

ESTUDIO AGROLOGICO Y DE RIEGO DEL VALLE DEL RIO HUASCO

Realizado por los Ingenieros Agrónomos

CARLOS DIAZ VIAL, CARLOS AVILES SOMMERS,
ALFONSO NOGUEIRA CORREA y ALBERTO VALDES FABRES

1 9 5 7

CAPITULO I

GENERALIDADES

1. *Ubicación.*

El valle del río Huasco se encuentra ubicado a los 28°30' de latitud sur; está incluido en la provincia de Atacama y en su curso atraviesa los departamentos de Huasco y Freirina. Pertenece a la zona de los valles transversales.

2. *Superficie.*

De acuerdo con los datos contenidos en la Geografía Económica de Chile *, la hoya hidrográfica del río Huasco tiene una superficie total de 11.480 Kms². El reconocimiento de suelos efectuado —que incluye solamente el curso medio e inferior del río— cubre una superficie de 25.028,5 hás.; situadas entre el emplazamiento del Embalse Santa Juana y el Océano Pacífico en una longitud aproximada de 75 Kms. de Este a Oeste.

3. *Clima.*

El curso inferior del río Huasco, corresponde climáticamente al llamado desierto marginal bajo, que se caracteriza por una atenuación del clima desértico y por un aumento moderado de las precipitaciones invernales.

En la zona de Vallenar las temperaturas medias anuales son de 15,3°C; la oscilación media anual de la temperatura es de 8,2°C. Los me-

* Keller, Carlos. — Geografía Económica de Chile. Tomo I. Santiago, 1950.

ses más calurosos son Enero y Febrero con temperaturas superiores a 19°C ; el mes más frío es Junio con una temperatura media de $11,2^{\circ}\text{C}$. La oscilación diaria de la temperatura es fuerte (aunque inferior a la que se observa en el desierto de Atacama), en promedio es de $15,2^{\circ}\text{C}$.

La nubosidad en la zona de la costa es elevada y su efecto se hace sentir hacia el interior. Vallenar tiene 104 días nublados en el año. Las neblinas son muy frecuentes, especialmente en la noche y se hacen sentir hasta los 700 mts. de altitud. La humedad relativa promedio es de 70%, es mayor durante los meses de invierno y se reduce a menos de 50% en los meses de verano.

La precipitación media anual es de 69,7 mm. en Vallenar, las lluvias se presentan en forma de 4 o 5 chaparrones durante los meses de Junio, Julio y Agosto, el resto de los meses son totalmente secos.

Los vientos predominantes son del suroeste, pero durante los meses de invierno suelen presentarse vientos del este.

Los datos climáticos se acompañan en el cuadro Nº 1.

4. Geología.

Existen estudios geológicos bastante completos en toda la zona que comprende el reconocimiento de suelos.

En líneas generales puede decirse que el substratum del valle se encuentra constituido por sedimentos fluviales arrastrados por aguas turbias y por derrumbes producidos por deslizamientos de materiales sueltos al infiltrarse el agua en su base. Estos sedimentos están formados



Curso superior del río Huasco. El valle presenta escasa amplitud para el desarrollo de la agricultura. (Foto C. Avilés S.).

principalmente por arenas, gravas y piedras de diversos tamaños; tienen muchos metros de espesor y se encuentran actualmente dispuestos en terrazas que ocupan diversos niveles.

Los sedimentos al rellenar una gran cuenca, han permitido la infiltración de gran parte de las aguas del río Huasco, en el sector situado desde Imperial hasta Freirina, originando un verdadero lago subterráneo cuyas aguas se cargan con las sales solubles que contienen los sedimentos de tamaño medio y fino. Este fenómeno da lugar a un serio

CUADRO Nº 1
DATOS CLIMATICOS DE VALLENAR

Temperatura (11 años de observación)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio
Media	19,0	18,8	17,2	15,0	13,1	11,1	11,1	17,7	13,5	14,6	16,2	17,3	.. 14,9°C
Máxima media	27,4	27,4	25,9	23,8	22,0	19,6	19,4	20,8	22,8	23,5	25,0	26,1	23,6°C
Minima media	12,1	4,8	10,2	8,1	6,4	4,6	4,7	4,7	6,5	7,4	8,8	10,6	8,0°C
Minima absoluta	6,5	4,0	1,0	0,1	1,6	-0,6	-1,5	-1,0	2,0	1,1	5,0	5,0	-1,5°C
Oscilación diaria	15,2	15,6	15,7	15,4	15,2	14,9	14,5	16,1	16,3	16,1	16,0	15,4	15,5°C
Porcentaje de hu- medad (promedio)	68	71	73	74	72	71	71	70	68	69	65	67	70%
Días despejados:	18	16	17	15	16	14	14	17	14	14	16	16	—

(Datos proporcionados por el Sr. Elias Almeyda A)

peligro para la agricultura, ya que al aflorar por su vertedero occidental, o por el lecho del río, las aguas aparecen con una alta concentración salina, perjudicial para los cultivos de la zona del curso inferior del río.

Al Oeste de Vallenar, en los cerros de la Cordillera de la Costa predominan las rocas del tipo granodiorítico. Estas rocas emergieron durante el cretáceo medio, junto con los primeros plegamientos de la Cordillera de los Andes, rompiendo las formaciones preexistentes constituidas por porfiritas mesozoicas que todavía es posible observar como una faja de 10 Kms. de ancho entre Huasco y Vallenar. En las zonas de contacto se formaron rocas metamórficas, especialmente gneiss y migmatitas.

En Chehueque, al Noreste de Vallenar, la granodiorita entró en contacto con calizas y areniscas mesozoicas dando origen a filones aplíticos, dejando encerrados en la roca granodiorítica algunos conglomerados porfiríticos.

El tipo de granodiorita predominante es la de colores claros en que abundan las plagioclasas y la hornblenda, esta última puede ser reemplazada en mayor o menor grado por biotita. Existe además una cantidad variable de ortoclasas, lo que indica una transición al granito verdadero. El cuarzo aparece siempre en cantidades variables.

Durante el cuaternario se produjo un solevantamiento general del continente, lo que se reconoce con facilidad en las llamadas terrazas de solevantamiento de la costa. En los alrededores de Freirina, que dista 20 Kms. del mar, el número de terrazas es mayor que en la costa y ello se explica porque se encontraron protegidas de la abrasión marina por la fuerte sedimentación aluvial. De estas terrazas de solevantamiento la más alta forma, a ambos lados del río, extensos llanos de varios kilómetros de ancho; en una posición más baja se encuentran las terrazas constituidas por sedimentos aluviales más recientes.



Curso inferior del río Huasco, Sector de Huasco Bajo. En la parte central de la fotografía puede apreciarse el avance de las dunas hacia los cerros.
(Foto C. Avilés S.).

En el curso inferior del valle del río Huasco es posible encontrar terrazas marinas que tienen diverso desarrollo.

5. Hidrografía.

El río Huasco se forma por la confluencia de los ríos El Tránsito y El Carmen en un punto llamado La Junta que dista 90 Kms. de la desembocadura. Aguas abajo de la confluencia, el río no recibe ningún afluente importante, sólo quebradas de carácter intermitente. Toda la red hidrográfica se encuentra orientada en un sentido general de Sureste a Noroeste, de modo tal, que el río Huasco desemboca en el mar a la misma latitud en que se produce el nacimiento de su afluente más septentrional.

El caudal medio del río (en la Junta) se puede estimar en 10,6 m³/seg. promedio de los años 1928-1947, siendo el promedio de sus afluentes de 6,57 m³/seg. para el río El Tránsito y de 3,92 m³/seg. para el río El Carmen.

El promedio de los gastos mensuales para el río Huasco y sus afluentes se acompaña en el cuadro N° 2. El análisis de estas cifras permite establecer que el mínimo se produce en los meses de invierno y que el gasto máximo se obtiene en el mes de Diciembre, lo que coincide

CUADRO N° 2
GASTO MEDIO MENSUAL DE LOS RÍOS: EL TRANSITO, EL CARMEN Y HUASCO (1)
(expresados en m³/seg.)

Mes	Río Tránsito	Río El Carmen	Río Huasco
Enero	8,13	4,29	12,42
Febrero	7,09	3,91	11,00
Marzo	5,41	3,14	8,55
Abril	5,03	3,04	8,12
Mayo	5,65	3,49	9,14
Junio	5,19	3,45	8,64
Julio	4,81	3,28	8,09
Agosto	4,41	2,82	7,29
Septiembre	4,81	3,58	8,39
Octubre	5,93	4,20	10,13
Noviembre	9,28	5,43	14,71
Diciembre	13,04	6,41	19,45
Promedio	6,57	3,92	10,49

(1) Promedio 1928-1947.

con los grandes derretimientos de las nieves en la alta cordillera. A partir del mes de Diciembre, se produce una disminución del caudal de los ríos hasta el mes de Abril en que caen las primeras lluvias en la cordillera, luego el caudal sigue disminuyendo hasta alcanzar el mínimo en el mes de Agosto, después el gasto aumenta por el derretimiento de las nieves.

6. Vegetación.

De acuerdo con los estudios efectuados por Pisano *, el valle del Huasco se encuentra comprendido en la zona de vegetación xeromórfica. El aspecto dominante de la formación es el de matorrales xerófitos, cuya cubierta es de poco valor.

En el sector estudiado existen 2 formaciones vegetales distintas, la primera ocupa los faldeos de la Cordillera de la Costa y las planicies litorales, la que se conoce con el nombre de jaral costero; la segunda, llamada jaral desértico se extiende desde la región preandina hasta la vertiente oriental de la cordillera de la costa.

El jaral costero se presenta como un matorral relativamente abierto formado por arbustos de 1,20 mts. de altura, marcadamente xerófitos, asociados con hierbas de vegetación primaveral. Debido a que las precipitaciones son algo mayores y regulares que las observadas en el desierto costero de más al Norte, el periodo de vegetación de las especies arbustivas es más largo y existen algunos arbustos siempre verdes.

Las especies más abundantes son las cactáceas entre las que deben mencionarse: *Cereus coquimbensis*, *Echinocactus oculatus*, *E. cinereus*, *Eulychnia spinibarbis*, *E. acida*, *Neoporteria subgibosa* y algunas especies de *Opuntia* y *Erioscyce*. Las principales especies arbustivas de la región son: *Euphorbia lactiflua*, *Skytanthus acutus*, *Oxalis gigantea*, *Heliotropium stenophyllum*, *Polyachyrus litoralis*, *Balbisi peduncularis*, etc.; entre ellas crecen hierbas de los géneros: *Atriplex*, *Frankonia*, *Tetragonia*, *Nolana*, *Calandrinia*, *Nicotiana* y varios otros. A fines de invierno y principios de primavera, se desarrollan un conjunto de especies que dan al paisaje un aspecto multicolor, los principales géneros son: *Hippeastrum*, *Oenothera*, *Calandrinia*, *Oxalis*, *Adesmia*, *Zephira*, etc.

El jaral desértico presenta el aspecto de un matorral relativamente bajo (40 a 60 cms.), poco denso y donde abundan las especies espinosas. Todos sus componentes muestran fuertes caracteres xeromórficos y presentan un período vegetativo invernal y primaveral. Los componentes del piso inferior son escasos y durante años sus semillas permanecen en estado latente en espera de las lluvias que se presentan en

* Pisano, Edmundo. — Geografía Económica de Chile, tomo I. Santiago, 1950.

forma ocasional; en tales oportunidades, las plantas vegetan con gran rapidez, florecen y fructifican en el lapso de unos días, para volver a su estado latente en espera de otra lluvia que las haga germinar.

Entre los arbustos de esta formación pueden mencionarse: *Adesmia atacamensis*, *Atriplex atacamensis*, *Ephedra andina*, *Lippia trifida*, *Tessaria absinthioides*, *Proustia baccharoides*, especies de *Senecio* y *Haplopappus*. El piso se encuentra constituido por: *Caldenia atacamensis*, *Cristaria divaricata*, *Loasa fruticosa*, *Calandrinia salsoloides*, *Argyria puberula*, *Urmanetia atamensis*, *Glaux atacamensis*, etc.

Otras especies que crecen de preferencia entre Copiapó y Valledar son: *Haplopappus brevibracteus*, *Balsamocarpum brevifolium*, *Caesalpinia angulicaulis*, *Bulnesia chilensis*, *Cordia decandra*, *Cassia acutifolia*, etc.

CAPITULO II

S U E L O S

El estudio de los suelos del Valle del río Huasco se realizó tomando como base un plano, de escala 1 : 25.000 que presentó varios inconvenientes; el principal de ellos fué la falta de curvas de nivel. Esta deficiencia impidió una exacta delimitación de las numerosas terrazas existentes en ambos márgenes del río.

Se reconoció una superficie de 25.028,5 hectáreas comprendidas entre el lugar donde se emplazará el tranque de Santa Juana y el Puerto de Huasco; el trabajo de reconocimiento se efectuó con barreno haciendo observaciones cada 250 metros para delimitar los suelos, las descripciones de éstos se hizo en base a calicatas.

Los suelos encontrados fueron clasificados en cuatro divisiones, dentro de las cuales se ubicó: las familias, series y complejos.

