. Entre los arbustos es posible citar la alcaparra (Cassia coquimbensis), el quebracho (Cassia closiana), la chamiza (Bahia ambrosioides), el mitriu o mitique (Podanthus mitique), el huingán (Schinus polygamus), el mayú (Sophora macrocarpa),el lun (Escallonia revoluta) y el espino (Acacia caven).

d) Fauna.-

La estructura faunística es amplia, aún cuando escasa y poco estudiada. En los documentos consultados (Quintanilla 1983 y Osgood 1943) se mencionan tres felinos, el puma (Felis concolor), el gato de la pampa chilena (Felis pajeros colo colo) y el colo colo (Felis colo colo) propio de los matorrales.

Otras especies son el quique (Galictus cuya) predador de conejos y roedores, el chingue común (Conepatus chinga) y la vizcacha o chinchillón (Lagidium viscacia fematinea). Mamíferos como la chinchilla (Chinchilla chinchilla velligera), el ratón chinchilla (Abrocoma cinerea) y el cururo (Spalacopus cyanus) que habita desde la costa hasta la cordillera andina, al que la población le asigna un rol de depredador de plantas bulbosas.

Los reptiles no son frecuentes. Puede mencionarse Liolaemus nigromaculatus copiapoensis, Gerthia gaudichaudi, Liolaemus chilensis, L.nitidus, la culebra de cola larga en faldeos de cerros (Philodryas sp.), el lagarto y la iguana (Urostrophus valerias chamissonis).

Entre las aves están la tenca comun (Minus thenca), la tenca de alas blancas (Minus triurus), el chercán, la diuca del norte, el jilguero común o canario (Spinus barbatus), la loica (Pezites militaris militaris) y el chirigue (Sicalis luteola luteirentris), el mirlo (Molothrus bonaerensis), el aguilucho

(Butreo polysoma) de gran distribución hasta la cordillera alta, al igual que el águila (Geranoaetus melanolencus), ave cazadora cuyo alimento son culebras, conejos y roedores vivos.

A N E X O 2

LEYENDA GEOMORFOLOGICA ESTUDIO CHOAPA

TOPOGRAFIA

1.- Plano

2.- Plano a ondulado (2-10%)

3.- Ondulado (10-15%)

4.- Ondulado a acolinado (15-20%)

5.- Colinas (20%)

6.- Montaña (20%)

POSICION RELATIVA

1.- Bajo (10 mts.)

2.- Intermedio (10 mts. 25 mts.)

3.- Intermedio/alto (25 mts. a 50 mts.)

4.- Alto (50 mts.)

UNIDAD MORFOLOGICA

TM Terraza marina

DU Dunas eólicas

P Playa

TM
-- Terraza marina de abrasión en roca
R

DL Depósito lagunal

AL Depósito aluvial

T Terraza aluvial (niveles 1-2-3) reciente

TP Terraza pliocénica

C Cono de deyección

U Piedmont

R Afloramientos rocosos

VA Valle aluvial

MATERIALES CONSTITUYENTES

a Grava

b Arena

c Limo

j Arcilla

w Clastos coluviales

g Roca granítica/intrusivos

v Roca volcánica

s Roca sedimentaria

LITOLOGIA

1 heterogénea

2 volcánica

3 granítico/intrusivo

4 sedimentario

A N E X O 3

OTOGRAMAS ESCALA 1:10.000 INFRARROJO COLOR DEL AREA DE ESTUDIO CHOAPA

L-18	006471 a 006497
L-17	006439 a 006470
L-16	006409 a 006438
L-15	006392 a 006407
L-14	006376 a 006391
L-13	006362 a 006375
L-12	006349 a 006361
L-11	6973 a 006361
L-10	6987 a 7007
L- 9	6953 a 6972
L- 8	006749 a 006766
L- 7	006731 a 006738
L- 6	006716 a 006730
L- 5	006739 a 006748
L- 4	006687 a 006715
L- 3	006659 a 006686
L- 2	006641 a 006658
L- 1	006624 a 006640

A N E X O N*4

METODOS ANALITICOS

Se han utilizado en general, los procedimientos analíticos contenidos en el "Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for collecting Soil Samples" del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1972).

