

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DEL VALLE DE HUASCO
INFORME FINAL

VOLUMEN II

PARTE II : PLANTEAMIENTO GENERAL

PARTE III : EL AREA DEL ESTUDIO Y SUS RECURSOS

C E D E C 1985

CONTENIDO DEL VOLUMEN

SECCION II.A.	ANTECEDENTES GENERALES.
SECCION II.B.	OBJETIVOS Y FUNDAMENTOS DEL PROYECTO.
SECCION III.A.	DEFINICION Y SECTORIZACION DEL AREA.
SECCION III.B.	CLIMA Y AGROCLIMA.
SECCION III.C.	SUELOS Y GRUPOS DE MANEJO.
SECCION III.D.	AGUA
SECCION III.E.	ASPECTOS SOCIALES E INSTITUCIONALES.

II.A ANTECEDENTES GENERALES

INDICE DE LA SECCION

<u>CAPITULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
II.A.1	DESCRIPCION GENERAL DEL VALLE	1
	1. Localización del valle	1
	2. Extensión y características geográficas, económicas y sociales	1
	2.1 Extensión y división político- administrativa	1
	2.2 Características geográficas	2
	2.3 Características económicas generales ...	2
	2.4 Antecedentes demográficos y económicos del valle	4

II.A.1 DESCRIPCION GENERAL DEL VALLE.1. Localización del valle.

El valle del río Huasco se ubica en la III Región del país, Atacama, provincia de Huasco, entre los paralelos 28° 30' y 29° 30' de latitud sur y los meridianos 69° 45' y 71° de longitud oeste, (ver plano N° 1 del álbum de planos).

Este valle incluye a los valles interiores de El Tránsito y San Félix, cuyos ríos, El Tránsito y El Carmen, respectivamente, se unen en la Junta del Carmen a 90 km del mar, dando origen al río Huasco propiamente tal.

En general se puede decir que los límites del valle son: al norte con la zona desértica que separa el valle de Huasco del de Copiapó, al sur con la zona desértica que separa las provincias de Huasco y Coquimbo, al este con la cordillera de Los Andes y al oeste con el océano Pacífico.

Los límites específicos del presente estudio quedan fijados, de acuerdo al "Estudio Agrológico del Valle del río Huasco - SERPLAC III Región, 1980", por una envolvente que en su mayor extensión corresponde a la ubicación o trazado de los canales más altos del valle. Cabe señalar que sobre este límite, en las zonas altas de los ríos, existen pequeñas áreas arables, destinadas exclusivamente a pastos naturales que se emplean como complemento a las veranadas de cordillera. Estas superficies no están integradas al resto de la superficie agrícola del valle y es improbable que lleguen a estarlo dentro del horizonte de evaluación del estudio. La información disponible sobre estas áreas es muy escasa, pero puede afirmarse que no presentan posibilidades de beneficios agrícolas que justifiquen su inclusión en un programa de desarrollo del valle, salvo como casos marginales. En algunos aspectos de interés se han considerado estas áreas en forma adicional a la superficie del estudio. La extensión del área bajo estudio, de acuerdo con estos límites, asciende en cifras redondas a un total de 24.000 há.

2. Extensión y características geográficas,
económicas y sociales.2.1 Extensión y división político-administrativa.

La provincia de Huasco tiene una superficie de 19.065 km² e incluye extensas zonas desérticas a ambos lados del valle.

No existe una opinión general aceptada en lo que se refiere a la superficie de la hoya hidrográfica del río Huasco. En efecto, el documento Geografía Económica de Chile asigna a esta hoya una superficie de 11.480 km², mientras que SERPLAC indica para el mismo sector sólo 10.670 km².

La Provincia de Huasco, esta dividida administrativamente en cuatro comunas que son Vallenar, Freirina, Huasco y Alto del Carmen, siendo su capital la ciudad de Vallenar. La comuna de Alto del Carmen fue creada en 1980 y abarca el área de los valles interiores: El Tránsito y San Félix. En consecuencia, antecedentes que se citan con fechas de preparación anteriores a 1980, consideraran solamente las comunas de Vallenar, Freirina y Huasco.

La superficie de estas comunas, según el V Censo Nacional Agropecuario 1975-76 publicado por INE, es de 545.494,8 há, con la siguiente distribución:

Vallenar (*)	257.842,1 há
Freirina	286.482,7 há
Huasco	1.170,0 há

(*) Incluye a la actual comuna de Alto del Carmen.

2.2 Características geográficas.

El valle del río Huasco posee las características típicas de los valles transversales del norte de Chile, que se desarrollan en su parte superior entre cordones de cerros que descienden paulatinamente desde las altas cumbres del macizo andino hacia la costa.

En el valle del río Huasco pueden distinguirse dos sectores fisiográficos bien delimitados y de fácil reconocimiento: el primero de ellos, ubicado aguas arriba de Vallenar, se caracteriza por ser estrecho y confinado por altos cerros; en él, el valle presenta un aspecto típico de cajón cordillerano con frecuentes angosturas (Santa Juana, El Toro y Chañar Blanco), quebradas laterales (Chanchoquín y El Jilguero) y ensanchamientos formados por pequeñas terrazas aluviales de escaso desarrollo (San Félix y El Tránsito). El segundo sector, ubicado aguas abajo de Vallenar, tiene una extensión, entre esta ciudad y puerto Huasco, de 50 km. Este se presenta con extensas terrazas de origen fluvial ubicadas en ambos márgenes del río.

En este sector, entre Freirina y Huasco Bajo, el río recibe por el sur la quebrada de Maitencillo y por el norte la quebrada de las Tórtolas.

2.3 Características económicas generales.

2.3.a Principales actividades económicas.

Para tener un conocimiento más realista de las características económicas de Huasco, es necesario disponer del Producto Geográfico Bruto a nivel provincial. Esto no es posible ya que la desagregación de las Cuentas Nacionales se efectúa sólo a nivel regional. Sin embargo en el caso específico de Atacama, puede señalarse que las características regionales son una buena aproximación de lo que acontece a nivel provincial.

En el cuadro Nº II.A.1-1, se presenta la composición del Producto Geográfico Bruto Nacional y Regional en 1980, por sectores de actividad económica.

Se observa que esta región tiene una vocación principalmente minera, ya que este sector tiene el mayor aporte tanto al PGB regional (47%) como al PGB sectorial nacional (16%).

La producción minera es muy diversificada debido a que Atacama cuenta con importantes recursos mineros metálicos como cobre, hierro, plata, oro y abundantes minerales no metálicos, destacándose la baritina, cuarzo, carbonato de calcio, caolín, apatita, azufre y alumbre.

En el cuadro Nº II.A.1-2 se muestra la producción minera de la región, así como su incidencia en la producción nacional.

Específicamente en el valle de Huasco, los rubros más importantes en la explotación minera corresponden al hierro, cobre, y más recientemente la plata. Los principales centros productores de hierro son las minas de El Algarrobo y Los Colorados y la planta de "pellets" de Huasco, con una capacidad de producción de 3.500.000 toneladas anuales. Los yacimientos de hierro producen prácticamente el 69% del total nacional de este mineral y su destino principal es el mercado japonés, que adquiere el 95% de la producción.