CLASIFICACION DE LOS SUELOS DEL VALLE DEL RIO HUASCO

I. Gran Grupo de Suelos Rojos de Desierto: 10.001,1 has.

1. Suelos evolucionados sobre terrazas de origen aluvial	{	A. Familia	Huasco	— Serie Huasco
		B. "	Buena Esperanza	— a) Serie Buena Esperanza b) Serie Damascos
	{	C. "	Cavancha	— Serie Cavancha
		D. "	Perales	— Serie Perales
		E. "	Membrillo	— Serie Membrillo
		F. "	Cachiyuyo	— Serie Cachiyuyo
		G. "	La Pólvara	— Serie La Pólvara
		H. "	Victoriana	— Serie Victoriana
		I. Complejo	Imperial	
		J. "	El Morro	
		K. "	Santa Alicia	
	{	L. Tránsitos (1):		
		a Suelo Pardo Cálcico		— a) Serie Polígono
		a Suelo Gley		b) Serie Nicolasa
2. Suelos evolucionados sobre terrazas de origen marino	{	A. Familia	Bellavista	— a) Serie Bellavista
		B. "	Miramar	b) Serie Condoriaco
		C. Complejo	Huasco Bajo	— Serie Miramara

II. Gran Grupo de Suelos Salinos, Solonchak: 875,4 hás.

A. Serie	Las Tablas
B. "	Estela
C. "	Maltesa
D. Complejo	Infieles
E. "	Cachina

III. Tránsito Suelos Rojos de Desierto a Suelos Calxis: 5.313,8 hás.

A. Familia	Compañía	— a) Serie Compañía b) Serie San Isidro
B. "	Buen Retiro	— Serie Buen Retiro
C. "	Marañón	— Serie Marañón
D. "	Tatara	— Serie Tatara
E. "	San José	— Serie San José

IV. Misceláneos:

A. Caja del Río	1.850,3 hectáreas
B. Terrazas recientes	389,3 "
C. Suelos de laderas escarpadas y Quebradas	6.351,3 "
D. Sectores salinos en terrazas	129,3 "
E. Dunas del Puerto de Huasco	118,0 "

(1) Equivalente del término "intergrade".

Caracterización general de los suelos del Valle del río Huasco.

Suelos evolucionados, en su mayor parte, sobre sedimentos aluviales, aunque también existen sobre sedimentos marinos próximos al Puerto de Huasco; ocupan una topografía de terrazas planas, con pen-

dientes suaves que permiten, salvo en contadas excepciones un drenaje normal.

Presentan un perfil de poco espesor, cuyo primer horizonte es casi siempre franco arenoso de color pardo y estructura en bloques subangulares muy débiles, el horizonte B es por lo general de color rojo, de texturas que varían entre franco arcillo arenosa y arcilla poco densa; de estructura en bloques subangulares moderados a fuertes; el horizonte C posee altas concentraciones de carbonato de calcio y en algunos casos forma un hard-pan calcáreo (tertel) muy compacto y de difícil penetración al agua y raíces.

Se conoce en la zona con el nombre de tertel a un hard-pan calcáreo sobre cuyo origen parecen haber concurrido dos factores: uno geológico y muy antiguo y otro edafológico más reciente. El proceso geológico ha actuado mediante el ascenso a la superficie del calcio originado a partir de las rocas, éste por efecto de las aguas, se acumuló en los estratos superiores. El proceso edafológico ha influido por liberación del calcio de las rocas superficiales, en una acción que ha durado varios siglos.

Los constituyentes mineralógicos del tertel no están bien identificados, debido a que existe la posibilidad de que contengan una gran abundancia de sílice, por efecto de acumulación de dolomita, o bien por la presencia de cenizas volcánicas. Una investigación sobre esta materia sería la llave para resolver problemas concernientes a la fertilidad de los suelos del valle. El tertel también contiene yeso en cantidades y a profundidad variables.

En las zonas cercanas a la costa, el tertel evidencia un origen marino, revelado por la presencia de fósiles de moluscos.

Normalmente todos los perfiles del valle son pedregosos, lo que los hace difíciles de trabajar.

Comportamiento frente al agua.

Los problemas de permeabilidad de estos suelos están en relación directa con el tipo de tertel que poseen y con la pendiente de las terrazas hacia el río.

En los sectores en los cuales el tertel se hace compacto, hay dificultades tanto para el arraigamiento como para un escurrimiento normal del agua; la compacticidad del tertel sufre alteraciones con el manejo de los suelos, ya que en numerosos sectores se pudo observar que a través de años de riego el tertel toma un color amarillo, haciéndose menos compacto y más permeable.

La pendiente de las terrazas determina en la parte interior de éstas, sectores de mal drenaje y alta concentración de sales, debido que hacia éstos escurren las aguas de riego, tanto de la misma terraza, como los derrames de las terrazas superiores; este problema se ve agravado año a año por una falta de manejo adecuado de dichos suelos.

La calidad del agua de riego, factor de suma importancia en todo estudio de regadío, será analizada más adelante en el capítulo correspondiente a riego.

Aptitudes Agrícolas.

Fenómenos de erosión. En el Valle del Huasco se encuentran dos tipos de erosión: la primera de ellas producida por el mal manejo de las aguas de riego, lo que da por resultado una erosión laminar ligera a moderada en casi toda el área cultivada; este fenómeno tiene gran importancia debido a que por tratarse de suelos de muy poco espesor, el porcentaje de pérdida es muy grande. Actualmente no se realiza en el Valle ninguna práctica de conservación tendiente a evitar la erosión. La medida más recomendable sería un cambio en el sistema de riego, adoptando los sistemas de riego por borde o bien en curvas de nivel según el caso; estas medidas junto con detener el proceso de erosión traerían además una economía de agua de gran beneficio para todos los regantes.

El otro tipo de erosión que se presenta es el producido por el viento en los terrenos sin cultivo; especialmente en las terrazas altas, que se encuentran más expuestas a los fuertes vientos de la zona. La erosión eólica es muy fácil de apreciar en los sectores donde hay vegetación de cactáceas, pues se forma alrededor de las plantas pequeños montículos típicos de este tipo de erosión; es corriente observar además en la superficie del suelo una estrata de arena gruesa y gravas, que constituyen los elementos groseros del suelo que no han podido ser transportados por el viento. En el momento en que se llegue a regar estas terrazas, será de gran importancia la plantación de cortinas de árboles, para detener este proceso.

En la desembocadura del río, se encuentran dunas situadas entre el mar y las plantaciones de olivos de la Hacienda Bellavista. Estas dunas no han sido controladas y constituyen un serio problema, su avance anual hacia los terrenos cultivados es muy rápido.

Fertilidad. Los suelos del valle, han sido tradicionalmente conocidos por sus rendimientos y calidad de sus productos; al efectuar el estudio de suelos se pudo notar que estas condiciones eran debidas en su mayor parte al clima existente en la zona, ya analizado en el capítulo anterior. Los suelos existentes son en su totalidad muy ricos en calcio y la cantidad de materia orgánica es de moderada a baja.

Se han realizado en el valle algunos ensayos de abonos en pequeña escala, en el Campo Experimental del Ministerio de Agricultura y en la Hacienda Buena Esperanza. Los ensayos del Campo Experimental son poco significativos, ya que ocupa un tipo de suelo muy especial que no se repite en el valle; los ensayos realizados en la Hacienda Buena Esperanza son de mayor importancia por estar ubicados en suelos muy significativos (Familias Huasco y Buena Esperanza). Los ensayos

indican una respuesta muy favorable a los abonos nitrogenados y fosfatados, siendo mejores los resultados obtenidos con la fórmula N P, en linaza y cebada.

Los suelos ubicados desde Freirina a la costa y los de las terrazas recientes, tienen un serio problema de salinidad, agravado por la mala calidad del agua de riego en estos sectores. Existen también zonas muy salinas en las terrazas que no poseen un drenaje natural al río (Familia Perales), lógicamente la fertilidad en estos suelos es baja y en algunos casos no puede realizarse con éxito ninguna explotación.

En los sectores salinos de la costa se han aprovechado los suelos con cultivo de chacras usando especies resistentes a la salinidad tales como el repollo, zanahorias, etc.

Para un mejor aprovechamiento de los suelos salinos, es preciso un intenso trabajo de drenaje y lavado, este último deberá realizarse especialmente en la época de abundancia de agua en el río, ya que en este tiempo la salinidad del agua baja considerablemente.

Aptitud del suelo. La aptitud de los suelos estudiados en el valle está en relación directa con su ubicación y clima; los suelos situados en el sector de Vallenar al Este, se prestan por un clima más abrigado para la plantación de huertos frutales, los cuales han dado un magnífico resultado.

El sector comprendido entre Vallenar y Freirina está dedicado principalmente a empastadas de alfalfa de muy buena clase, completándose la rotación con cebada y linaza; es interesante notar que no se cultiva trigo en el valle debido al intenso ataque de los polvillos. También existen plantaciones frutales, pero de poca extensión. Los suelos de topografía más accidentada han sido plantadas con eucaliptus, lo que constituye un importante rubro de explotación debido a la gran demanda de leña de la zona Norte.

De Freirina a la costa cambia fundamentalmente el tipo de explotación, la propiedad está más subdividida y el principal rubro lo constituyen las plantaciones de olivos; en las terrazas bajas se cultivan hortalizas entre las líneas de olivos, usando especies resistentes a la salinidad.

I. *Gran Grupo de Suelos Rojos de Desierto.*

Los suelos Rojos de Desierto ocupan en el valle del río Huasco una superficie de 10.001 hectáreas, constituyen el grupo más importante de los suelos estudiados y han sido divididos en dos clases: 1. Suelos evolucionados sobre terrazas de origen aluvial y 2. Suelos evolucionados sobre terrazas de origen marino.

A la primera de éstas pertenecen las familias: Huasco, Buena Esperanza, Cavancha, Perales, Membrillo, Cachiyuyo, La Pólvara y Vic-

toria; los complejos Imperial, El Morro y Santa Alicia y los Tránsitos: series Polígono y Nicolasa.

A los evolucionados sobre terrazas marinas pertenecen las familias: Bellavista y Miramar; y el complejo Huasco Bajo.

Caracterización General.

Suelos que pueden presentar los siguientes horizontes: A^o; Av; B₁; B₂; B_{3ca}; B_m; C_{ca} Mca; (D); Dr; típicos de regiones áridas y semi-áridas, en esta zona alcanzan su máximo desarrollo, presenta en su primer horizonte una estructura vesicular (suelos sin cultivo) bastante coherente; en el horizonte C aparece una formación calcárea, a veces muy compacta (hard-pan calcáreo, tertel), que dificulta el arraigamiento.

Los suelos son pobres en humus, extremadamente ricos en cal, existentes siempre como formación climax de la estepa desértica, con pequeño lavado; algunos de estos suelos pueden ser muy viejos y poligenéticos en el sentido de variaciones en la cantidad de lluvia y edad de las terrazas; vegetación de plantas xerofitas.

Características físicas y morfológicas.

Perfil. Es común a todas las familias un horizonte A de color pardo claro a rosado (7.5YR 6/4 a 7.5YR 7/4); pobre en humus; de estructura vesicular, Av, en los terrenos sin cultivo y de bloques subangulares débiles en los sectores regados, con tendencia a formar costras delgadas pero muy firmes; es característico encontrar el llamado pavimento del desierto; de textura liviana. El horizonte B es textural, de intenso color rojo (2.5YR 4/6) y estructura de prismas o de bloques; posee un mayor contenido en materia orgánica que el horizonte A. El horizonte C presenta gran compacticidad debido a la presencia de carbonato de calcio, el que forma un hard-pan calcáreo (C_{ca}); pueden existir en este horizonte enriquecimiento en sílice y yeso.

El substratum está formado por piedras redondeadas, arenas y gravas, es normalmente suelto, salvo en algunos sectores donde existen estratas más arcillosas.

Comportamiento frente al agua. La permeabilidad de estos suelos, está en relación al grado de compactación del tertel y a la pendiente natural de las terrazas hacia el río; cuando estos factores se presentan desfavorables, dan por resultado la formación de sectores salinos en las bases de las terrazas. Este fenómeno se ve agravado por la falta de manejo de los derrames de terrazas superiores y en algunos casos por el alto contenido en sales de las aguas de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. En los terrenos bajo riego suele presentarse erosión laminar ligera, en los bordes de las terrazas, originada por la falta de sistemas adecuados de regadío.

En los suelos sin riego existe erosión eólica, de importancia en los sectores donde la estructura vesicular no es fuerte, encontrándose en la superficie una estrata de arenas y gravas, que forman los elementos groseros del suelo que el viento no ha podido mover.

Fertilidad. Los suelos rojos de desierto en el valle del Huasco, presentan una buena productividad, son pobres en materia orgánica, pero muy ricos en calcio. La respuesta a los abonos nitrogenados y fosfatados es buena.

Sobre el calcio existía la presunción de que fuera demasiado abundante y pudiera afectar a determinados cultivos, ya que en el examen físico de los suelos aparecían numerosos nódulos de carbonato de calcio, además de la presencia del tertel, que es un horizonte muy rico en calcio, y que aparece en la casi totalidad de los suelos. Sin embargo, los valores de pH, indican una reacción débilmente alcalina, tanto en las muestras analizadas en el terreno mismo como en las determinaciones hechas en el Laboratorio.

Los nódulos de carbonato de calcio, deberían tener un pH superior a 7 y hasta un máximo de 8,2; pero se obtuvieron cifras inferiores a pH 7 en la pasta húmeda examinada con potenciómetro, lo que hace presumir que en el momento de la determinación, se produce una reacción química entre elementos, que estando presentes en el suelo, sólo manifiestan su actividad en el momento de saturarse la muestra de tierra. Este fenómeno no es raro encontrarlo en Chile, en suelos desérticos, y denota una heterogeneidad semejante a un jaspeado de manchas ácidas y alcalinas; la explicación de este hecho no es fácil, ya que los métodos corrientes de laboratorio no permiten determinarlo, y sería necesario emplear una técnica analítica especial para llegar a establecer la naturaleza de los ácidos presentes. Si bien este fenómeno no es de ocurrencia usual, podría explicarse por las condiciones de sequía en donde la falta de humedad no ha podido neutralizar los constituyentes ácidos y alcalinos del suelo, aún bajo riego por la lentitud de difusión de las reacciones químicas según la debilidad de los ácidos presentes.