- El pH y la conductividad eléctrica (CE) se midieron en el extracto de la pasta de saturación, con un peachímetro digital Orion provisto de un electrodo de vidrio combinado y un conductivímetro digital WTW respectivamente.

- La materia orgánica (M.O.) se determinó a partir del carbono orgánico (C.O.) por el método de Walkley y Black, mediante digestión con dicromato de potasio y ácido sulfúrico y titulación con sulfato ferroso.

- Para la determinación del CaCO3 equivalente se utilizó el método de Piper o de neutralización ácida y titulación del residuo ácido no neutralizado.

- La capacidad de intercambio catiónico se determinó por saturación con acetato de Na a pH 8.2, con desplazamiento del Na

con acetato de amonio y determinación del Na por absorción atómica en un equipo digital GBC modelo 902.

- Las bases extractables se determinaron por medio del acetato de amonio pH 7.0 y los cationes Ca, Mg, Na y K se midieron por espectrofotometría de absorción atómica.

- Los cationes solubles se midieron por espectrofotometría de aspersión atómica a partir del extracto de saturación.

- Los aniones solubles fueron medidos en el extracto de la pasta de saturación:

  - CO3-- y H2CO3 - titulación con ácido diluido standar usando indicadores para los puntos de equivalencia.
  - CI- por el método de Mohr con nitrato de plata.
  - SO4-- por el método turbidiméetrico con cloruro de bario.

Hierro (Fe) extracción con ditionito - citrato y medición del Fe por espectrofotometría de absorción atómica.

Sodio de intercambio (PSI) estimado a partir de los cationes solubles Ca, Mg y Na (Richards, 1954).

B I B L I O G R A F I A

ALMEYDA Y SAEZ

Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos, Ministerio de Agricultura, Departamento Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola, Santiago, 1958.

BORDEGE, JEAN

Les Andes de Santiago et Leur Avant Paya, étude de Géomorphologie, Unión Francaise D'Impression, Burdeos, 1966.

BOURNAT, GEORGES

Geological and Mineral Exploration in Coquimbo Province, Chile, During the United Nations Special Fund Mineral Survey. V.3 En: Nu Special Fund. Mineral Resource Survey Of the Province Of. Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale De Geophisique, 1965, 6V. Maps., Tabls., Grafs.

BRUGGEN, JUAN

Fundamentos de la Geología de Chile. Inst. Geográfico Militar. Stgo. 1950.

CAMPOS, ORLANDO

Documento inédito. Departamento de Geografía de la

Universidad de Chile. 1955. Citado por Jean Borde en Les Andes de Santiago et leur Avant-Paya.

CIREN

Atlas Agroclimático de Chile: Regiones IV a IX, CIREN, Santiago, 1990. (Publicación CIREN N*87).

CORFO

Mapa Generalizado de Suelos y Descripciones detalladas de Series, Tipos y Fases en el Valle del Río Choapa, 1966. Santiago, Corfo, 1966, 40P. Maps.,

CORFO; DIRECCION GENERAL DE AGUAS; NU

Hidrogeología de la Cuenca del Río Choapa.

Investigación de los Recursos Hidraulicos en la IV Región. Santiago, Corfo, 1979 28P (Proyecto CHI-535),

DIAZ VIAL C, WRIGHT CHARLES

Los Grandes Grupos de Suelos de Chile

DIREC.GRAL.DE AGUAS

Precipitaciones Máximas en 1, 2 y 3 Días, Santiago, 1991. 18 láminas, mapas a escala 1:500.000

FUENZALIDA P.H.