Los rubros que siguen en importancia, al sector minero, con una incidencia bastante menor, son comercio, derechos de aduana e IVA de importaciones, transporte y comunicaciones con aportes al PGB Regional de 14,6%, 7,1% y 5,6%, respectivamente.

Los sectores productivos, a excepción de minería, tienen una baja incidencia en el PGB regional, aportando el sector agropecuario-silvícola un 1,1%; el sector industrial un 0,9% y el sector pesca un 0,3%.

2.3.b Sector agrícola.

La evolución y relación a nivel nacional del Producto Geográfico Bruto Agrícola Regional (PGBAR) se observa en el cuadro Nº II.A.1-3. El sector agrícola tiene una reducida participación en la economía regional, representando en promedio el 1,10% del PGBR durante el período 1974-80. Sólo supera a los sectores industrias manufactureras y pesca.

El PGB Agrícola Regional ha representado en el mismo período, un 0,29% del PGB Agrícola Nacional. La reducida participación de la región en el Producto Agrícola Nacional se debe a que la disponibilidad de recursos agrícolas de la región es muy inferior a la existente en las regiones centrales y del sur del país.

A pesar de su baja incidencia nacional, el PGB Agrícola Regional ha alcanzado, en el período 1974-80, una tasa de crecimiento de 7,29%, la que es incluso superior a la del PGB Regional y prácticamente duplica la del PGB Agrícola Nacional. Este proceso de franco desarrollo se debe a las fuertes inversiones

realizadas en el sector en los últimos tres años, en especial en el rubro parronales. Se debe agregar que este proceso se ha concentrado en el valle de Copiapó, en tanto que el valle de Huasco ha mantenido su superficie de viñedos prácticamente constante.

2.4 Antecedentes demográficos y económicos del valle.

La visión general entregada en el acápite anterior, se ha ampliado a nivel comunal a base de informaciones proporcionadas por SERPLAC de Atacama.

A continuación se presenta la población de las comunas de la provincia de Huasco, así como sus actividades económicas principales, para tener un conocimiento de la importancia relativa de cada una de ellas.

2.4.a Comuna de Huasco.

De acuerdo al censo poblacional de 1982 (ver cuadro Nº II.A.1-4), la comuna de Huasco cuenta con 7.052 habitantes. En Huasco ha permanecido casi constante la distribución entre la población urbana y rural. En efecto, si el censo de 1970 señalaba que un 88,7% de la población habitaba el sector urbano, el de 1982 hacía crecer este porcentaje sólo al 90,3%.

La actividad industrial se circunscribe casi exclusivamente a la planta procesadora de mineral de hierro y embarque de pellets, empresa que actualmente ocupa 475 personas.

En el sector minero, la explotación más importante corresponde a la mina de El Algarrobo, que cuenta con una planta de preconcentrado y cuya producción es de 3.600.000 ton/año. Le sigue en importancia la mina Los Colorados, con una producción de 550.000 ton/año.

Fuera de las oficinas habituales de servicios públicos, Huasco cuenta con una oficina de ENDESA, en la que laboran 18 personas.

2.4.b Comuna de Freirina.

Según el censo de 1982, la población de la comuna de Freirina asciende a 5.389 personas. En esta comuna es más notorio que en Huasco el fenómeno migratorio hacia centros poblados que se observa en las regiones del país. Así, si en 1970 el 55,8% de la población comunal habitaba el sector urbano de Freirina, en 1982 este porcentaje se elevaba a un 60%.

El sector industrial es prácticamente inexistente, observándose sólo pequeñas empresas de carácter familiar, como envasadoras de aceitunas y pickles.

Las mismas características se presentan en el sector minero, donde exceptuando prospecciones de reconocimiento, no aparecen actividades de importancia.

No hay actualmente grandes planes de desarrollo para la comuna, pero se espera que la construcción del embalse El Toro y los adelantos tecnológicos que ello involucre, favorezca la creación de nuevas empresas productivas, especialmente en la olivicultura.

2.4.c Comuna de Alto del Carmen.

La comuna de Alto del Carmen fue creada en el año 1980. De acuerdo al censo de 1982 su población asciende a 4.989 habitantes, de los cuales un 17,4% pertenecen al sector urbano y el 82,6% al rural.

La actividad principal de la comuna es la agricultura, aunque también se observa la presencia de pequeñas empresas pisqueras y mineras.

Dentro del sector pisquero, la planta más importante es la productora de pisco "Carmen del Huasco", que mantiene una dotación de 10 obreros. Esta empresa se abastece de uvas en la misma comuna, comprando a un número aproximado de 40 agricultores.

Otra empresa pisquera de menor magnitud que la anterior, es "Horcón Quemado", que tiene una dotación de 5 obreros. No compra uvas a los agricultores de la zona, abasteciéndose de sus propios viñedos. Su producción, de tipo artesanal, es limitada, caracterizándose por elaborar un pisco de gran calidad.

En lo que se refiere al sector minero, actualmente existen en la comuna 4 trapiches, con un número aproximado de 8 operarios, que posibilitan que gran parte de los pirquineros entreguen su producción en la misma comuna.

Las minas más importantes que se encuentran en plena explotación son: "La Viejita", "Huachacán", "La Cobre" y Marmoleras del sector Quebrada La Totorá. En conjunto, estas minas ofrecen ocupación a aproximadamente 80 personas.

Como ya se ha mencionado, la comuna es esencialmente agrícola, pero la presencia de numerosos pequeños productores ha derivado en explotaciones rudimentarias, de bajo rendimiento y que prácticamente destinan su producción al consumo familiar. Esta característica de los valles interiores del Huasco ha significado que, de acuerdo a las encuestas de los Comités de Acción Social (CAS), aproximadamente un 90% de los habitantes de la comuna estén catalogados dentro de los grupos 1, 2 y 3, vale decir, de extrema pobreza.

Las citadas condiciones de Alto del Carmen hacen pensar que esta comuna sería potencialmente una de las mayores beneficiadas con la construcción del embalse El Toro. En efecto, el mejor resultado económico aparejado con las explotaciones agrícolas de tecnología más avanzada probablemente provocarán una expansión de los poblados, una extensión del suministro eléctrico hacia las localidades más interiores de los valles El Tránsito y El Carmen, la creación e instalación de servicios hasta ahora no presentes en la comuna, tales como teléfono, telégrafo, etc.

Asimismo, seguramente la disponibilidad de mayor infraestructura en la comuna deberán provocar un mayor interés por prospecciones mineras, especialmente en los sectores extremos El Corral y Junta de Valeriano.

2.4.d Comuna de Vallenar.

Es la comuna más importante de Huasco, y su principal ciudad, Vallenar, es a su vez la capital provincial.

La comuna de Vallenar ha tenido un crecimiento de población sostenido como lo demuestran los censos efectuados desde el año 1875 que se presentan a continuación:

Población Comuna de Vallenar

<u>Año del Censo</u>	<u>Nº habitantes</u>
1875	13.569
1885	15.446
1895	16.214
1907	17.874
1920	16.095
1930	19.441
1940	22.374
1952	22.469
1960	30.966
1970	41.979
1982	47.191

Para mantener la homogeneidad de la información, se ha incluido en el año 1982 a los habitantes de Alto del Carmen, pese a que en ese año ya constituían una comuna independiente.