Se estima que este problema logrará un equilibrio a través de los años, de las labores aratorias y del riego, dependiendo su resultado final en forma muy especial de la calidad del agua de regadío.

Aptitud del suelo. Se prestan bien para todos los cultivos de la zona, linaza, cebada, alfalfa; y también para la plantación de huertos frutales en los sectores de clima más abrigado. Las plantaciones de eucaliptus tienen buen resultado en partes donde la topografía se hace accidentada o donde no hay agua suficiente para los cultivos normales.

1. *Suelos evolucionados sobre terrazas de origen aluvial.*A. *Familia Huasco.*

SERIE HUASCO

Caracterización General.

Es el suelo de mayor importancia del valle del río Huasco; de color pardo en su superficie, se hace rojo amarillento en el horizonte B y pardo muy pálido en C_{ca}; de textura franco arenosa en A, franco arcillo arenosa o franco arcillosa en B y franco arcillosa en C_{ca}; la estructura es de bloques sub-angulares débiles en A, los que se hacen moderados a fuertes en B; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas planas de pendiente A; de alto contenido en calcio (hard-pan calcáreo) y moderado a bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-30 cms. Pardo 10YR 5/3 *; franco arenosa, estructura de bloques sub-angulares débiles, en suelos vírgenes presenta estructura vesicular; suelto; reacciona al HCl; buen arraigamiento; pedregoso en algunos sectores; espesor promedio: 20-25 cms. pH 8,0.

B₂ 30-60 cms. Rojo amarillento 5YR 5/8; franco arcillo arenosa a franco arcillosa; estructura de bloques sub-angulares moderados a fuertes; compactidad media; fuerte reacción al HCl; buen arraigamiento; algo pedregoso, espesor promedio: 30 cms. pH 7,9.

C_{ca} 60-90 cms. Pardo muy pálido 10YR 7/4; franco arcillosa; compactado con CaCO₃: violenta reacción al HCl, muy pedregoso; las raíces lo penetran con dificultad; espesor promedio: 35 cms. pH 8,2.

más de 90 cms. Substratum aluvial formado por piedras redondeadas de distintos tamaños, arenas y estratas arcillosas.

* Todos los colores de los suelos de este estudio fueron tomados en húmedo.

Comportamiento frente al agua. Suelo que presenta problemas de permeabilidad por la presencia de tertel (hard-pan calcáreo); presenta en algunos sectores erosión laminar ligera causada por el mal manejo del agua de riego; ha sido clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Debido a la falta de técnicas adecuadas de riego, se ha producido una erosión laminar ligera a moderada en los sectores de mayor pendiente de los bordes de las terrazas.

Fertilidad. Suelo de buena productividad, pero que responde bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Se presta muy bien para empastadas, linaza y cebada, la plantación de huertos frutales estaría condicionada a la profundidad del suelo y compacticidad del tertel.

B. Familia Buena Esperanza.

a) SERIE BUENA ESPERANZA

Caracterización General.

Suelo de color pardo rojizo en su superficie, y rojo amarillento en profundidad, de textura franco arcillo arenosa en el primer horizonte y arcilla poco densa en el segundo, luego se hace franco arcillosa el horizonte C; la estructura superficial es de bloques sub-angulares moderados, los que en el horizonte B₂ se hacen fuertes; evolucionados sobre sedimentos aluviales ocupa una topografía de terrazas; de alto contenido en calcio y moderado a bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-20 cms. Pardo rojizo 5YR 4/3; franco arcillo arenosa. estructura en bloques sub-angulares moderados; compacticidad media; reacciona al HCl; buen arraigamiento; su espesor varía entre 10 y 20 cms. pH 8,0.

B₂ 20-60 cms. Rojo amarillento 5YR 4/8; arcilla poco densa; estructura de bloques sub-angulares fuertes; denso; reacciona al HCl; buen arraigamiento; su espesor varía de 10 a 30 cms. pH 7,5.

C_{ca} 60-90 cms. Rosado 7.5YR 7/4; franco arcilloso; abundantes piedras; algo compactado; fuerte reacción al HCl; arraigamiento moderado; su espesor varía de 10 a 30 cms. pH 7,9.

más de 90 cms. Substratum formado por piedras redondeadas, arenas y gravas mezclados con material franco arcilloso, algo compactado con CaCO₃ en su parte superior, lo cual dificulta el arraigamiento.

La textura del horizonte Ap, se debe a que los horizontes A y B₂ han sido mezclados por las labores culturales. Cuando se trata de suelo virgen la textura del horizonte A es franco arenosa.

Comportamiento frente al agua. Suelo que no presenta mayores problemas de permeabilidad; clasificado en primera categoría de riego; presenta sólo una ligera erosión laminar en algunos sectores.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Debido al mal manejo de las aguas de riego, se ha producido una ligera erosión laminar en los sectores de mayor pendiente de los bordes de las terrazas.

Fertilidad. Suelos de muy buena productividad, pero que responden a las aplicaciones de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Se presta muy bien para todos los cultivos de la zona, linaza, cebada, alfalfa; y también para la plantación de huertos frutales.

b) SERIE DAMASCOS

Caracterización General.

Suelo de color pardo rojizo oscuro en la superficie y rosado en profundidad; estructura en bloques sub-angulares, evolucionado sobre sedimentos aluviales ocupa topografía de terrazas planas con pendiente A; de alto contenido en calcio forma un tertel (hard-pan calcáreo) poco compacto; la materia orgánica es moderada a baja.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-20 cms. Pardo rojizo oscuro 5YR 3/4; franco arcillo arenosa, estructura en bloques sub-angulares débiles; suelto; reacciona al HCl; buen desarrollo radicular; bastante pedregoso.

B_{ca} 20-60 cms. Rosado 5YR 8/4; franco arcillo limosa; estructura de bloques sub-angulares; denso; violenta reacción al HCl; arraigamiento deficiente; pedregoso; espesor promedio 30 cms.

C_{ca} 60-80 cms. Hard-pan calcáreo (tertel) poco compacto, muy pedregoso; arraigamiento muy deficiente.

más de 80 cms. Substratum formado por piedras redondeadas y arenas.

Comportamiento frente al agua. La presencia del tertel dificulta en parte una normal permeabilidad; ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Debido al mal manejo de las aguas de riego, se ha producido una erosión laminar ligera a moderada en algunos sectores.

Fertilidad. Suelos de baja fertilidad, que responden a la aplicación de abonos fosfatados y nitrogenados.

Aptitud del suelo. Actualmente se encuentra casi totalmente ocupado por plantaciones de damascos, perales y algunos citrus; también existen empastadas de alfalfa.

C. Familia Cavancho

SERIE CAVANCHA

Caracterización General.

Suelo de color pardo en su superficie, el que se hace rojizo en profundidad; su textura franco arenosa en el primer horizonte se torna franco arcillo arenosa en los siguientes; la estructura superficial es granular para luego formar bloques; evolucionado sobre sedimentos aluviales ocupa una topografía de terrazas; de alto contenido calcáreo y bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0- 20 cms. Pardo claro 7.5YR 6/4; franco arenosa; estructura granular fina, friable, reacciona al HCl; su espesor varía entre 10 y 20 cms. pH 8,1.

- B₁ 20- 30 cms. Rojo 2.5YR 5/6; franco arcillo arenosa; estructura en bloques sub-angulares; medio; reacciona al HCl; su espesor varía de 20 a 25 cms.; buen arraigamiento. pH 7,9.
- B₂ 30-100 cms. Pardo rojizo 2.5YR 5/4; franco arcillo arenosa; estructura en bloques angulares; medio; reacciona al HCl; su espesor varía entre 60 y 70 cms.; buen arraigamiento. pH 8,2.
- C_{ca} 100-120 cms. Rosado 5YR 7/4; franco arcillo arenosa; abundantes piedras; fuerte reacción al HCl; su espesor varía de 20 a 30 cms; arraigamiento moderado.
- más de 120 cms. Substratum formado por piedras redondeadas mezcladas con material franco arcilloso, el cual se encuentra compactado en su parte superior con CaCO₃, lo cual dificulta el arraigamiento.

Comportamiento frente al agua. Suelos de buena permeabilidad; clasificado en 1ª Categoría de riego; no presentan erosión.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Este suelo no presenta erosión, salvo en pequeños sectores, debido al mal manejo del agua de riego.

Fertilidad. Suelos de buena productividad, que responden muy bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Se presta bien para los cultivos de la zona, linaza, cebada y alfalfa; y también para la plantación de huertos frutales.

D. Familia Perales.

SERIE PERALES

Caracterización General.

Suelo de color pardo en el primer horizonte, pardo rojizo en B₁ y pardo en C; de textura franco arenosa en Ap, franco arcillo arenosa en B₂ y C; estructura de bloques sub-angulares, fuerte en la superficie y moderados en profundidad; evolucionado sobre sedimentos aluviales

ocupa topografía de terrazas planas de pendiente A, con serios problemas de salinidad a causa de la falta de pendiente y derrames de riegos en las terrazas superiores; de alto contenido en calcio y bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

- Perfil: Ap 0-20 cms. 10YR 5/3; franco arenosa, estructura en bloques sub-angulares muy débiles; suelto; no reacciona al HCl; presencia de alcali blanco en la superficie; pedregoso, buen arraigamiento; espesor promedio 15 cms.
- B₂ 20-30 cms. Pardo rojizo 5YR 4/4; franco arcillo arenosa, estructura en bloques sub-angulares moderados; compacticidad media, reacciona al HCl; pedregoso, buen arraigamiento; espesor promedio 15 cms.
- B₃ 30-45 cms. Pardo a pardo oscuro 7.5YR 4/4; franco arcillo arenosa; estructura de bloques sub-angulares moderados; compacticidad media; reacciona al HCl; pedregoso, buen arraigamiento; espesor promedio 20 cms.
- C 45-90 cms. Pardo; franco arenosa fina; estructura maciza; suelto; violenta reacción al HCl; poco pedregoso, altamente calcáreo, pero no forma tertel.
- más de 90 cms. Substratum constituido por grandes piedras redondeadas y arenas.

Comportamiento frente al agua. La terraza ubicada al Sur del río no presenta ninguna restricción, pero la ubicada al lado Norte presenta problemas de permeabilidad; carece de buen drenaje natural, lo cual se agrava por los derrames de las terrazas superiores; estos factores han producido en la parte interior de la terraza una zona de mal drenaje altamente salina indicada en el mapa y en el resto de la misma es corriente observar álcalis blanco después de los riegos. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego la terraza situada al Norte y en 2ª la del lado Sur.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Prácticamente no presentan problemas de

erosión salvo en pequeños sectores del borde de la terraza, ubicada al lado Sur del río.

Fertilidad. Suelo en general de baja fertilidad, especialmente al Norte del río, esto es debido en gran parte al alto contenido en sales del suelo y a la falta de drenaje natural; responde a la aplicación de abonos fosfatados y nitrogenados.

Aptitud del suelo. Suelo que deberá ser sometido a un buen manejo para eliminar el problema de salinidad, desaparecido éste, se presentará muy bien a la plantación de huertos frutales, empastadas, linaza y cebada.

E. Familia Membrillo.

SERIE MEMBRILLO

Caracterización General.

Suelo de color pardo oscuro en su superficie y pardo amarillento en profundidad, estructura granular en la parte superior, bloques sub-angulares en el horizonte B y maciza en C; pedregoso, evolucionado sobre sedimentos aluviales ocupa una topografía de terrazas planas de pendiente B; moderado contenido en materia orgánica y alto en calcio, aunque no llega a formar tertel.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-15 cms. Pardo oscuro 10YR 3/3; franco arenosa, estructura granular; suelto, reacciona al HCl; buen arraigamiento; en la superficie puede encontrarse una estrata arenosa delgada.

B₂ 15-30 cms. Pardo amarillento 10YR 5/4; franco arcillo arenosa; estructura en bloques sub-angulares; compactidad media, reacciona al HCl; buen arraigamiento; poco pedregoso.

C 30-90 cms. Pardo amarillento 10YR 5/8; franco arenosa; estructura maciza; suelto reacciona al HCl; buen arraigamiento; poco pedregoso.

más de 90 cms. Substratum aluvial constituido por arenas y gravas de distintos tamaños y cantos redondeados.

Comportamiento frente al agua. Suelo que no presenta problemas de permeabilidad, por tener una buena pendiente al río y no presentar tertel. Ha sido clasificado en 2ª Categoría de Riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. En los sectores cultivados presenta erosión laminar moderada, debido al mal manejo de las aguas de riego, esto puede apreciarse por una estrata arenosa que se encuentra en la superficie de los sectores de mayor pendiente; en las partes sin cultivo hay erosión eólica ligera.

Fertilidad. Suelos de regular fertilidad, ricos en calcio y pobres en materia orgánica; responden a las aplicaciones de abonos fosfatados y nitrogenados.

Aptitud del suelo. Apto para el cultivo de empastadas de alfalfa y cultivos de cebada y linaza, en los sectores de mayor pendiente existen plantaciones forestales (eucaliptus y pinos) que han dado buen resultado.

F. Familia Cachiyuyo

SERIE CACHIYUYO

Caracterización general.