Clima, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido,

Capítulo IV, Editorial Universitaria, Stgo. 1965.

FUENZALIDA V.H.

Hidrografía, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido, Capítulo V, Ed. Universitaria, Santiago 1965.

FUENZALIDA V.H.

Biogeografía, en Geografía Económica de Chile, Texto Refundido, Capítulo VII, Ed. Universitaria, Santiago, 1965.

HOFFMANN, ADRIANA

Flora Silvestre de Chile, Zona Central, Segunda Edición revisada y aumentada. Ediciones Fundación Claudio Gay, Santiago, 1978, 252p.

IIG; MOSCOSO D., RAMON

Geología de la Hoja Los Andes Región de Valparaíso Escala 1:250.000 Santiago, IIG, 1980. 60P. Maps.

IREN;CIFCA

Curso Seminario Sobre Metodologías para el desarrollo de Zonas en Desertificación. La Serena, 8 al 27 de Mayo, 1978 Los Recursos Naturales. V.1. Santiago, IREN, 1978, 12V. Maps., Ilus., Tabls.

IREN; Sánchez Ulloa, Raúl

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. Diagnóstico Integrado. Informe Final. V.1. Santiago, IREN, 1978. 11V., Maps., Cuadrs., Grafs.

IREN; ALCAYAGA CASALI, SERGIO; NARBONA GOMEZ, MANUEL

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. 8 Agrología.. Santiago, IREN, 1977. 11V., Cuadrs., Maps. (Publicación 20),

IREN; FERRANDO ACUÑA; FRANCISCO; MUÑOZ LUZA, MANUEL

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región. 6 Geomorfología. Santiago, IREN, 1977. 11V., Maps. (Publicación 20),

IREN; AVENDAÑO VAQUER, SERGIO; ESPINOSA FUENTES, FERNANDO.

Estudio de las Comunidades Agrícolas IV Región, 9 Uso y Manejo Actual. Santiago, IREN, 1977. 11V., Cuadrs., Maps. (Publicación 20).

IREN; ORTIZ RIVEROS, ARNOLDO

Reconocimiento Geomorfologico de la zona Litoral entre los paralelos 31 grados 29 minutos y 31 grados 56 minutos en la Provincia de Coquimbo. Santiago, IREN, 1966. 7P (Documento inédito),

IREN; MUÑOZ GUILLERMO, FAJARDO MARIO, HERRERA FERNANDO, MORALES GUILLERMO, HERRERA BENJAMIN

Estudio de Adaptabilidad de terrenos para regadío Valle del Choapa, zona de la Costa. Informe N*8.

LLIBOUTRY, LUIS

Nieves y Glaciares de Chile, Fundamentos de Glaciología, Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 1956.

NU. SPECIAL FUND

Mineral Resources Survey Of The Province Of Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale de Geophysique, 1965. 6V., Maps., Tabls., Grafs.,

PASKOFF, ROLAND

Recherches Géomorphologiques dans le Chili Semi-Aride, Ed.Biscaye Freres, Burdeos, 1970, 385p.

PESCE P.DANTE

Descripción generalizada de suelos del Valle del Choapa.

PIRACES L., RAYMUNDO; IIG

Informe sobre la geología de las hojas Ovalle e Illapel. Santiago, IIG, 1977. 65P. Maps.,

QUINTANILLA, VICTOR

Biogeografía, en Geografía de Chile, IGM, Santiago, 1983, 225p. (pág. 49-59 y 60-62 para el Area de Estudio).

SCHNEIDER, HANS

El Clima del Norte Chico, Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Santiago, 1969, 132 p.

VILLEMUR, J.R.

Geológical And Mineral Exploration in the Illapel Area Coquimbo Province Northern Chile. V.2. En; Nu Special Fund Mineral Resources Survey Of The Province Of Coquimbo (Chile). Paris, Compagnie Generale De Geophysique, 1965, 6V. Maps., Tabls., Grafs.,