Este crecimiento sostenido de la comuna de Vallenar, especialmente en el período 1952-1982, en que la población más que se duplicó, se ha debido principalmente al crecimiento de la población en los distritos que componen la ciudad de Vallenar, mientras que los distritos en que se agrupan los poblados interiores del valle de Huasco han sufrido un descenso en el número de sus habitantes. Así, en el censo de 1970 la distribución de la población era un 76,9% urbana y un 23,1% rural, mientras que en el censo realizado en 1982 la migración hacia los centros más poblados hacía que un 90% de la población habitara el sector urbano y sólo un 10% el rural.

A nivel provincial, la actividad industrial de la comuna de Vallenar es significativa. A continuación se indica la empresa o grupos de empresas principales, con su consecuente ocupación de mano de obra:

<u>Nombre de la Empresa</u>	<u>Nº de trabajadores</u>
Agroindustrias de la comuna	92
Rol de pequeña industria	400
C.M.P. Vallenar	1.026
ENDESA	31
EMELAT	20
ENAMI	105
SOCEIM (Soc Constructora Eléctrica)	14
Alfonso Galeb (Explotación agrícola)	62
Total	<u>1.750 personas</u>

El sector agrícola es el más desarrollado de la comuna, caracterizándose por predios más extensos y con mayor capacidad empresarial, que deriva en explotaciones agrícolas más tecnificadas.

No se conocen planes específicos de desarrollo para la comuna, siendo la construcción del embalse El Toro, como ocurre con todo el valle, la depositaria de las esperanzas reactivadoras del Huasco.

PRODUCTO GEOGRAFICO BRUTO

1980

	PGB Regional por sectores (Miles \$ 1977)	PGB Nacional por sectores (Miles \$ 1977)	PGB Sectorial Regional ----- PGB Regional (%)	PBG Sectorial Regional ----- PGB Sectorial Nacional (%)
Agropecuario, silvícola	96.613	28.193.132	1,10	0,34
Pesca	29.192	2.183.203	0,33	1,34
Minería	4.113.443	25.751.730	47,00	15,97
Industria	79.532	76.775.883	0,90	0,10
Electr., gas y agua	310.297	7.855.829	3,54	4,20
Construcción	725.412	18.294.405	8,29	3,96
Comercio	1.279.089	64.304.751	14,61	1,99
Transporte y comunicaciones	487.794	19.377.091	5,57	2,52
Banca, bienes inmuebles	137.632	33.542.634	1,57	0,41
Propiedad de vivienda	232.631	21.086.666	2,66	1,10
Educación	237.943	14.110.071	2,72	1,69
Salud	105.219	10.386.217	1,20	1,01
Otros serv., rest. y hoteles	213.526	13.688.997	2,43	1,56
Administración Pública	140.400	17.210.073	1,60	0,82
Imputaciones bancarias	- 63.562	- 16.398.494	- 0,73	0,39
Derechos de Aduana e IVA Import.	626.026	22.734.982	7,15	2,75
Total P.G.B.	8.751.187	359.097.170	100,00	2,44

FUENTE: Plan Regional de Desarrollo 1982-1989. III Región
Intendencia Regional de Atacama, 1981.

PRODUCCION DEL SECTOR MINERO EN LA REGION DE ATACAMA1980

Minerales	Producción Regional	% de la Producción Nacional
<u>Metálicos</u>		
Cobre (Ton. de fino)	112.890	9
Gran minería	87.000	9
Mediana minería	13.700	6
Pequeña minería	12.190	82
Molibdeno (Ton. de fino)	1.440	9
Gran minería	1.440	9
Oro (Kg. de fino)	2.980	17
Gran minería	700	47
Mediana minería	900	6
Pequeña minería	1.380	74
Plata (Kg. de fino)	73.000	16
Gran minería	11.760	5
Mediana minería	42.600	24
Pequeña minería	18.640	41
Hierro (Ton. de fino)	4.143.300	69
Mediana minería	4.143.300	69
<u>No metálicos (Ton.)</u>		
Apatita	935	100
Baritina	105.700	92
Caolín	1.200	3
Carbonato de Calcio	35.130	2
Cuarzo	56.500	26

Fuente: Atlas Geográfico de Chile. Instituto Geográfico Militar, 1985.

PRODUCTO GEOGRAFICO BRUTO AGRICOLA

(Miles de \$ de 1977)

Año	PGBAN (1)	% Var.	PGBR (2)	% Var.	PGBAR (3)	% Var.	PGBAR -----% PGBR	PGBAR -----% PGBAN
1974	23.893.391	-	6.440.104	-	63.356		0,98	0,27
1975	25.050.172	+ 4,84	6.112.863	- 5,08	67.457	+ 6,47	1,10	0,27
1976	24.314.420	- 2,93	6.104.002	- 0,14	65.856	- 2,37	1,07	0,27
1977	26.836.811	+ 10,37	6.079.373	- 0,40	65.246	- 0,93	1,07	0,24
1978	25.529.070	- 4,87	7.275.786	+ 19,68	87.505	+ 34,12	1,20	0,34
1979	27.532.355	+ 7,85	7.915.014	+ 8,79	88.694	+ 1,36	1,12	0,32
1980	28.193.132	+ 2,40	8.751.187	+ 10,56	96.613	+ 8,93	1,10	0,34
Tasa de crecim. 1974-80	+ 3,59		+ 5,24		+ 7,29		$\bar{X} = 1,10$	$\bar{X} = 0,29$

FUENTE: Plan Regional de Desarrollo 1982-1989. III Región.
Intendencia Regional de Atacama, 1981

NOTAS : (1) Producto Geográfico Bruto Agrícola Nacional
(2) Producto Geográfico Bruto Regional
(3) Producto Geográfico Bruto Agrícola Regional

POBLACION TOTAL Y URBANO/RURAL PROVINCIA DE HUASCO

Provincia y Comunas	Población Total				Población Urbana				Población Rural				Población Porcentual			
	1970		1982		1970		1982		1970		1982		1970		1982	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	Urbano	Rural	Urbano	Rural
Comuna Alto del Carmen (*)	s.i	s.i	4.989	8,4	s.i	s.i	868	1,8	s.i	s.i	4.121	36,8	s.i	s.i	17,4	82,6
Comuna Vallenar	41.979	80,0	42.202	70,8	32.278	81,1	37.973	78,4	9.701	76,3	4.229	37,8	76,9	23,1	90,0	10,0
Comuna Freirina	5.543	10,6	5.389	9,0	3.093	7,8	3.216	6,6	2.450	19,3	2.173	19,4	55,8	44,2	60,0	40,0
Comuna Huasco	4.981	9,4	7.052	11,8	4.420	11,1	6.385	13,2	561	4,4	667	6,0	88,7	11,3	90,3	9,7
Total Provincia	52.503	100	59.632	100	39.791	100	48.442	100	12.712	100	11.190	100	75,8	24,2	81,2	18,8

(*) Comuna creada en 1980, en el censo de 1970 está incluida en la comuna de Vallenar

FUENTE: Censo de Población 1970. INE
Censo de Población y vivienda 1982, Recuento Preliminar

II.B FUNDAMENTACION Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

II.B.1 FUNDAMENTACION DEL PROYECTO.