Suelo de color pardo amarillento en la superficie, y rojo amarillento en profundidad; con gran cantidad de gravas y arenas gruesas en todo el perfil, pero presenta la particularidad de no ser pedregoso; su estructura es maciza, salvo en el horizonte A donde existe una tendencia al granular muy débil; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas planas, de pendiente tipo A; alto contenido en calcio y muy bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0- 5 cms. Pardo amarillento 10YR 5/4; estrata de arena gruesa y gravas, que se ha formado al ser arras-tradas por el viento las partículas de material más fino. Esta estrata no existe en los lugares protegidos del viento.

A 5-25 cms. Pardo rojizo claro 5YR 6/4; franco arenosa; tendencia a estructura granular muy débil; suel-to; reacciona al HCl; el espesor varía entre 15 y 20 cms.

- B₂ 25-60 cms. Rojo amarillento 5YR 5/6; arcilla, arena gruesa y gran cantidad de grava; estructura maciza; muy suelto; reacción al HCl.
- C_{ca} 60-90 cms. Rojo amarillento 5YR 5/8; gravas, arenas gruesas y arcilla (en menor cantidad que B); estructura maciza; muy suelto; violenta reacción al HCl, su espesor sobrepasa los 100 cms. y se va haciendo pedregoso.
- más de 90 cms. El substratum está formado por piedras redondeadas, arenas, gravas y estratas arcillosas. Este substratum está compactado por CaCO₃ en sus primeros 20 a 30 cms.

Comportamiento frente al agua. Este suelo en la actualidad no tiene riego, pero en caso de regarse no presentaría problemas de permeabilidad. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta una erosión eólica de moderada a severa, a causa de su posición de terraza alta, muy expuesta al viento, y a su escasa cobertura vegetal.

Fertilidad. A causa de la falta de agua, es difícil hacer una apreciación de ésta, su vegetación actual es muy escasa y formada por cactáceas y cachiuyo (xerófitas). Es un suelo muy pobre en materia orgánica y fósforo, pero muy rico en calcio.

Aptitud del suelo. Una vez bajo riego este suelo puede prestarse para cultivos corrientes de la zona, cebada, linaza y alfalfa, la plantación de huertos frutales estaría condicionada por el fuerte viento de las terrazas altas.

G. *Familia La Pólvara.*

SERIE LA POLVORA

Caracterización general.

Suelo de color pardo rojizo en la superficie, rojo amarillento en el horizonte B y amarillo en C; de estructura en bloques sub-angulares, débiles en el horizonte A y moderado en B; evolucionado sobre sedimentos aluviales ocupa una topografía de terrazas planas a onduladas; mo-

derado contenido en materia orgánica y alto en calcio; posee un hardpan calcáreo poco compacto.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-20 cms. Pardo rojizo 5YR 4/4; franco arenosa; estructura en bloques sub-angulares débiles, suelto, buen arraigamiento, poco pedregoso, reacciona al HCl.

B₂ 20-45 cms. Rojo amarillento 5YR 5/8; franco arcillosa; estructura de bloques sub-angulares moderados, compacticidad media; buen arraigamiento, poco pedregoso, reacciona al HCl.

C_{ca} 45-70 cms. Amarillo rojizo 5YR 7/8; franco arcillo arenosa, tertel muy pedregoso; pero no muy compacto, dificulta el arraigamiento; violenta reacción al HCl.

más de 70 cms. Substratum constituido por piedras redondeadas, arenas, gravas y estratas arcillosas.

Comportamiento frente al agua. Gracias a su topografía ondulada, y a la poca compacticidad del tertel, no presenta problemas de permeabilidad. Ha sido clasificado en 1ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Se ha producido en este suelo una erosión laminar ligera, debido al mal manejo de las aguas de riego. En este suelo son necesarias las prácticas de conservación de suelos.

Fertilidad. Suelo de alta fertilidad, tiene grandes rendimientos, pero responde a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Este suelo es apto para todos los cultivos de la zona y está considerado como uno de los mejores del valle. En los sectores de mayor pendiente existen plantaciones de eucaliptus y pinos en muy buenas condiciones.

H. *Familia Victoriana.*

SERIE VICTORIANA

Caracterización general.

Suelo de color pardo pálido en la superficie, pardo rojizo el horizonte B y amarillo rojizo el horizonte C; de textura franco arenosa en A, pasa a arcilla poco densa en B y franco arcilloso en C; la estructura es de bloques sub-angulares, débiles en la superficie y fuertes en B; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas planas con abundante microrelieve; de moderado a bajo contenido en materia orgánica y rico en calcio.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: A 0-10 cms. Pardo pálido 7.5YR 6/4; franco arenosa; estructura en bloques sub-angulares débiles; suelta, pedregoso, reacciona al HCl; buen arraigamiento; su espesor varía entre 10 y 20 cms.

B₂ 10-45 cms. Pardo rojizo 2.5YR 4/4; arcilla poco densa; estructura en bloques sub-angulares fuertes; denso, pedregoso; buen arraigamiento; espesor promedio 40 cms.

C_{ca} 45-60 cms. Amarillo rojizo 5YR 7/8; franco arcillosa muy pedregoso, altamente calcáreo, forma un tertel más o menos compacto que dificulta el arraigamiento normal; puede llegar hasta una profundidad de 90 cms.

más de 60 cms. Substratum constituido por piedras redondeadas, arena y grava.

Comportamiento frente al agua. Suelo que no presenta mayores problemas de permeabilidad por tener una pendiente que favorece un drenaje natural adecuado; el tertel es más o menos compacto, pero no impide el paso de agua. Ha sido clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta erosión laminar, ligera a moderada, en los sectores de mayor pendiente; en este suelo se necesitan prácticas de conservación de suelos, y un cambio, en el sistema de riego.

Fertilidad. Suelo de regular fertilidad, muy rico en calcio y pobre en materia orgánica; debería responder bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Se presta a los cultivos de la zona, maíz y cebada, las empastadas de alfalfa tienen rendimientos regulares; la plantación de huertos frutales estaría condicionada al espesor del suelo y compacticidad del tertel.

I. *Complejo Imperial.* *

Caracterización general.

Este complejo se encuentra situado a 7 kilómetros al Este de Vallenar, en un ensanchamiento del valle, formado por una serie de terrazas de topografía plana inclinada con abundante microrelieve, por su situación abrigada de los vientos, posee un clima muy apto para las plantaciones frutales; los diferentes suelos que en él se encuentran pertenecen al Gran Grupo de los Suelos Rojos de desierto, encontrándose allí en forma predominante sectores de la familia Huasco, en algunos casos con topografía de laderas de pendientes tipo B-C; también aparecen las familias Cavancha y en menor escala Buena Esperanza.

A pesar de que en su casi totalidad los suelos pertenecen a los Rojos de Desierto, se encuentran manchas de suelos Tránsito Rojos de Desierto a Suelos Calxis, los cuales serán descritos más adelante; de este tipo de suelos, aparecen en Imperial, las familias Compañía y Buen Retiro.

Los suelos que forman el complejo son muy ricos en calcio y pobres en materia orgánica.

Los perfiles de los suelos que forman el complejo, ya han sido descritos al tratarse las familias: Huasco, Cavancha y Buena Esperanza; y los que pertenecen a las familias Compañía y Buen Retiro, serán descritos más adelante.

J. *Complejo El Morro.*

Caracterización general.

El complejo El Morro se encuentra ubicado en el sector Nor-oriental de Vallenar, ocupando una topografía de terrazas altas de topografía quebrada con pendientes tipo B-C.

Los suelos que lo forman pertenecen principalmente a Rojos de

* En la denominación de los complejos se ha mantenido la terminología original.

Desierto, encontrándose sectores en los que aparecen familias del Tránsito Rojos de Desierto a Suelos Calxis. Entre los Rojos de Desierto predominan la familia Huasco en una fase delgada (40-50 cms.) con un hard-pan calcáreo muy fuerte; también hay sectores de la familia Cavanacha. Los Tránsitos Rojos de Desierto a Suelos Calxis están representados por las familias Compañía y Buen Retiro.

Son suelos característicos por su topografía y por presentar un tertel generalmente muy compacto; pobres en materia orgánica y extremadamente ricos en calcio.

Los perfiles de los suelos que forman este complejo, ya han sido descritos al tratarse las familias Huasco y Cavanacha dentro de los suelos Rojos de Desierto; los pertenecientes a las familias Compañía y Buen Retiro serán descritos al tratarse los Tránsitos Rojos de Desierto a Suelos Calxis.

K. *Complejo Santa Alicia.*

Caracterización general.

Este complejo se encuentra ubicado al Sureste de Vallenar, en la Hacienda Buena Esperanza; ocupa una topografía de terrazas de reducido tamaño que le hacen aparecer como un terreno ondulado.

Los suelos que lo forman pertenecen a las familias Huasco y Buena Esperanza, dominando esta última, en una fase delgada (40-50 cms.); ambos suelos se encuentran muy mezclados y su separación se hace muy difícil a escala 1 : 25.000.

Son suelos de bajo contenido en materia orgánica y muy ricos en calcio, con un tertel más o menos compacto.

Los perfiles de los suelos que forman este complejo, ya han sido descritos al tratarse las familias Huasco y Buena Esperanza.

L. *Tránsitos.*

a) Rojo de Desierto a Pardo Cálxico.

SERIE POLIGONO

Caracterización general.

Este suelo constituye un tránsito a suelo Pardo Cálxico; posee en su superficie un color pardo claro; bastante profundo; de textura franco arenosa; estructura de grano simple; evolucionado sobre sedimentos aluviales ocupa una topografía de terrazas de pendiente A-B; de alto con-

tenido en calcio y muy bajo en materia orgánica; carece de riego y sólo tiene una escasa vegetación de cactáceas.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0- 40 cms. Pardo amarillento claro 10YR 6/4; franco arenosa. estructura de grano simple; suelto; reacciona al HCl; grava y arena gruesa en la superficie, sin piedras

40-180 cms. Pardo claro 7.5YR 6/4; franco arenosa; estructura de grano simple; suelta; fuerte reacción al HCl; se presentan delgadas estratas de grava a distintas profundidades.

más de 180 cms. Substratum formado por arenas finas y nódulos blancos de CaCO_3 .

Comportamiento frente al agua. Suelo actualmente sin riego, pero que no presentará problemas de permeabilidad. Ha sido clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Se observa una erosión eólica moderada, la que se comprueba por una estrata de gravas y arena gruesa en la superficie del suelo.

Fertilidad. Es difícil de apreciar por la falta de cultivos, su vegetación actual es muy escasa y está formada por cactáceas. Suelo muy pobre en materia orgánica, pero rico en calcio.

Aptitud del suelo. En caso de contar con riego, este suelo se prestaría bien para la plantación de huertos frutales, y para los cultivos de la zona y empastadas.

b) Rojo de Desierto a Gley.

SERIE NICOLASA

Caracterización general.

Este suelo constituye un tránsito de los Rojos de Desierto a los suelos de Gley; evolucionados sobre sedimentos aluviales está formado por una serie de estratas arenosas; pardo rojizo en la superficie, llega en profundidad hasta el gris oscuro con estratas arcillosas muy moteadas de rojo, que indican una permeabilidad deficiente en el perfil; el subs-

tratum se encuentra compactado con carbonato de calcio, formando un tertel más o menos compacto.

Características físicas y morfológicas.

- Perfil: 0- 20 cms. Pardo rojizo 5YR 4/4; franco arenosa; estructura en bloques subangulares muy débiles; suelto; poco pedregoso; buen arraigamiento.
- 20- 50 cms. Rojo amarillento 5YR 5/8; franco arenosa; estructura de grano simple; suelto; sin piedras; buen arraigamiento.
- 50- 70 cms. Pardo fuerte 7.5YR 5/8; arena fina; estructura de grano simple; suelto, sin piedras; buen arraigamiento.
- 70-110 cms. Gris oscuro 10YR 4/1; arena fina, con pequeñas estratas arcillosas que impiden el drenaje normal; fuertemente moteado de rojo; compacticidad media; sin piedras.
- más de 110 cms. Substratum formado por piedras redondeadas, arenas y gravas cementadas en sus primeros 30 cms. por carbonato de calcio, formando un tertel más o menos compacto.

Comportamiento frente al agua. Suelo de mala permeabilidad debido a estratas de arcilla ubicadas a distintas profundidades, también posee tertel más o menos compacto de un metro de espesor en algunos sitios. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Se presenta una erosión laminar ligera a moderada en los sectores de mayor pendiente, debido al mal manejo del agua de riego.

Fertilidad. Suelo de baja productividad, debido principalmente a sus deficiencias de permeabilidad; deberá ser sometido a prácticas de conservación de suelos y a un mejoramiento del sistema actual de riego, teniendo cuidado de regar con la cantidad exacta de agua que el suelo requiera.

Aptitud del suelo. Una vez solucionados los problemas ya mencionados, de permeabilidad, este suelo se prestará bien para el cultivo de empastadas de alfalfa y cultivos de cebada y linaza.

2. Suelos evolucionados sobre terrazas de origen marino.

Estos suelos se encuentran situados en las terrazas vecinas al mar, presentan la característica de tener en su perfil un hard-pan calcáreo formado por restos fósiles de moluscos; este tertel a veces se presenta muy compacto, pero en la mayoría de los casos es suelto y permeable. No presentan un horizonte B textural, pero si un B de color.

A. Familia Bellavista.

a) SERIE BELLAVISTA

Caracterización general.

Suelo de color pardo rojizo en la superficie, se hace rojo amarillento en profundidad; de textura franco arenosa haciéndose más liviana en profundidad; estructura de grano simple; evolucionado sobre sedimentos marinos y aluviales, ocupa una topografía de terrazas planas inclinadas; de pendiente tipo A-B con abundante micro relieve; alto contenido en calcio y pobre en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-30 cms. Pardo rojizo 5YR 5/3; franco arenosa, estructura de grano simple a granular muy débil; suelto; reacciona al HCl; presencia de grava; buen arraigamiento.