Como se desprende de los antecedentes generales presentados en relación al área del estudio, la provincia de Huasco constituye una zona de transición entre el norte desértico, con una dinámica económica importante producida por la actividad de la gran minería, y la zona central agrícola, que por su parte, ha tenido en los últimos años un sostenido impulso de desarrollo basado en una política sustentadora de los precios de productos agrícolas y en la promoción de la exportación de los productos del agro.

Como se ha señalado, la principal actividad económica de la provincia de Huasco es la minería. Esta actividad ha presentado a lo largo del presente siglo grandes variaciones en su intensidad, pasando por períodos de gran auge y por otros de una paralización de actividades casi total, dependiendo de los precios existentes en el mercado internacional de los dos productos mineros principales de la región: cobre y hierro. Esta inestabilidad se hace particularmente notoria en la denominada pequeña y mediana minería, que es la más representativa en el caso de Huasco. Al ser la mayoría de las actividades económicas en el área, dependientes de la minería y al presentar ésta las características de inestabilidad señaladas, la población del área se ve afectada en cuanto a la seguridad de sus fuentes de trabajo y de sus ingresos.

La situación crítica de la región, se puso de manifiesto en los resultados del estudio realizado por el Supremo Gobierno en 1975, denominado "Mapa de la extrema pobreza". Este estudio arrojó como resultado alrededor de un 30 % de la población de la región en situación de extrema pobreza. Como se señaló antes, este porcentaje alcanza al 90% en la comuna Alto del Carmen, que resulta ser una de las zonas más críticas del país en este aspecto.

Con el propósito de mejorar esta situación, el Gobierno Regional ha planteado para el período 1982-1989 un plan regional de desarrollo, en el que al sector agrícola se le reconoce la segunda prioridad, precedido sólo por el sector minería que mantiene su primera prioridad.

Las posibilidades de un desarrollo agrícola en la región se comprueba con el desarrollo obtenido por este sector en los últimos años, como se señaló en la sección anterior (II.A), pero que no ha incluido al valle de Huasco. En el valle de Huasco las limitantes principales son la disponibilidad de agua y el bajo nivel tecnológico en grandes sectores de él.

Con el propósito de resolver las limitaciones de desarrollo agrícola del valle de Huasco, la autoridad regional, junto con plantear y promover la ejecución de un conjunto de estudios básicos, ha colaborado con la Comisión Nacional de Riego en la realización del presente estudio integral de riego y desarrollo agrícola, de acuerdo a las políticas y metodologías establecidas por dicha Comisión.

II.B.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El estudio integral de riego y desarrollo agrícola, plantea como objetivo, una evaluación de los recursos básicos del valle relevantes para el sector agrícola y un diagnóstico de la situación actual agropecuaria, incluyendo el riego, y la formulación de un proyecto de desarrollo que resuelva las limitaciones básicas y considere una adecuada utilización de los recursos y un significativo aumento de la producción.

Atendiendo a las limitaciones principales señaladas, el proyecto tiene entre sus objetivos básicos construir obras que permitan una regulación interanual del agua, y el mejor aprovechamiento de este recurso, tomando en consideración sus características de variabilidad hidrológica. Además, pretende establecer las condiciones de capacitación tecnológica del elemento humano beneficiario del proyecto, con el objeto de asegurar la correcta respuesta del agricultor, de manera que se implementen efectivamente los métodos mejorados de riego y de producción agrícola que se plantean, alcanzando las metas de producción que se proponen.

Se estima que la construcción de grandes obras de riego constituye un estímulo indispensable para el aumento de la producción agrícola, pero no suficiente, siendo necesario actuar concomitantemente sobre los diversos factores de la producción: recursos básicos, capacidad empresarial y tecnológica, recursos financieros, etc. Se deben crear las condiciones que permitan poner al alcance de los beneficiarios del plan de desarrollo, la asesoría técnica, el apoyo crediticio y los adelantos tecnológicos que constituyen los ingredientes indispensables para lograr la armonía del conjunto y alcanzar las metas de producción que se pretenden.

A través del proyecto de desarrollo agrícola y de riego planteado, se pretende obtener un aumento apreciable del ingreso operacional neto de la actividad agropecuaria, el que se estima que puede aumentar, en aproximadamente quince veces su valor actual una vez logrado el pleno desarrollo.

Igualmente se estima un incremento en las exportaciones en alrededor de US\$ 4.600.000 por año. Es significativo también el mayor empleo, ya que se espera anualmente un crecimiento de 140.000 jornadas - hombre.

Se espera, también, un efecto indirecto favorable sobre otros sectores de la economía, especialmente los servicios, el transporte y el comercio.

En términos generales, se pretende un desarrollo y crecimiento del valle de Huasco, en armonía con el desarrollo general del país y crear condiciones de estabilidad y prosperidad para la población de la provincia, con su consiguiente enraizamiento, característica que es propia de la actividad agrícola y no de la minería.

Muchos de estos objetivos señalados no quedan totalmente representados en los indicadores económicos de evaluación normalmente empleados, pero tienen una gran significación social y geopolítica, reconocida por las autoridades nacionales y regionales, que justifican la importancia que le asignan a este proyecto.

III.A DEFINICION Y SECTORIZACION DEL AREA

INDICE DE LA SECCION

<u>ITEM</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
1.	INTRODUCCION	1
2.	AREA DEL ESTUDIO	1
3.	UNIDADES DE PLANIFICACION	2
4.	SECTORES DE RIEGO	4
	4.1 Criterios de definición de sectores de riego	5
	4.2 Sectores de riego	7
5.	GRUPOS DE MANEJO	7
	5.1 Definición y criterios de definición	7
	5.2 Grupos de manejo en situación actual	8
	5.3 Grupos de manejo en situación de desarro- llo	9
6.	OTRAS SUBDIVISIONES	10

1. Introducción.

La parte III de este informe está destinada a presentar los recursos disponibles en el área del estudio, incluyendo: clima, suelo, agua y recursos sociales e institucionales.

Tanto para esta presentación de recursos, como para la ejecución del diagnóstico de la situación actual agropecuaria y el planteamiento de un proyecto de desarrollo integral de riego en el área del estudio, es necesario recurrir a una subdivisión relevante de dicha área para cada uno de los aspectos estudiados.

Considerando que el número de aspectos estudiados es más bien grande, y que cada uno de ellos requiere la aplicación de criterios propios para subdividir el área estudiada, se ha estimado conveniente presentar en esta sección (III.A) un resumen de los diversos criterios más importantes de subdivisión y las unidades resultantes, con el propósito de facilitar la comprensión de cada aspecto y las relaciones mutuas entre ellos.

La información ofrecida en esta sección se limita a establecer el tipo de criterio aplicado en cada subdivisión y su propósito, y a identificar y definir las unidades resultantes. La justificación detallada de estas unidades se presenta mas adelante al tratar cada aspecto con mayor profundidad.

2. Area del estudio.

La definición y tamaño de la superficie del valle de Huasco incluida en el estudio se ha basado en la cartografía básica del área, realizada en escala 1:10.000, y en la clasificación de suelos efectuadas como parte del "Estudio agrológico del valle del río Huasco", realizado por CICA-HYDROCONSULT para SERPLAC III Región en 1980.

Los límites del área de estudio se señalan en el plano N° 1 del álbum de planos y su superficie se ha establecido por medición planimétrica directa en los planos cartográficos originales del estudio citado. Dicha superficie total es de 23.634 há, de las cuales 11.746 há se consideran arables en su condición actual y susceptibles de ser explotadas agrícolamente siempre que se disponga del agua de riego suficiente.

Como se muestra más adelante, mediante el mejoramiento de algunas tierras puede aumentarse la superficie arable. A su vez, el proyecto propuesto produce la inundación de una cierta cantidad de tierras arables. En definitiva, la superficie arable considerada en el proyecto alcanza a 12.385 há. Es importante señalar que a lo largo del estudio, especialmente al utilizar diversas fuentes de información agropecuaria (como el V Censo Nacional Agropecuario 1975-1976, registros del Servicio de Impuestos Internos, etc) se citan y emplean distintas superficies que en cada caso se califican.

3. Unidades de planificación.

Se ha considerado que para plantear el desarrollo del valle es conveniente dividirlo en grandes unidades territoriales relativamente homogéneas en cuanto a características geográficas y sociales, respecto de cada una de las cuales pueden plantearse criterios y programas de planificación del desarrollo que tomen en cuenta sus características propias.

Para definir las unidades de planificación se han considerado los siguientes aspectos y antecedentes:

- Características y potencialidad de los recursos básicos de suelo, clima y agua. Se utiliza la clasificación de suelos, la división en distritos agroclimáticos y la actual subdivisión en secciones de la hoya hidrográfica del río Huasco y sus afluentes. También es un antecedente la división en sectores de riego que se define más adelante.
- Tenencia y tamaño de la propiedad, que se relacionan con la capacidad tecnológica de las unidades productivas y sus necesidades de apoyo para el desarrollo.
- Estructura administrativa que, basada en la organización comunal, constituye la unidad básica para llevar a cabo programas de desarrollo que involucren recursos humanos, infraestructura y servicios.

Se reconocen y definen las siguientes cuatro unidades de planificación, cuyos límites y extensión se muestran en el plano Nº 2 del álbum de planos.

a) Unidad de planificación I, que corresponde al valle del río El Carmen, desde la localidad de Higuera, aguas arriba de San Félix, hasta la confluencia con el río El Tránsito en la Junta de Alto del Carmen.

En esta unidad, las condiciones climáticas imperantes, principalmente la alta luminosidad y las diferencias de temperaturas entre el día y la noche, unidas a las características de los suelos, favorecen el desarrollo de rubros del tipo viñas, parronales y algunos frutales.

El suministro de agua de riego proviene del río El Carmen y es por lo tanto independiente de otras áreas del valle. Respecto a tenencia y tamaño de la propiedad, la característica principal es la subdivisión de la misma y abundancia de minifundio.

Esta unidad de planificación, junto con la siguiente constituyen la comuna Alto del Carmen.

b) Unidad de planificación II, que corresponde al valle del río El Tránsito, desde poco más arriba de la desembocadura del río Chollay - afluente de El Tránsito - hasta la Junta de Alto del Carmen.

Las características agroclimáticas y de tenencia y tamaño de la propiedad son similares al valle del Carmen, y de hecho tiene una potencialidad muy parecida. En la práctica se han considerado como áreas de planificación distintas por el hecho de tener fuentes de agua diferentes e independientes y porque se estima más factible implementar su desarrollo separadamente.

c) Unidad de planificación III, que corresponde a la hoya del río Huasco desde la Junta de Alto del Carmen hasta la Quebrada Carrizal por la ladera norte y la Quebrada Agua Salada por la ladera sur del valle. Estas quebradas se ubican aproximadamente a 3,5 Km al poniente del Puente Nicolasa.

A esta unidad se le ha dado la denominación de Vallenar. Es la unidad de planificación de mayor tamaño y abarca todos los terrenos que se ubican en las terrazas altas del valle.

La propiedad agrícola cambia en cuanto a tamaño, aumentando la extensión promedio de los predios y se caracteriza por la presencia en el área de prácticamente todas las parcelas de asignatarios de la Reforma Agraria. Proveniente este sector de las grandes haciendas antiguas del valle, concentra una parte importante de la superficie bajo canal de esta unidad de planificación.

La influencia del clima marítimo se hace sentir hasta poco más arriba de la ciudad de Vallenar, con presencia de neblinas durante largos períodos del año y escasa variación de temperatura durante el día. Esta condición climática, unida a las clases de suelo existentes, hace variar marcadamente la estructura productiva potencial con respecto a la de los valles interiores. En las grandes terrazas se presentan condiciones óptimas para algunos cereales, cultivos industriales, alfalfa y frutales de hoja caduca. Es necesario destacar que existe una zona, dentro de esta unidad de planificación, que comprende desde aproximadamente la Quebrada del Jilguero hasta la Junta de Alto del Carmen donde desaparece progresivamente la influencia del clima marítimo, y se va presentando un clima más similar al de los valles interiores. Ello implica que en la práctica cambia el uso actual y potencial de los suelos. Estas características son factores que llevarían a distinguir esa zona como una unidad de planificación separada o zona de transición. Sin embargo, dado que los sectores de riego que cubren las terrazas bajo Vallenar se extienden prácticamente desde Santa Juana y, siendo conveniente que los sectores de riego definan los límites específicos de cada unidad de planificación, se ha preferido incluir esta área de transición, aguas arriba de Vallenar, dentro de la III unidad.

Esta unidad de planificación corresponde a la comuna de Vallenar.

d) Unidad de planificación IV, denominada Freirina-Huasco, corresponde al área de la hoya desde el límite con la unidad III hasta la desembocadura del río Huasco en el mar.

Acentuadas las características de clima marítimo con respecto a la unidad anterior, se observa un cambio en la calidad de los suelos. El aumento de la salinidad limita el uso del suelo a rubros resistentes a ella. Destaca entre los frutales, el olivo, cuya adaptación es notoria y cubre la mayor parte de la superficie agrícola de esta área, ya sea sólo o asociado con membrillos.

El tamaño promedio de la propiedad disminuye respecto de la unidad III, pero sin llegar a darse el minifundio, predominando el pequeño propietario.

Esta unidad de planificación corresponde administrativamente a las comunas de Freirina y Huasco.

En el cuadro Nº III.A-1 se resume la subdivisión del área del estudio en unidades de planificación.

4. Sectores de riego.

El sector de riego, aunque es una unidad territorial artificial en el sentido que es esencialmente determinada por la infraestructura de riego, es de especial importancia y trascendencia en el estudio, ya que uno de los aspectos principales que se analiza es el resultado económico que se obtiene al explotar el recurso suelo-clima con una mayor o menor cantidad de agua de riego disponible para satisfacer la demanda de los cultivos considerados.

El sector de riego se define como una unidad territorial a la cual puede asociarse una determinada demanda de agua, constituyendo una unidad de riego independiente del resto desde el punto de vista del manejo del agua. El uso de modelos de simulación de la hidrología del valle y de la operación del sistema de riego, que se describen más adelante, permite analizar en que grado es satisfecha la demanda de agua asociada al sector en los distintos años hidrológicos y, en consecuencia, establecer el resultado económico promedio hidrológico asociable al sector de riego para diferentes obras (con y sin embalse de regulación) y para diferentes capacidades de dichas obras.