B 30-70 cms. Rojo amarillento 5YR 4/6; franco arenosa; estructura de grano simple; suelto; reacciona al HCl; sin piedras; suelen presentarse bajo los 70 cms. estratas de arena gruesa; sin piedras; puede llegar hasta una profundidad de 120 cms.

C más de 70 cms. Piedras redondeadas y arenas; existen fósiles marinos que en profundidad forman un tertel muy compacto, pero discontinuo.

Comportamiento frente al agua. Suelos que poseen un buen drenaje natural, el tertel no presenta problemas de permeabilidad por no ser uniforme. Ha sido clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta en algunos sectores una erosión laminar ligera ocasionada por el mal sistema de riego.

Fertilidad. Suelos de regular productividad, que deben responder bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados. Son ricos en calcio y pobres en materia orgánica.

Aptitud del suelo. Suelo actualmente sin cultivos anuales, ha sido dedicado a plantaciones de olivos, con resultados satisfactorios, en algunos sectores hay pequeñas empastadas de alfalfa en los huertos de olivos más jóvenes.

b) SERIE CONDORIACO

Caracterización general.

Suelo de color pardo, muy delgado, evolucionado sobre sedimentos marinos, ocupa una topografía de terrazas planas inclinadas, en las cuales se advierten numerosas afloraciones rocosas que denotan claramente el haber estado sometidas a la acción del mar. En el perfil se encuentran además abundantes fósiles de moluscos; pobre en materia orgánica y rico en calcio.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0-15 cms. Pardo; franco arenosa; estructura granular; suelto; reacciona al HCl; pedregoso.

más de 15 cms. Substratum constituido por piedras redondeadas, arenas y estratas arcillosas; bajo la primera estrata pedregosa se encuentran abundantes fósiles de moluscos; a los 80 cms. aparece una estrata de tertel poco compacto. A 4 o 5 metros de profundidad aparecen estratas de arcilla poco densa que compactan fuertemente las piedras.

Comportamiento frente al agua. Suelo en el que se deberá tomar precauciones con el agua de riego, la cual es muy salina; tiene drenaje moderado. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Se presenta una ligera erosión laminar en los sectores de mayor pendiente.

Fertilidad. Suelo de baja fertilidad, tanto por la constitución misma del suelo como por el exceso de sales que trae el agua de riego; la cantidad de materia orgánica es baja, y alto el contenido en calcio.

Aptitud del suelo. Actualmente se están realizando en este suelo plantaciones de olivos, su resultado dependerá del espesor del suelo, y de su resistencia a la alta salinidad del agua de riego.

B. *Familia Miramar.*

SERIE MIRAMAR

Caracterización general.

Suelo de color pardo grisáceo en su superficie y rojo amarillento en B, de textura franco arenosa, estructura de grano simple; bastante pedregoso; evolucionado sobre sedimentos marinos algo mezclados con aluviales, ocupa una topografía de terrazas de relieve accidentado con pendientes de tipo B; pobre en humus y rico en calcio; esta familia es similar a Bellavista, pero su espesor es bastante inferior, así también difieren en su topografía y grado de pedregosidad.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-20 cms. Pardo grisáceo 10YR 5/2; franco arenosa; estructura de grano simple a granular muy débil; suelto; reacciona al HCl; gran cantidad de gravas y piedras; buen arraigamiento.

B 20-45 cms. Rojo amarillento 5YR 4/6; franco arenosa; estructura de grano simple; suelto; reacciona al HCl; pedregoso.

C más de 45 cms. Substratum formado por estratas arenosas de color pardo rojizo y rojo amarillento; en algunos sectores se encuentra tertel en el que hay fósiles de moluscos, pero este tertel es discontinuo.

Comportamiento frente al agua Suelos que poseen un buen drenaje natural, el tertel no causa problemas de permeabilidad en el perfil. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego en atención a su topografía, espesor y productividad.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta una erosión laminar moderada

causada por el mal manejo de las aguas de riego, este suelo necesita prácticas intensas de conservación de suelos.

Fertilidad. Suelos de regular a baja fertilidad, a los que deberá aplicarse abonos nitrogenados, para suplir su pobreza de materia orgánica; muy ricos en calcio.

Aptitud del suelo. Por su ubicación se prestan para la plantación de olivos.

C. Complejo Huasco Bajo.

Caracterización general.

El Complejo Huasco Bajo se encuentra situado en las proximidades del pueblo del mismo nombre; ocupa una topografía accidentada en la que aparecen pequeñas terrazas con suelos pertenecientes a las familias Bellavista y Miramar.

Los suelos han evolucionado sobre sedimentos marinos mezclados con depósitos aluviales. Algunas terrazas se encuentran plantadas con olivos, especialmente las que presentan suelo de la familia Bellavista. En otros sectores, Huasco Bajo, se han terraceado las laderas para plantarlas con olivos. El tertel aparece en forma irregular, no habiéndose encontrado fuertes compactaciones.

II. Gran Grupo de Suelos Salinos - Solonchak.

Los suelos salinos ocupan en el valle del río Huasco una superficie de 875,4 hectáreas ubicadas en las terrazas bajas cercanas a las costas. Pertenecen a este grupo de suelos las series: Las Tablas, Estela y Maltesa, y los Complejos Infieles y Cachina.

Caracterización general.

Suelos gleyzados alcalinos o fuertemente alcalinos con gran concentración de sales solubles en agua, debido al mal drenaje y evaporación del agua de riego rica en sales. La masa principal de estas sales la forman los sulfatos, cloruros y carbonatos de sodio, en muchos casos se destacan el sulfato magnésico y cloruro cálcico. Cuando estos suelos se encuentran secos, se presentan dichas sales formando eflorescencias salinas que dan a estos suelos un aspecto típico y fácilmente reconocible.

Evolucionados sobre sedimentos aluviales finos, ocupan una topografía de terrazas planas con mal drenaje externo, agravado generalmente por presentarse en el substratum un tertel compacto o bien estratos arcillosos impermeables.

Poseen una vegetación típica de suelos salinos de mal drenaje. formada por brea, sosa de río, grama salada, atriplex semibaccata, etc.

Características físicas y morfológicas.

Perfil. El horizonte A es generalmente rico en humus de color pardo grisáceo, extremadamente rico en sales; estructura laminar. El horizonte B suele ser de texturas aparentemente arenosas debido a la gran cantidad de sales, con intenso moteado rojo y anaranjado; a continuación se encuentran estratas gleyzadas de arcilla poco densa o densa muy moteada, que impiden el paso del agua, cuando faltan éstas aparece un tertel compacto de color grisáceo que también impide la permeabilidad del perfil.

Algunos de estos suelos son de poco espesor (Serie Maltesa), sin embargo, en las terrazas de la desembocadura del río (Cachina e Infieles) los suelos son muy profundos, pero con nivel de agua alto.

Comportamiento frente al agua. Como se ha dicho, son suelos de mala permeabilidad, que precisan de prácticas especiales e intensas de drenaje y lavado para lograr un buen aprovechamiento de ellos.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Por sus condiciones de mal drenaje, están casi permanentemente cubiertos de vegetación lo que sumado a su topografía plana, los deja libres de erosión.

Fertilidad. Por las razones ya expuestas de drenaje y salinidad, la fertilidad de estos suelos es bastante baja, salvo en algunos sectores donde cierto tipo de hortalizas resistentes a las sales se producen muy bien.

Aptitud del suelo. Una vez drenados y lavados, estos suelos pueden prestarse para la plantación de olivos, teniendo un cuidado especial en mantener bajo el nivel de agua freática; pero sin duda el cultivo de hortalizas tales como: repollo, zanahoria, tomate, zapallo y lechuga, de amplia tolerancia a la salinidad; será lo que pueda proporcionar el mejor aprovechamiento.

En los sectores de la costa, donde existen plantaciones de olivos en regulares condiciones, se mantiene la práctica de cultivar las chacras entre las hileras de árboles. En el resto de la superficie ocupada por estos suelos, prácticamente no se les da ninguna explotación agrícola.

A. SERIE LAS TABLAS

Caracterización general.

Suelo de color pardo rojizo en la superficie y gris en profundidad; franco arenosa; estructura laminar en el primer horizonte, maciza en el segundo y de grano simple en el tercero: evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas bajas, con mal drenaje natural y permeabilidad impedida, por estratas arcillosas; estas condiciones han originado un suelo altamente salino, con abundancia de alcalis blanco y negro.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0-10 cms. Pardo rojizo 5YR 4/4; franco arenosa; estructura laminar; compacticidad media; gran cantidad de alcalis blanco y negro; sin piedras.

10-20 cms. Pardo grisáceo oscuro 10YR 4/2; franco arenosa; estructura de miga, consistencia fofa, fuertemente moteado de rojo, sin piedras.

20-45 cms. Gris 10YR 5/1; arena gruesa; estructura de grano simple, suelto, fuertemente moteado de rojo.

45-60 cms. Gris 10YR 6/1; arcilla poco densa; con abundantes concreciones salinas de color blanco; saturado.

más de 60 cms. Substratum formado por arenas y estratas arcillosas muy impermeables y densas.

Comportamiento frente al agua. Suelo que presenta graves problemas de drenaje externo, por falta de pendiente al río, y permeabilidad impedida por la presencia de estratas arcillosas a diferentes profundidades. Ha sido clasificada en 4ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Por su condición de suelo de mal drenaje, se encuentra cubierto de vegetación, y no presenta erosión.

Fertilidad. Por su condición de suelo altamente salino, debido a deficiencias de permeabilidad, este suelo presenta una fertilidad muy baja; se encuentra cubierto por vegetación típica de suelos salinos formada por brea, sosa de río, grama salada, etc.

Aptitud del suelo. La futura utilización de este suelo, se encuentra condicionada a un proceso de drenaje y lavado, lo cual se ve dificultado por la falta de pendiente natural, y la mala calidad de las aguas de riego.

En pequeños sectores se han efectuado plantaciones forestales, eucaliptus y cipreses, que han fracasado, pues los árboles después de adquirir cierto desarrollo se secaron completamente.

En otro sector, se ha procedido a drenar y cultivar chacras, pero debido a las diferentes estratas arcillosas, los drenes no trabajan bien, además falta agua de buena calidad para lavar el suelo.

B. SERIE ESTELA

Caracterización general.

Suelo de color pardo en la superficie y gris en profundidad, formado por sedimentos aluviales, presenta estratas arenosas y arcillosas, las que al dificultar el drenaje han dado origen a un suelo Solonchak. Ocupa una topografía de terraza baja, y aunque presenta eflorescencias salinas de color blanco, no alcanza al grado de salinidad de la Serie Las Tablas por poseer un mejor drenaje natural hacia el río.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0- 40 cms. Pardo 10YR 5/3; moteado de anaranjado; franco arenosa; estructura de grano simple; suelto; sin piedras. Se observan eflorescencias salinas en algunos sectores.

40- 50 cms. Gris 10YR 5/1; arcilla poco densa; plástica y pegajosa; estructura maciza.

50-120 cms. Gris 10YR 6/1; arenosa; estructura de grano simple; suelto; fuertemente moteado.

más de 120 cms. Substratum formado por arenas y estratas arcillosas impermeables y densas.

Comportamiento frente al agua. Posee un nivel de agua freática, que fluctúa en los 60 y los 120 cms.; presenta problemas de permeabilidad en el perfil, a causa de las estratas arcillosas, pero tiene pendiente hacia el río, lo que hace que el problema no sea tan grave como en La Serie Las Tablas. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. No presenta erosión.

Fertilidad. Por su condición de suelo salino, no posee una fertilidad alta, pero mediante drenaje y lavados del suelo, podría obtenerse un resultado satisfactorio con algunos cultivos de chacarería resistentes a la salinidad.

Aptitud del suelo. En la actualidad existen en este sector algunas plantaciones forestales, eucaliptus y cipreses, en regular estado; otro sector está plantado con olivos, los cuales se mantienen también en regulares condiciones. Los cultivos de chacras parecen ser los más indicados, especialmente el repollo y la zanahoria, como se ha dicho este suelo podría mejorarse mucho con lavados y drenajes adecuados.

C. SERIE MALTESA

Caracterización general.

Suelo de color negro, muy delgado, de drenaje impedido; formado por estratas arenosas sobre un substratum compactado por CaCO_3 ; presentan gran cantidad de alcalis blanco y negro; ocupa topografía de terrazas bajas, que no tienen pendiente hacia el río, sino que hacia su parte interna, por lo que el drenaje externo es malo; alto contenido en calcio y materia orgánica sin descomponer.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0-10 cms. Negro 10YR 2/1; estrata arenosa; estructura de grano simple; suelto; reacciona al HCl; alcalis negro y blanco en la superficie.

10-40 cms. Pardo 10YR 5/3; arenas; estructura de grano simple; suelto; reacciona al HCl.

más de 40 cms. Substratum aluvial formado por piedras redondeadas, arenas y gravas, cementados en su parte superior por CaCO_3 .

Comportamiento frente al agua. Suelos de mala permeabilidad, por las causas enumeradas anteriormente. El problema se agrava por los derrames de los riegos en las terrazas superiores, los que quedan detenidos en la terraza Maltesa por falta de pendiente hacia el río e impermeabilidad del substratum. Ha sido clasificado en 4ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. No existe en este suelo.