Así, los sectores de riego constituyen la unidad a nivel de la cual se hace la caracterización productiva y económica agropecuaria, tanto en situación actual como en las alternativas de desarrollo estudiadas y en el proyecto de desarrollo finalmente seleccionado.

4.1 Criterios de definición de sectores de riego.

a) Infraestructura de riego.

Es uno de los criterios determinantes, dada la definición de sector de riego. Como antecedente, además de la base cartográfica definida por un plano aerofotogramétrico a escala 1:5.000, con curvas de nivel cada 5 metros, realizado por el Instituto Geográfico Militar en 1976/77 y su correspondiente versión reducida a escala 1:10.000, se ha utilizado el catastro de usuarios realizado por la Dirección General de Aguas en 1981. Esta información establece toda la red de riego del valle de Huasco, incluyendo sus canales principales, ramales, entregas para el riego, roles del Servicio de Impuestos Internos de cada propiedad, roles de usuarios por canal, derechos de agua y superficie regada. A base de los canales que las riegan se han definido unidades territoriales, denominadas "zonas de riego", que por agregación permiten definir sectores de riego. La delimitación de estas zonas de riego y su relación con los sectores de riego se presentan en los documentos internos del estudio (D.I.E. Nº III.A.1).

b) Estructura de los modelos de simulación hidrológica y de operación de la cuenca.

El sector de riego, como unidad territorial de demanda de agua debe ser posible de identificar como elemento del modelo de simulación de la operación del sistema de riego de la cuenca, por lo tanto su definición debe ser consecuente con las características de dicho modelo. A su vez, la estructura del modelo tiene limitaciones impuestas por la disponibilidad de información fluviométrica.

Como se explica más adelante, el modelo hidrológico considera los siguientes tramos, que quedan determinados por la existencia de estaciones fluviométricas que proporcionan la información hidrológica necesaria para establecerlo y validarlo:

- Río El Carmen : San Félix a Juntas
- Río El Tránsito : Angostura a Juntas
- Río Huasco : Algodones a Puente Nicolasa
- Río Huasco : Puente Nicolasa a el mar.

Cabe señalar que el cuarto tramo no tiene estación de cierre y por lo tanto constituye un tramo abierto.

Por otra parte, la operación del sistema de riego considera cuatro secciones del río Huasco y sus afluentes. La primera y segunda secciones corresponden respectivamente a los ríos El Carmen y El Tránsito. La tercera sección corresponde al río Huasco entre la Junta del Carmen y el puente de la carretera Panamericana (aproximadamente a 2 km al poniente de Vallenar) y la cuarta sección, desde el término de la 3a sección hasta el mar. Ni los límites de estas secciones ni los de las unidades de planificación pueden hacerse coincidir con los tramos del modelo.

Al interior de las superficies regadas por los ríos El Carmen y El Tránsito no existe información alguna de control de caudales, (secciones de aforo), que otorgue una estadística histórica que permita deducir patrones de comportamiento o interrelaciones entre subáreas dentro de los dos tramos identificados en el modelo hidrológico. Por el contrario, es una continua repetición de fenómenos en cortos espacios a lo largo del río, (pérdidas, recuperaciones, equilibrio), que hacen imposible un análisis, ni siquiera cualitativo, por subáreas.

Esta situación ha conducido a asociar al valle El Carmen con un solo sector de riego (A) y al valle El Tránsito con otro (B), siendo imposible e injustificada una subdivisión mayor. Por otra parte, cabe señalar que los sectores A y B no quedan totalmente incluidos en los correspondientes tramos del modelo, ya que se extienden, en parte, aguas arriba de los puntos de control San Félix y Angostura.

En la tercera sección del río es posible subdividir el área en diez sectores de riego (C a L, inclusive), ya que existen siete grandes canales que representan los dos tercios del total de derechos de agua de la cuenca y cuentan con estadísticas diarias de caudales captados y estudios de pérdidas en camino, además que uno de ellos tiene controles diarios de caudales entrantes al predio. Para los tres sectores restantes es posible estimar el valor de sus parámetros por interpolación o extrapolación.

En relación con el modelo de simulación hidrológica, debe señalarse que su tercer tramo que llega hasta el puente Nicolasa (ubicado aproximadamente 25 km al poniente de Vallenar), incluye la tercera sección del río y cuatro de los seis sectores que se identifican en la cuarta sección (M a P). En efecto, en la cuarta sección del río se identifican seis sectores de riego (M a R, inclusive), en función de información sobre pérdidas y recuperaciones en el río que permite hacer ciertos supuestos sobre el comportamiento físico del sistema e interrelaciones entre estos seis sectores que, por su tamaño, por su posición en las distintas terrazas y por la ubicación de sus bocatomas, pueden ser considerados adecuados.

c) Caracterización productiva y económica del valle.

Como se ha dicho, el sector de riego, además de permitir definir una demanda de agua puntual asociada a su superficie (la que dependerá de los cultivos existentes en ella o los que se proponga considerar a futuro en la situación de desarrollo), debe hacer posible una estimación de sus resultados económicos según el grado de satisfacción de esa demanda de agua en un año cualquiera.

Esta caracterización productiva y económica se basa principalmente en otra unidad territorial que se define más adelante: el grupo o unidad de manejo. Siempre es posible caracterizar el sector de riego por agrupación de las características de las unidades de manejo que incluya. Sin embargo, se ha tenido presente evitar, en la medida de lo posible, la definición de sectores de riego de una superficie muy pequeña, ya que en estos casos su caracterización no sería compatible con los márgenes de error de la información disponible.

Al respecto debe tenerse presente que el estudio ha sido planteado tratando de asegurar la confiabilidad de los resultados al nivel de grandes áreas del valle y de su conjunto, a fin de dimensionar adecuadamente las obras, y no a nivel de cada agricultor.

4.2 Sectores de riego.

Aplicando los criterios descritos, el área total del valle queda dividida en dieciocho sectores de riego, designados por letras de la A a la R. La ubicación, límites y extensión de estos sectores de riego se señalan en el plano N° 6 del álbum de planos.

Las relaciones entre sectores de riego y unidades de planificación, así como sus superficies, se precisan a continuación al definir los grupos o unidades de manejo.

5. Grupos de manejo.

5.1 Definición y criterios de definición.

Los grupos de manejo son unidades territoriales caracterizadas por ciertas condiciones de clima y suelo que determinan una aptitud relativamente homogénea para el desarrollo de las plantas. Conforman así unidades de potencialidad productiva homogénea, a las que es posible asociar una cierta gama de cultivos. Se postula además, que en un momento determinado esta potencialidad se caracteriza en un resultado económico, también relativamente homogéneo, a través de la selección, hecha por los agricultores, de los cultivos más convenientes dentro de las condiciones del mercado y de acuerdo a la capacidad del agricultor y al apoyo recibido.

Cuando se han identificado limitaciones que podrían alejar los resultados económicos de un área agrícola de la que podría esperarse de las condiciones de suelo y clima, estas áreas han sido incluidas en grupos de manejo diferentes.