Fertilidad. Actualmente se encuentra cubierto con vegetación típica de suelos salinos de mal drenaje, brea, sosa de río, *atriplex atacamensis*, etc., en algunos sectores vecinos al borde de la terraza existen plantaciones de eucaliptus, los cuales resisten más o menos en buenas condiciones la salinidad, pero en estas partes no hay problemas de drenaje por existir pendiente hacia el río.

Aptitud del suelo. Este suelo presenta aptitudes agrícolas muy restringidas, condicionadas en todo caso a labores de drenaje y lavado del suelo.

D. COMPLEJO INFIELES

Caracterización general.

El Complejo Infieles, se encuentra situado en la ribera Sur del río, próximo a su desembocadura, ocupando la terraza más baja, está separado del mar por una formación de dunas, que va de Norte a Sur. Los suelos que allí se encuentran pertenecen a las series Las Tablas y Estela, dominando los primeros; se caracterizan por tener un nivel de agua freática muy próximo a la superficie, y en algunos sectores, el nivel de agua llega casi a aflorar; el grado de salinidad de estos suelos es muy alto encontrándose en todos ellos alcali blanco y en algunos sectores abundante alcali negro. Poseen una vegetación típica de suelos salinos de mal drenaje.

E. COMPLEJO CACHINA

Caracterización general.

El Complejo Cachina está ubicado en la ribera Norte del río próximo a su desembocadura, ocupando una de las últimas terrazas. Se encuentran aquí suelos de las series Estela y Las Tablas, y algunos tipos más profundos. Dominan los suelos similares a la serie Estela, pero en algunos sectores próximos a los cerros y terrazas altas que cierran el valle al Norte, se encuentran sectores similares por su alto grado de salinidad y sucesión de horizontes a la serie Las Tablas.

A los perfiles ya descritos, de las series Las Tablas y Estela, hay que agregar otro que se caracteriza por su gran profundidad, pero indicado en el mapa.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: 0-20 cms. Pardo grisáceo oscuro 10YR 4/2; franco arenosa, suelto; estructura de grano simple; fuerte reacción al HCl; el espesor promedio es de 35 cms. pero puede llegar a los 60 cms. En algunos sectores la textura superficial se hace más pesada (franco arcillosa) y suele presentar moteado rojo desde los 20 cms. pH 8,0.

20- 60 cms. Pardo pálido 10YR 6/3; franco arenosa a arenosa; suelto; estructura de grano simple; fuerte reacción al HCl; se suelen presentar delgadas estratas de arcilla gris, el espesor promedio es de 40 a 50 cms. pH 8,3.

60-200 cms. y más. Substratum constituido por arenas de color gris y estratas de arcilla poco densa. pH 8,1.

Comportamiento frente al agua. Suelos de permeabilidad restringida por las estratas arcillosas que aparecen en su perfil, en algunos sectores de escasa pendiente aparecen grandes concentraciones de alcalis blanco y negro. El lavado presenta dificultades, pues el agua que se dispone para ello es de alto contenido en sales. Han sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Se encuentra libre de erosión, por ser plano y estar cubierto de vegetación.

Fertilidad. Varía mucho en los distintos sectores de acuerdo a su contenido de sales, algunos que poseen alcali negro son casi estériles, en cambio en otros mejor drenados se cultivan chácaras en buenas condiciones.

Aptitud del suelo. En la actualidad una parte importante está plantada de olivos, cuyo rendimiento en relación al suelo es difícil apreciar debido a su pésimo estado sanitario; en esta parte se cultivan hortalizas tolerantes a la salinidad (repollos, zanahorias, tomates, etc.) entre las líneas de árboles aumentando así la productividad de los predios, que son en general pequeños.

Se han realizado redes de drenaje más o menos extensas que están en la actualidad trabajando satisfactoriamente. Las plantaciones forestales de eucaliptus y cipreses existentes en el sector oriente se encuentran en buenas condiciones.

III. Tránsito Suelos Rojo de Desierto a Suelos Calxis.

Ocupa este tipo de suelos una superficie de 5.313,8 hectáreas en el valle del río Huasco, siendo por lo tanto de gran importancia. Está formado por las familias: Compañía, Buen Retiro, Marañón, Tatará y San José y por la serie San Isidro.

Caracterización general.

Suelos de muy poco espesor, que se presentan asociados a los Suelos Rojos de Desierto, extraordinariamente ricos en calcio y muy pobres en humus, evolucionados sobre sedimentos aluviales, ocupan una topografía de terrazas altas con abundante micro relieve. El horizonte A en los suelos sin cultivo presenta una estructura vesicular compacta; no poseen un horizonte B textural o de color, debido a que son tan calcáreos que los procesos formadores del suelo han sido retardados; tienen un horizonte Ca diferenciado el cual es, posiblemente, un horizonte B_{ca}. El horizonte C presenta generalmente un tertel muy compacto que impide una penetración adecuada de las raíces. Son en general suelos de productividad moderada a muy baja.

Características físicas y morfológicas.

Perfil. Presentan un horizonte A de textura franco arenosa, dominando los colores pardo claro; la estructura es vesicular en los lugares sin cultivo, de gran cohesión y altamente calcáreo. El horizonte B, que, como se ha dicho, no siempre aparece diferenciado por textura y color, es de escaso desarrollo y también muy rico en calcio, es generalmente un B_{ca}; el horizonte C es característico por la presencia de un fuerte hard-pan calcáreo de textura franco arenosa y a veces franco arcillo arenosa. El perfil, de poco espesor, es siempre muy pedregoso.

Comportamiento frente al agua. Estos suelos poseen por lo general un drenaje externo bueno, el tertel no presenta problemas de permeabilidad, salvo en los casos de suelos planos sin pendiente adecuada, donde se presenta el mismo problema ya anotado para los suelos Rojos de Desierto, es decir, sectores de mal drenaje y alta concentración en sales.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Pueden anotarse los mismos fenómenos ya descritos para los suelos rojos: una erosión laminar moderada en los sectores regados causada por el mal manejo de las aguas y la falta de sistemas adecuados de riego; y una erosión eólica de importancia en los sectores sin cultivo donde la estructura vesicular no tiene mucha cohesión.

Fertilidad. Suelos de moderada a baja productividad, muy pobres en humus y ricos en calcio, deben responder muy bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Por sus importantes limitaciones (espesor y tertel) no debe recomendarse para la plantación de huertos frutales; los cultivos de la zona, linaza, cebada y empastadas de alfalfa, prosperan en regulares condiciones. Las plantaciones de eucaliptus prosperan bien en los sectores de topografía más accidentada o donde no se dispone de agua suficiente para cultivos normales.

A. Familia Compañía.

a) SERIE COMPAÑIA

Caracterización general.

Suelo de color pardo amarillento a pardo pálido; muy delgado; de textura franco arenosa; estructura granular; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas planas de pendiente A-B; de alto contenido en calcio (hard-pan calcáreo) y bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: A_v 0-20 cms. Pardo amarillento 10YR 5/6 a pardo muy pálido 10YR 7/3; franco arenosa; estructura granular. En los sectores sin cultivo, estructura vesicular; suelto; fuerte reacción al HCl, pedregoso; regular arraigamiento; espesor promedio 20 cms. pH 7,9.

B_{ca} 20-30 cms. Pardo pálido; franco arcillo arenosa; friable en húmedo; estructura de bloques sub-angulares.

C_{ca} 30-60 cms. Pardo pálido, fuertemente compactado de textura franco arcillo arenosa, hacia abajo la compactación disminuye hasta quedar sólo un substratum formado por piedras y arenas sueltas.

Comportamiento frente al agua. Suelo que no presenta grandes problemas de drenaje externo, pese a tener un tertel (hard-pan calcáreo) bastante compacto, debido a que las pendientes de las terrazas permiten un drenaje normal. En algunos sectores las pendientes de las terrazas van hacia el interior de éstas produciéndose zonas de mal dre-

naje y alta salinidad, agravado por los derrames de los riegos en las terrazas superiores. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Debido al mal manejo de las aguas de riego, se ha producido una erosión laminar ligera a moderada en la mayor parte de los sectores regados.

Fertilidad. Suelo de fertilidad regular a baja, responde a la aplicación de abonos fosfatados y nitrogenados.

Aptitud del suelo. La aptitud agrícola de este suelo es limitada por el espesor y presencia de tertel, la alfalfa se desarrolla en forma regular, pero la productividad de otros cultivos es baja, la plantación de huertos frutales no se recomienda por las factores ya anotados de subsuelo.

b) SERIE SAN ISIDRO

Caracterización general.

Suelo de color pardo pálido, franco arcillo arenoso, muy delgado, estructura granular en la superficie; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas; alto contenido calcáreo y bajo en materia orgánica.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: A/B 0-15 cms. Pardo pálido 10YR 6/3; franco arcillo arenosa; estructura granular; friable; fuerte reacción al HCl; buen arraigamiento.

más de 15 cms. Substratum aluvial fuertemente compactado con CaCO_3 en sus primeros 30 cms. lo cual dificulta el buen arraigamiento. Hacia abajo la compactación disminuye hasta quedar sólo piedras y arenas sueltas.

Comportamiento frente al agua. Suelo clasificado en 3ª Categoría de riego, presenta dificultades a causa de la tosca calcárea que no permite una buena permeabilidad.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta una erosión laminar ligera, a consecuencia del mal manejo del agua de riego.

Fertilidad. Suelo de baja fertilidad, debe aplicarse nitrógeno y fósforo.

Aptitud del suelo. Actualmente se usa para siembras de cebada y linaza con resultados poco satisfactorios, la alfalfa tampoco tiene buenos rendimientos.

B. Familia Buen Retiro.

SERIE BUEN RETIRO

Caracterización general.

Suelo de color pardo a pardo amarillento; poco profundo, de textura franco arenosa; estructura granular en el horizonte Ap, de bloques sub-angulares en B; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa topografía de terrazas planas con pendiente de tipo B; de bajo contenido en materia orgánica y rico en calcio.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-30 cms. Pardo 10YR 5/3 a pardo muy pálido 10YR 7/3; franco arenosa; de estructura granular; suelto; reacciona al HCl; buen arraigamiento; muy pedregoso; espesor promedio 25 a 30 cms. Hay sectores donde la textura es franco arcillo arenosa. pH 8,1.

B₂ 30-45 cms. Pardo amarillento 10YR 5/4; franco arenosa; estructura en bloques subangulares; suelto; reacciona al HCl; buen arraigamiento; muy pedregoso; espesor promedio 30 cms. pH 7,8.

C más de 45 cms. Substratum aluvial formado por piedras redondeadas, arenas y gravas; suelto, sólo en algunos sectores aparecen delgadas concentraciones de CaCO₃ que no impiden el buen arraigamiento y permeabilidad.

Comportamiento frente al agua. Suelo de buena permeabilidad, clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta una erosión laminar ligera, debido al mal manejo de las aguas de riego.

Fertilidad. Suelo de regular productividad, que responde muy bien a las aplicaciones de abonos nitrogenados y fosfatados.

Aptitud del suelo. Se presta para los cultivos de alfalfa, linaza, cebada, y también para la plantación de huertos frutales.

C. Familia Marañón.

SERIE MARAÑON

Caracterización general.

Suelo ubicado en los llanos de Marañón, ocupa una topografía de plano ondulado, cortado por algunas quebradas de importancia; en algunos sectores de mayor pendiente se encuentran perfiles típicos de los suelos Calxis del Sud-Oeste de los Estados Unidos. De color pardo claro en la superficie llega al gris rosado en profundidad. La textura dominante es franco arenosa, que se vuelve arenosa con grava en los horizontes inferiores. Ha evolucionado a partir de un material generador altamente calcáreo, principalmente caliza y otras rocas sedimentarias. No se encuentra bajo riego y prácticamente carece de vegetación.

Características físicas y morfológicas.

- Perfil: A_v 0- 5 cms. Pardo claro 7.5YR 6/4; franco arenosa; estructura laminar a vesicular media, ligeramente plástico y adhesivo, fuerte reacción al HCl. pH 8,6.
- B₂ 5-15 cms. Pardo rojizo claro 5YR 6/4; franco; estructura de bloques sub-angulares muy débiles, fuerte reacción al HCl. pH 8,3.
- B_{3ca} 15-20 cms. Pardo claro 7.5YR 6/4; franco arenosa; suelto; estructura de grano simple, fuerte reacción al HCl. pH 8,3.
- C_{ca} 20-40 cms. Gris rosado 7.5YR 7/2; franco arenosa con grava, suelto, estructura de grano simple, fuerte reacción al HCl. pH 8,3. Todas las gravas y piedras están recubiertas de calcio.
- más de 40 cms. Substratum de piedras y arenas, con fuerte reacción al HCl.

Comportamiento frente al agua. Por sus características de perfil

y alto contenido en calcio, ha sido clasificado en 4ª Categoría de riego, es decir, suelo no apto para ser regado.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta en algunos sectores erosión eólica.

Fertilidad. No existe en la actualidad ningún tipo de cultivos, pero por su excesivo contenido de calcio es fácil presumir que su fertilidad sería deficiente.

Aptitud del suelo. Como se ha dicho, este suelo carece de aptitudes para ser cultivado.

D. Familia Tatara.

SERIE TATARA

Caracterización general.

Suelo de color pardo rojizo, y textura franco arenosa, estructura de bloques sub-angulares; evolucionado sobre sedimentos aluviales, ocupa una topografía de terrazas bajas en la orilla Sur del río. No presenta hard-pan calcáreo y se presta para el cultivo de la alfalfa.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: Ap 0-30 cms. Pardo rojizo 5YR 4/4; franco arenosa gruesa; estructura de bloques sub-angulares débiles; suelo; poco pedregoso, buen arraigamiento, reacciona al HCl.

C más de 30 cms. Substratum constituido por arenas de color rojo amarillento 5YR 5/8 y piedras redondeadas. No existen compactaciones de CaCO_3 (tertel).

El horizonte B parece encontrarse mezclado con el A, en todo caso es de muy escaso desarrollo y no tiene color ni textura características.

Comportamiento frente al agua. Suelo sin problemas de drenaje ni permeabilidad, ha sido clasificado en 2ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta erosión laminar ligera, en algunos sectores debido al mal manejo del agua.

Fertilidad. Suelo de fertilidad moderada, que responderá bien a la aplicación de abonos nitrogenados y fosfatados; de buen contenido en calcio y baja en materia orgánica.

Aptitud del suelo. Se presta bien para el cultivo de empastadas de alfalfa; la linaza y cebada producen regulares rendimientos.

E. Familia San José.

SERIE SAN JOSE

Caracterización general.

Suelo de características similares a Tatara, pero más delgado y de muy baja fertilidad, ocupa una topografía de terrazas más altas y se presta para las plantaciones forestales.

Características físicas y morfológicas.

Perfil: A 0-25 cms. Pardo claro 7.5YR 6/4; franco arenosa; estructura de grano simple; suelto, pedregoso, reacción al HCl.

C más de 25 cms. Arenas y piedras redondeadas no existen compactaciones de CaCO_3 .

Comportamiento frente al agua. Suelo sin problemas de drenaje ni permeabilidad, presenta dificultades para el riego por su escasa profundidad. Ha sido clasificado en 3ª Categoría de riego.

Aptitudes agrícolas.

Fenómenos de erosión. Presenta erosión laminar ligera en algunos sectores debido al manejo deficiente del agua.

Fertilidad. Suelo de fertilidad baja, rico en calcio y pobre en materia orgánica, debe responder a la aplicación de abonos nitrogenados.

Aptitud del suelo. Por su profundidad y baja productividad la mayor aptitud son las plantaciones forestales, las cuales dan buen resultado y producen en la zona Norte del país una alta rentabilidad.

IV. Misceláneos.

Se ha agrupado aquí un conjunto heterogéneo de suelos que no presentan mayor importancia agrícola y que por su variabilidad no han sido citados en detalle.

Dentro de este grupo han sido ubicados:

- A. Caja del río Huasco;
- B. Terrazas recientes;
- C. Suelos de laderas escarpadas y Quebradas;
- D. Sectores salinos en terrazas de drenaje impedido;
- E. Dunas del Puerto de Huasco.

A. *Caja del río.*

La caja del río ocupa una superficie de 1.850,3 hectáreas desde el futuro emplazamiento del embalse de Santa Juana hasta la desembocadura en el Puerto de Huasco.

No presenta prácticamente ningún aprovechamiento agrícola debido al poco espesor del suelo, cuando lo hay, a su alta pedregosidad y gran contenido de sales. Además se encuentra sujeta a inundaciones periódicas por las creces del río. En los sectores donde existe una capa de suelo, hay una vegetación típica formada por brea, sosa de río, etc.

Esta vegetación natural gasta una gran cantidad de agua por evaporación y transpiración, sin dejar utilidad económica de ninguna especie. Como ocupa una superficie considerable, es fácil comprender que si se eliminara esta vegetación, se produciría una importante economía de agua que podría beneficiar a las plantas de valor económico.

B. *Terrazas recientes.*

Se ha denominado así a las terrazas de reciente formación que están siendo cultivadas en la actualidad; ocupan una superficie de 389,3 hectáreas.

La terraza de mayor importancia es aquella, donde se encuentra ubicada la ciudad de Vallenar; se ha dedicado especialmente al cultivo de huertos frutales y chacaras con muy buenos resultados; los suelos que allí se encuentran son bastante heterogéneos e imposible de delimitar en un plano de escala 1 : 25.000 como el usado en el presente estudio. Son en general de buen espesor dominando las texturas franco y franco limosas, raramente presentan tertel, no teniendo por lo tanto problemas de permeabilidad; fué clasificada esta terraza en 2ª Categoría de riego.

El resto de este tipo de terraza, presenta serios problemas de salinidad que limitan bastante su cultivo; de modo especial se presenta este problema en el curso inferior del río donde el agua de riego posee un alto grado de salinidad. En estos sectores los suelos fueron clasificados en 3ª Categoría de riego.

C. *Los suelos de laderas escarpadas y Quebradas.*

Tanto los suelos que se encuentran en las laderas escarpadas de terrazas, como los de las quebradas que están a lo largo del río, no tienen posibilidades de cultivo, salvo en muy pequeños sectores de algunas quebradas que cuentan con riego ocasional.

La forestación de estos sitios será de interés en el caso de contarse con agua sobrante de derrames y espesor de suelo apropiado.

Es interesante notar que estos suelos ocupan en el valle una superficie de 6.351,3 hectáreas, lo cual constituye un importante porcentaje de superficie no cultivable.

Como una excepción a lo dicho puede citarse a la quebrada del Jilguero, situada pocos kilómetros al Oriente de Vallenar, donde podría pensarse en cultivar siempre que se contara con agua suficiente y no se perjudicara con ello a otros sectores de mejor calidad de suelos.

D. *Sectores salinos en terrazas de drenaje impedido.*

Ocupan estos suelos una superficie de 129,3 hectáreas, y no han sido incluidos dentro de los suelos Solonchack por presentar muy poca uniformidad en el perfil ya que por su modo de formación y situación topográfica están sujetos a continuos cambios, prefiriéndose por lo tanto darles un tratamiento aparte de los otros suelos salinos del valle.

Al describir algunas familias de Suelos Rojos de Desierto y de Tránsitos Rojos de Desierto a Suelos Calxis se expuso el problema de algunos sectores de las terrazas, que tienen pendiente hacia las bases de las mismas en vez de tenerla hacia el río, este fenómeno unido al tertel impermeable que poseen crean sectores de mal drenaje y alta salinidad al quedar allí los derrames de riegos de las terrazas superiores y en algunos casos de la misma terraza.

Es posible la recuperación de estos terrenos si se practican drenajes y lavados adecuados, teniendo además la precaución que no sigan llegando las aguas de los derrames de las terrazas situadas en planos más altos; si no se procede en esta forma el problema se irá agravando año a año al aumentar los procesos de salinización, disminuyendo en consecuencia las superficies de cultivo.

E. *Dunas del Puerto de Huasco.*

Se encuentran ubicadas en la desembocadura del río, entre el mar y las plantaciones de olivos de la Hacienda Bellavista (Complejo Infieles), tienen una superficie de 118,0 hectáreas.

Revisten estas dunas especial interés por el peligro de su avance

hacia los suelos de cultivo, este avance se realiza con gran rapidez y deberán tomarse pronto las medidas de conservación de suelos tendientes a su estabilización.

SUPERFICIE DE LOS SUELOS

I. Suelos Rojos de Desierto

10 001,1 hás.

Suelos evolucionados sobre terrazas de origen aluvial. 9.418,9 hás.	A.	Familia Huasco	4 953,0 hás.
	B.	Familia Buena Esperanza	1.483,9 "
	a)	Serie Damascos	233,1 "
	C.	Familia Cavancha	337,4 "
	D.	Familia Perales	537,9 "
	E.	Familia Membrillo	223,3 "
	F.	Familia Cachiyuyo	561,9 "
	G.	Familia La Pólvara	122,6 "
	H.	Familia Victoria	203,0 "
	I.	Complejo Imperial	198,7 "
	J.	Complejo El Morro	220,8 "
	K.	Complejo Santa Alicia	150,3 "
	L.	Tránsitos a suelos:	
		Pardo Cálcico a) Serie Polígono	70,3 "
		Gley b) Serie Nicolasa	122,7 "
Suelos evolucionados sobre terrazas de origen marino. 582,2 hás.	A.	Familia Bellavista	213,5 "
	a)	Serie Condoriaco	55,2 "
	B.	Familia Miramar	260,6 "
	C.	Complejo Huasco Bajo	52,9 "

II. Suelos Salinos-Solonchak.

875,4 hás.

A.	Serie Las Tablas	101,8 "
B.	Serie Estela	99,4 "
C.	Serie Maltesa	94,4 "
D.	Complejo Infieles	148,8 "
E.	Complejo Cachina	431,0 "

III. Tránsito Suelos Rojos de Desierto a Suelos Calxis. 5.313,8 hás.

A.	Familia Compañía	1.871,2 "
a)	Serie San Isidro	70,5 "
B.	Familia Buen Retiro	345,9 "
C.	Familia Marañón	2.693,2 "
D.	Familia Tatara	162,5 "
E.	Familia San José	170,5 "

IV. Misceláneos.

A.	Caja del Río	1.850,3 "
B.	Terrazas Recientes	389,3 "
C.	Suelos de Laderas Escarpadas y Quebradas	6.351,3 "
D.	Sectores Salinos en Terrazas de drenaje impedido	129,3 "
E.	Dunas del Puerto de Huasco	118,0 "

SUPERFICIE TOTAL ESTUDIADA 25.028,5 hás.

CAPITULO III

CLASIFICACION DE LOS SUELOS PARA RIEGO

El estudio agrológico del Valle del río Huasco permitió identificar 30 suelos. Con el objeto de determinar sus aptitudes de riego, se aplicó la pauta del Departamento, lo que permitió agruparlos en cuatro grupos.

Se clasificaron en suelos de *Primera Categoría* para riego, aquellos suelos de alta productividad, profundos, planos y libres de erosión; de texturas medias, sin tosca, libres de salinidad, sin problemas de permeabilidad o con pequeñas limitaciones de drenaje.

Los suelos que caen dentro de esta categoría son: Familias Buena Esperanza; Cavancha y La Pólvara, con una superficie de 1.943,9 hás. lo que representa un 7,77% del área estudiada.

En *Segunda Categoría* se clasifican los suelos que presentan alguna limitación por profundidad, textura o erosión. Estos suelos son de buena productividad, planos; sin tosca, o en caso que ésta exista que no alcance a producir problemas serios para el riego o el buen desarrollo de las plantas; libre de sales en la superficie; con permeabilidad y drenaje sin restricciones, o moderadamente limitados.

En esta categoría quedan ubicados los siguientes suelos: Familias Huasco; Perales (Sur); Membrillo; Victoria; Bellavista; Buen Retiro; Tatará; la Serie Polígono; los Complejos Imperial y Santa Alicia y algunas Terrazas recientes (Vallenar) con una superficie de 6.848 hás. lo que representan un 27,36% del área estudiada.

Tercera Categoría. En ella se incluyen los suelos de productividad regular a baja, con serias limitaciones de profundidad, pendiente o erosión; con problemas de textura y presencia de tosca y sales; generalmente tienen serios problemas de drenaje y permeabilidad.

Pertenecen a esta Categoría los suelos: Familias Perales (Norte), Cachiuyo, Miramar, Compañía y San José; las series: Damascos, Nicolasa, Condoriaco, Estela, San Isidro; los Complejos El Morro, Huasco Bajo y Cachina; y las Terrazas Recientes próximas a la costa. Ocupan una superficie de 4.749,5 hás. lo que significa un 18,98% del área estudiada.

Cuarta Categoría. Suelos con limitaciones tan serias que no permiten o no hacen recomendable el riego; dentro de los factores limitantes figuran: profundidad, pendiente y erosión; tosca, salinidad, permeabilidad y peligro de inundaciones muy frecuentes.

Dentro de esta Categoría están los siguientes suelos: Familia Maraón; las series Las Tablas y Maltesa; el Complejo Infieles; la Caja del río; los suelos de Quebradas y laderas escarpadas; los Sectores Salinos en terrazas de drenaje impedido y las dunas del Puerto de Huasco. Estos suelos ocupan una superficie de 11.487,1 hás. lo que representa un 45,89% de la superficie estudiada.

Cuadro Resumen de la Clasificación de los Suelos para Riego.

Suelos de Primera Categoría:	1.943,9 hás.	7,77%
Suelos de Segunda Categoría:	6.848,0 hás.	27,36%
Suelos de Tercera Categoría:	4.749,5 hás.	18,98%
Suelos de Cuarta Categoría:	11.487,1 hás.	45,89%
Superficie Total estudiada:	25.028,5 hás.	100,00%

Calidad del Agua de Riego.

Al efectuar el estudio agrológico del valle, y la clasificación de los suelos para riego se estimó como de gran importancia la calidad del agua de riego, la cual está en la actualidad agravando el problema de alcalinización de los suelos situados cerca de la costa.

El contenido de sales del agua de riego aumenta en forma ostensible de los valles interiores de San Félix y El Tránsito a la desembocadura del río en el Puerto de Huasco, y así lo indican los análisis de las muestras tomadas a lo largo del río:

En San Félix el residuo salino total fué de	1.061 partes por millón			
En El Tránsito el residuo salino total fué de	902	"	"	"
En Vallenar el residuo salino total fué de	1.190	"	"	"
En Freirina el residuo salino total fué de	3.425	"	"	"
En Huasco Bajo el residuo salino total fué de	4.296	"	"	"

Estos análisis sirven sólo para dar una idea general del problema, ya que sería necesario realizar análisis periódicos del agua, no sólo del residuo salino total sino que de elementos principales, es decir calcio, sodio, magnesio, potasio, cloruros, sulfatos, carbonatos y bicarbonatos; con el objeto de fijar los valores SAR.

Una vez obtenido estos valores serían de gran utilidad para fijar las épocas de lavado de los suelos con problemas de salinidad, ya que se podría conocer con exactitud la época en que el agua trae menos residuo salino y facilitar así la eliminación de las sales del suelo; en la actualidad se efectúa el lavado en tal forma que se aumenta la concentración de las sales en lugar de disminuirla.