Los grupos de manejo se han definido e identificado considerando los distritos agroclimáticos, las series de suelos determinadas en el estudio agrológico, las clases de capacidad de uso de los suelos y su aptitud frutal. Combinando estos aspectos, se han establecido trece grupos de manejo en el valle de Huasco.

Los grupos de manejo no constituyen, por su naturaleza, unidades territoriales continuas. Su ubicación, dimensiones y límites se han señalado en los planos originales de suelos (escala original 1:10.000). En el plano N° 3 del álbum de planos, se representan los grupos de manejo, los que han sido

marcados sobre la clasificación de suelos. Para esta representación se utilizan los planos de suelos reducidos a la mitad, con escala final aproximada de 1:20.000.

Una medición planimétrica directa sobre estos planos, permite establecer la superficie correspondiente a cada grupo de manejo en cada sector de riego, así como para cada unidad de planificación.

5.2 Grupos de manejo en situación actual.

En el cuadro Nº III.A-2 se presenta el resultado de las superficies determinadas para cada grupo de manejo en cada sector en la condición actual de los suelos. Se tiene un total de 23.634 há.

Cabe señalar que las mediciones planimétricas se han realizado determinando valores con un decimal y así se han utilizado los datos al hacer otros análisis y estudios. Sin embargo, para hacerlos más fácilmente comprensibles, en los cuadros de presentación se redondean a hectáreas. Por este motivo puede haber discrepancias de algunas hectáreas entre diversos cuadros a lo largo del informe.

Son explotables agrícolamente (suelos arables) los correspondientes a los grupos de manejo 1 a 11. Los suelos del grupo de manejo 12 y 13 son, en algunos casos, recuperables mediante acciones u obras de mejoramiento, permitiendo su reclasificación en alguno de los grupos 1 al 11.

En las condiciones actuales puede apreciarse que 11.746 há corresponden a los grupos de manejo 1 a 11, repartidas entre los sectores de riego y unidades de planificación en la forma que muestra el cuadro (Nº III.A -2).

Las superficies determinadas corresponden a superficies brutas, por la forma en que han sido establecidas, y corresponden en los grupos de manejo 1 a 11 a suelos agrícolamente explotables en su totalidad, sin embargo, en este caso es posible considerarlas prácticamente iguales a superficies netas ya que, por las características topográficas del valle, los caminos, canales y otras obras de infraestructura indirectamente productivas ocupan laderas de cerros y terrenos en general improductivos. Se ha estimado que no más de un 5% de la superficie productiva bruta es necesaria para ser utilizada en obras de la naturaleza señalada, por lo que a lo largo del estudio se ha preferido emplear sólo las superficies determinadas por planimetría, y el efecto de la existencia inevitable de una pequeña proporción de superficie productiva utilizada en fines indirectos productivos (cercos, canales menores, construcciones, etc), se ha tomado en consideración a través de los rendimientos.

Por otra parte, cabe señalar que en la situación actual es irrelevante la distribución entre superficies brutas y netas, ya que por el agua disponible solo se explota no más del 60% de la superficie productiva disponible.

Puede apreciarse que en la unidad de planificación 3, se incluye una superficie del grupo de manejo 10, de 17 há y que no se ha incluido en ningún sector de riego. Esta superficie se riega actualmente con agua obtenida de pozos y no tiene derechos de agua sobre el río. Se incluye como superficie productiva pero luego se retira del área del estudio de desarrollo, suponiendo que continuará utilizando su abastecimiento de agua actual, por lo que sus resultados son independientes del proyecto propuesto.

5.3 Grupos de manejo en situación de desarrollo.

El proyecto de desarrollo plantea la modificación de la situación descrita. En efecto, en la unidad de planificación 3, en los sectores de riego F y G, existen terrenos que están bajo canal y que están clasificados en los grupos de manejo 12 y 13. Estos terrenos mediante operaciones de despedradura pueden mejorarse. Se trata de 48 há en el sector de riego F, del grupo de manejo 12 que pueden rehabilitarse e incorporarse al grupo de manejo 9. Igualmente en el sector G, se encuentran 12 há del grupo de manejo 12 y 37 há del grupo de manejo 13 que, por despedradura, se incorporan al grupo de manejo 9 del mismo sector. Se trata en total de 97 há.

Por otra parte en el sector C se agregan al grupo de manejo 9, 464 há de nuevo riego que se recuperan por despedradura de los grupos de manejo 12 (439 há) y 13 (25 há).

Igualmente en el sector de riego K se recuperan para el grupo de manejo 8, 169 há de nuevo riego, que se obtienen por despedradura de terrenos del grupo de manejo 12.

En la unidad de planificación 4, sector de riego R, se recuperan para el grupo de manejo 10, 81 há de terrenos de los grupos de manejo 12 (66 há) y 13 (15 há) que corresponden a suelo clasificado como misceláneo - pantano en el estudio agrológico. Esta superficie se encuentra en el área denominada Las Tablas y se propone para ella un programa de mejoramiento del drenaje.

En el cuadro N° III.A-3 se presenta la distribución de superficies de los grupos de manejo entre los diferentes sectores en situación de desarrollo, o sea, tal como se consideran dentro del proyecto de desarrollo que se propone. Se aprecia que la superficie total explotable agrícolamente alcanza a 12.557 há.

Finalmente, en el cuadro N° III.A-4 se presentan las superficies por grupo de manejo, sector de riego y unidad de planificación que se consideran en el proyecto de desarrollo (embalse El Toro con capacidad de 160 millones de metros cúbicos) al definir el patrón de riego en un año hidrológico normal. En este caso se considera regar la totalidad de los suelos arables que corresponden a la cifra señalada, con las siguientes modificaciones:

- El embalse El Toro inunda 155 há de terreno productivo que se componen de:

66 há del grupo 1 del sector A
32 há del grupo 2 del sector A
43 há del grupo 3 del sector B
14 há del grupo 4 del sector B

155 há

- Se descuentan además las 17 há de la unidad de planificación 3 regadas con agua de pozo.

Como puede apreciarse, quedan un total de 12.385 há distribuidas por grupo de manejo y sectores de riego, como indica el cuadro Nº III.A-4.

6. Otras subdivisiones.

Como se apreciará en la lectura del informe, se utilizan, además de las señaladas, otras subdivisiones del área del estudio que cumplen en cada caso un propósito determinado, pero no tienen la relevancia de las ya presentadas.

IDENTIFICACION UNIDADES DE PLANIFICACION

VALLE DEL RIO HUASCO

IDENTIFICACION UNIDADES	COMUNAS *	LIMITES FISICOS APROXIMADOS
I Valle del Carmen	Alto del Carmen	Valle del Río Carmen desde San Félix hasta La Junta.
II Valle del Tránsito	Alto del Carmen	Valle del río El Tránsito desde Río Chollay hasta La Junta.
III Vallenar	Vallenar	Oriente : La Junta. Poniente: Quebrada Carrizal y Agua Salada.
IV Freirina - Huasco	Huasco - Freirina	Oriente : Quebrada Carrizal y Agua Salada. Poniente: El Mar.

* La comuna que se especifica en esta columna corresponde a aquella que cubre la mayor parte de la superficie de la unidad de planificación.