Tal como se explicó al hablar de la geología, el enriquecimiento en sales se debe al hundimiento parcial del río en los sedimentos que se encuentran en su curso medio, por lo tanto constituiría una buena solución el elevar la totalidad del cauce del río, tanto el agua superficial como la subterránea, y conducirla por canales revestidos. Esta solución aunque aparentemente cara, evitaría la contaminación salina y reduciría las pérdidas por evaporación e infiltración.

CAPITULO IV

CALCULO DE TASAS DE RIEGO

Debido a la falta de datos experimentales significativos ya sea, de campo o atmométrico y de laboratorio, se ha realizado un cálculo de tasa de riego por cultivo basado en la fórmula de Blaney y Criddle; cuyo cálculo y desarrollo da resultados de seguridad aceptable.

Blaney y Criddle (1952) desarrollaron una fórmula basada en el promedio térmico mensual y el porcentaje mensual de horas de luz del año.

La expresión matemática de esta fórmula es:

$$U = K F = F K + f$$

de la cual U representa el consumo de agua por cultivo en pulgadas; F es la suma de los factores mensuales de consumo para un período (la suma de los productos de los promedios mensuales de temperatura, y los porcentajes mensuales de horas de luz del año); y K es el coeficiente empírico de consumo.

El factor (f) de consumo mensual es igual a $(T \times p)/100$ de donde T es el promedio térmico mensual expresado en grados Fahrenheit; y p es el % mensual de horas de luz, tomadas de la latitud de donde se está haciendo esta estimación.

Se ha tomado para nuestros cálculos esta fórmula debido a que los registros atmométricos, existentes en el Campo Experimental del Ministerio de Agricultura no tienen los 5 años mínimos que se necesitan para que estos datos sean representativos.

Sin duda el método experimental más exacto además de los atmómetros es el de laboratorio en el cual se determinan las siguientes constantes hídricas: Capacidad de Campo, Humedad equivalente, y luego hacen el ensayo con macetas llenas del suelo en estudio, usando semilla de maravilla para determinar el porcentaje de marchitez permanente; como resultante de la comparación de las cifras obtenidas en estas experiencias se determina el % de agua aprovechable.

La fórmula de Blaney y Criddle es la única posibilidad de calcular las necesidades de agua para los distintos cultivos, en las circunstancias ya indicadas, por cuanto considera las condiciones de temperatura por zona, los requisitos fisiológicos en función de la luminosidad y los requisitos de agua por mes y por año a cada especie vegetal.

**CALCULO Y DESARROLLO DE FORMULA DE BLANEY Y CRIDDLE
PARA LA ZONA DE HUASCO**

Promedio en % de horas de luz por meses		Promedio térmico mensual		f mensual
		C°	F°	$f = \frac{\text{Txp}}{100}$
Enero	9.58	19.0	66.2	6.34196
Febrero	9.16	18.8	65.84	6.030944
Marzo	8.32	17.2	62.96	5.238272
Abril	8.02	15.0	59.0	4.7318
Mayo	7.27	13.1	55.58	4.040666
Junio	7.27	11.1	51.98	3.778946
Julio	7.40	11.1	51.98	3.84652
Agosto	7.07	11.7	53.06	3.751342
Septiembre	8.39	13.5	56.30	4.723570
Octubre	8.68	14.6	58.28	5.058704
Noviembre	9.46	16.2	61.16	5.785736
Diciembre	9.38	17.3	63.14	5.922532

$$14,9^{\circ}\text{C} (14,88^{\circ}) = 58,82^{\circ}\text{F}$$

Período (en meses) de riego por cultivo.

1. Alfalfa:	12 meses	valor de K = 0.85
2. Cebada:	6 meses	valor de K = 0.75
3. Linaza:	6 meses	valor de K = 0.75
4. Citrus:	12 meses	valor de K = 0.55
5. Arboles de hoja caduca:	10 meses	valor de K = 0.65
6. Chácaras:	12 meses	valor de K = 0.70

U para cada cultivo por mes (en ")

Enero	1. 5.39"	Mayo	1. 3.43"	Septiembre	1. 4.02"
	2. 4.75"		2. 3.03		2. 3.54
	3. 4.75"		3. 3.03		3. 3.54
	4. 3.48"		4. 2.22		4. 2.60
	5. 4.12		5. 2.63		5. 3.07
	6. 4.44		6. 2.82		6. 3.31
Febrero	1. 5.12"	Junio	1. 3.21"	Octubre	1. 4.40"
	2. 4.52		2. 2.83		2. 3.80
	3. 4.52		3. 2.83		3. 3.80
	4. 3.31		4. 2.08		4. 2.78
	5. 3.92		5. 2.45		5. 3.29
	6. 4.22		6. 2.64		6. 3.54
Marzo	1. 4.45"	Julio	1. 3.27"	Noviembre	1. 4.92"
	2. 3.93		2. 2.88		2. 4.34
	3. 3.93		3. 2.88		3. 4.34
	4. 2.88		4. 2.12		4. 3.18
	5. 3.40		5. 2.50		5. 3.76
	6. 3.66		6. 2.69		6. 4.05

Abril	1.	4.02"	Agosto	1.	3.19"	Diciembre	1.	5.03"
	2.	3.55		2.	2.81		2.	4.44
	3.	3.55		3.	2.81		3.	4.44
	4.	2.60		4.	2.06		4.	3.26
	5.	3.07		5.	2.44		5.	3.85
	6.	3.31		6.	2.62		6.	4.14

ALFALFA	1)	5.39"
	2)	5.12
	3)	4.45
Período: 12 meses.	4)	4.02
	5)	3.43
	6)	3.21
	7)	3.27
	8)	3.19
	9)	4.02
	10)	4.30
	11)	4.52
	12)	5.03

$$U = 50.35'' = 12.789 \text{ m}^3/\text{há/año.}$$

LINAZA	7)	2.88"
Perío: 5 meses + riego rotura	9)	3.54
	8)	2.81
	10)	3.80
	11)	4.34
	12)	4.44

$$U = 21.81'' = 5.539 \text{ m}^3/\text{há/año.}$$

CEBADA	6)	2.83"
	7)	2.88
	8)	2.81
Periodo 6 meses + 1 riego rotura	9)	3.54
	10)	3.80
	11)	4.34
	12)	4.44

$$U = 24.64'' = 6.259 \text{ m}^3/\text{há/año.}$$

CITRUS	1)	3.48"
	2)	3.31
	3)	2.88
Período: 12 meses.	4)	2.60
	5)	2.22
	6)	2.08
	7)	2.12
	8)	2.06
	9)	2.60
	10)	2.78
	11)	3.18
	12)	3.26

$$U = 32.57'' = 8.272 \text{ m}^3/\text{há/año.}$$

HOJA CADUCA	1)	4.12"
	2)	3.92
	3)	3.40
	4)	3.07
	5)	2.63
	6)	2.45
	7)	2.50
	8)	2.44
	9)	3.07
	10)	3.29
	11)	3.76
	12)	3.85
		U = 38.50" = 9.779 m ³ /há/año.

CHACARAS	1)	4.44"
	2)	4.22
	3)	3.66
	4)	3.31
	5)	2.82
	6)	2.64
	7)	2.69
	8)	2.62
	9)	3.31
	10)	3.54
	11)	4.05
	12)	4.14
		U = 41.44" = 10.526 m ³ /há/año.

Tomando en consideración las pérdidas por conducción de canales dados en el "Handbook of Water Control" (pp. 215) para canales similares a los del Valle del Huasco se calcula esto en un 45%.

1)	ALFALFA . . .	tasa según Blaney:	12.789 m ³ /há/año	
		45% de ésta:		
		5.755 m ³		
				Total: 18.544 m ³ /há/año
2)	LINAZA	tasa según Blaney:	5.539	
		45% - Pérdida . .	2.493	
				8.032 total m ³ /há/año
3)	CEBADA	tasa según Blaney:	6.259	
		45% - Pérdida . .	2.817	
				9.076 total m ³ /há/año

4) CITRUS	tasa según Blaney:	8.272	
	45 % - Pérdida . .	3.722	
		11.994	total m ³ /há/año
5) HOJA CADUCA	tasa según Blaney:	9.779	
	45 % - Pérdida . .	4.409	
		14.180	total m ³ /há/año
6) CHACARAS . . .	tasa según Blaney:	10.526	
		4.737	
		15.263	total m ³ /há/año

Cálculo para Tasa de Riego Promedio.

La zona agrícola de mayor importancia del valle del Huasco es la ubicada de Vallenar hacia el Poniente, por este motivo se considerará aquí la rotación de cultivos que corresponde a este sector.

Los cultivos están representados por:

Alfalfa:	34%
Linaza:	13%
Cebada:	11%
No Cultivado:	42%

Esta distribución representa dentro del área cultivada: Alfalfa, 59%; Linaza, 22% y Cebada, 19%.

Según los cálculos obtenidos por medio de la Fórmula de Blaney y Criddle, tenemos las siguientes tasas:

Alfalfa:	12.789 m ₃ /há/año + Pérdida por Conducción =	18.544 m ³ /há/año
Linaza:	5.539 m ³ /há/año + Pérdida por Conducción =	8.032 m ₃ /há/año
Cebada:	6.259 m ³ /há/año + Pérdida por Conducción =	9.076 m ₃ /há/año

De acuerdo a las observaciones efectuadas en el terreno por los funcionarios de este Departamento y por el Sr. Ralph M. Bell, especialista de riego de la FAO, se ha llegado a concluir que la efectividad de los riegos de acuerdo a las prácticas corrientes de la zona, puede ser valorada en un 40%, de acuerdo a lo cual las tasas para estos cultivos quedan con los siguientes volúmenes de agua:

Alfalfa:	18.544 + 4.636 =	23.180 m ³ /há/año.
Linaza:	8.032 + 2.008 =	10.040 m ₃ /há/año.
Cebada:	9.076 + 2.269 =	11.345 m ₃ /há/año.

Estableciendo el Promedio Aritmético Ponderado para estas cifras, queda como tasa promedio para esta zona la cantidad de: 18.041 m₃/há/año.

CAPITULO V

LOS VALLES DE SAN FELIX Y EL TRANSITO

Ubicación. El río Huasco está formado por dos afluentes principales, los ríos Carmen y El Tránsito que confluyen en el lugar denominado La Junta ubicado a 90 Kms. de la desembocadura.

Cada uno de estos ríos dan origen a pequeños valles de gran longitud, mucha pendiente y escasa anchura, son estos los valles de San Félix y El Carmen, respectivamente.

Clima. Gozan de un clima desértico fuerte con grandes diferencias térmicas entre el día y la noche, su característica principal es su gran luminosidad que permite la maduración temprana de la fruta, y el alto grado alcohólico de los vinos.

Tenencia y uso de la tierra.

La característica principal con respecto a la tenencia de la propiedad agrícola en estos valles es la pequeña propiedad, sujeta a constante subdivisión debido a herencias. Este sistema convierte a una gran proporción de las propiedades en unidades agrícolas no económicas. A esto se suma el mal uso que se hace de la tierra ya que si consideramos los porcentajes de distribución de cultivos veremos que los cereales y forrajes ocupan un 58% de la superficie agrícola, en cambio las chacras y hortalizas ocupan un 10% y los frutales y viñas un 32%.

Analizando estas cifras podemos apreciar la distribución de los cultivos en propiedades de alto valor y escasa superficie.

Es, desde luego, antieconómico el cultivo de cereales en esta zona, ya que los rendimientos son bajísimos (10 qq/há. en trigo); los frutales que deberían constituir el principal rubro de explotación, son en su mayoría de mala calidad, no existiendo en las diferentes especies selección de ningún tipo. La viña a pesar de ser cultivada y su producción elaborada en condiciones muy inferiores a los de la zona central, tiene un rendimiento económico, el cual podría ser mejorado, con la aplicación de técnicas adecuadas tanto para el cultivo de la vid, como para la elaboración de vinos.

Regadío. Con respecto a los sistemas de riego, no existe nada definido pues se usa el peor sistema que es el de riego por inundación en terrenos de pendientes tipo A-B, se podría recomendar para las viñas el sistema de riego en curvas de nivel, y en el caso de los frutales el riego corrugado.

Debe dársele especial énfasis al buen uso del agua pues es una zona que está sujeta a sequías periódicas.

En los períodos de sequía el río Huasco, es sometido a turnos que duran 5 meses, estos tienen una duración de 6 días para cada valle. En

los años lluviosos no hay turnos. Este Departamento recomienda un estudio de la distribución de las aguas y la construcción de marcos parcos partidores que permitan solucionar los problemas de repartición.

Deberá desecharse la idea de regar nuevas áreas en estos valles, ya que las únicas superficies existentes a incorporar se encuentran situadas en plena cordillera, con un clima que no permite el desarrollo sino de algunos pastos.

Se realizó un estudio similar al que se hizo para el curso inferior del río, y se llegó a la conclusión que la tasa de riego para esta zona es similar a la fijada para el sector de Vallenar a la costa ($18.000 \text{ m}^3/\text{há}/\text{año}$) pero debería considerarse que en las condiciones de riego actuales el gasto es superior debido al mal manejo del agua.

Suelos.

Con respecto a los suelos que se encuentran en estos valles es difícil agruparlos, pero en general se puede decir que son suelos de origen aluvial, estratificados de texturas franco a franco arenosa, sólo en algunos puntos se encuentran texturas más finas. Son de pendiente A-B, bastante pedregosos, y no presentan problemas de drenaje ni alta salinidad. Las observaciones realizadas por este Departamento no han podido vertirse en un mapa por no existir uno adecuado.