SUPERFICIE DE LOS GRUPOS DE MANEJO EN SITUACION ACTUAL
DISTRIBUCION ENTRE SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION (ha).

CUADRO N° III.A-2

SECTORES	GRUPOS DE MANEJO																
	SUELOS				ARABLES						TOTAL ARABLE		SUELO NO ARABLE				TOTAL
U. de PL.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	OTROS	NO ARAB.	TOTAL	
A	193	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	522	18	351	15	384	906
U.PL. 1	193	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	522	18	351	15	384	906
B	0	0	486	646	0	0	0	0	0	0	0	1132	31	1453	23	1507	2639
U.PL. 2	0	0	486	646	0	0	0	0	0	0	0	1132	31	1453	23	1507	2639
C	0	0	0	0	0	0	390	266	946	0	0	1602	549	915	358	1822	3424
D	0	0	0	0	0	0	127	450	9	3	0	589	28	180	83	291	880
E	0	0	0	0	0	0	813	277	220	0	0	1310	35	147	21	203	1513
F	0	0	0	0	0	0	213	360	292	0	0	865	73	467	44	584	1449
G	0	0	0	0	0	0	216	313	1264	0	0	1793	361	959	65	1385	3178
H	0	0	0	0	0	0	5	12	0	0	0	17		13	31	44	61
I	0	0	0	0	0	0	20	273	37	14	0	344	71	137	3	211	555
J	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	21		37	23	60	81
K	0	0	0	0	0	0	443	344	45	4	0	836	251	778	75	1104	1940
L	0	0	0	0	46	56	0	0	0	0	0	102	11	299	7	317	419
M	0	0	0	0	0	0	87	315	145	0	0	547	47	586	11	644	1191
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	56		275		275	331
O	0	0	0	0	0	0	229	338	171	24	8	770	119	789	9	917	1687
P	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4	0	11	3	55		58	69
sin/número	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	17		355	2	357	374
U.PL. 3	0	0	0	0	46	56	2543	2956	3129	142	8	8880	1548	5992	732	8272	17152
Q	0	0	0	0	0	0	14	4	46	428	4	496	6	432	16	454	950
R	0	0	0	0	0	0	15	0	33	379	289	716	89	739	81	909	1625
U. PL. 4	0	0	0	0	0	0	29	4	79	807	293	1212	95	1171	97	1363	2575
TOT.SEC.	193	329	486	646	46	56	2572	2960	3208	949	301	11746	1692	8967	867	11526	23272
URBANO										1		1		8	353	361	362
TOTAL	193	329	486	646	46	56	2572	2960	3208	950	301	11747	1692	8975	1220	11887	23634

SUPERFICIE DE LOS GRUPOS DE MANEJO EN SITUACION DE DESARROLLO
DISTRIBUCION ENTRE SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION (há).

CUADRO N° III.A-3

SECTORES	GRUPOS DE MANEJO															TOTAL					
	SUELOS					ARABLES					SUELO NO ARABLE										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
A	193	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	522	18	351	15	384	906
U.PL. 1	193	329	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	522	18	351	15	384	906
B	0	0	486	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1132	31	1453	23	1507	2639
U.PL. 2	0	0	486	646	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1132	31	1453	23	1507	2639
C	0	0	0	0	0	0	390	266	1410	0	0	2066	110	890	358	1358				1358	3424
D	0	0	0	0	0	0	127	450	9	3	589	28	180	83	291				291	880	
E	0	0	0	0	0	0	813	277	220	0	1310	35	147	21	203				203	1513	
F	0	0	0	0	0	0	213	360	340	0	913	25	467	44	536				536	1449	
G	0	0	0	0	0	0	216	313	1313	0	1842	349	922	65	1336				1336	3178	
H	0	0	0	0	0	0	5	12	0	0	17		13	31	44				44	61	
I	0	0	0	0	0	0	20	273	37	14	344	71	137	3	211				211	555	
J	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	21		37	23	60				60	81	
K	0	0	0	0	0	0	443	513	45	4	1005	82	778	75	935				935	1940	
L	0	0	0	0	46	56	0	0	0	0	102	11	299	7	317				317	419	
M	0	0	0	0	0	0	87	315	145	0	547	47	586	11	644				644	1191	
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	56		275		275				275	331	
O	0	0	0	0	0	0	229	338	171	24	770	119	789	9	917				917	1687	
P	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4	11	3	55		58				58	69	
sin/número	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17		355	2	357				357	374	
U.PL. 3	0	0	0	0	46	56	2543	3125	3690	142	8	9610	880	5930	732	7542				7542	17152
Q	0	0	0	0	0	0	14	4	46	428	4	496	6	432	16	454				454	950
R	0	0	0	0	0	0	15	0	33	460	289	797	23	724	81	828				828	1625
U. PL. 4	0	0	0	0	0	0	29	4	79	888	293	1293	29	1156	97	1282				1282	2575
TOT.SEC.	193	329	486	646	46	56	2572	3129	3769	1030	301	12557	958	8890	867	10715				10715	23272
URBANO										1			8	353		361				361	362
TOTAL	193	329	486	646	46	56	2572	3129	3769	1031	301	12558	958	8898	1220	11076				11076	23634

SUPERFICIE ARABLE DE LOS GRUPOS DE MANEJO CONSIDERADA EN PATRON DE RIEGO
 ENBALSE EL TORO DE 160 MILLONES DE M3 DE CAPACIDAD
 AÑO HIDROLOGICO NORMAL
 DISTRIBUCION ENTRE SECTORES DE RIEGO Y UNIDADES DE PLANIFICACION (há).

CUADRO N° III.A-4

SECTORES Y UNIDADES PLANIFICACION	GRUPOS DE MANEJO										TOTAL ARABLE	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	127	297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	424
U PL. 1	127	297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	424
B	0	0	443	632	0	0	0	0	0	0	0	1075
U. PL 2	0	0	443	632	0	0	0	0	0	0	0	1075
C	0	0	0	0	0	0	390	266	1410	0	0	2066
D	0	0	0	0	0	0	127	450	9	3	0	589
E	0	0	0	0	0	0	813	277	220	0	0	1310
F	0	0	0	0	0	0	213	360	340	0	0	913
G	0	0	0	0	0	0	216	313	1313	0	0	1842
H	0	0	0	0	0	0	5	12	0	0	0	17
I	0	0	0	0	0	0	20	273	37	14	0	344
J	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	0	21
K	0	0	0	0	0	0	443	513	45	4	0	1005
L	0	0	0	0	46	56	0	0	0	0	0	102
M	0	0	0	0	0	0	87	315	145	0	0	547
N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	0	56
O	0	0	0	0	0	0	229	338	171	24	8	770
P	0	0	0	0	0	0	0	7	0	4	0	11
U PL. 3	0	0	0	0	46	56	2543	3125	3690	125	8	9593
Q	0	0	0	0	0	0	14	4	46	428	4	496
R	0	0	0	0	0	0	15	0	33	460	289	797
U. PL. 4	0	0	0	0	0	0	29	4	79	888	293	1293
T O T A L	127	297	443	632	46	56	2572	3129	3769	1013	301	12385

III.B. CLIMA Y AGROCLIMA

INDICE DE LA SECCION

<u>CAPITULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
III.B.1	INTRODUCCION.....	1
III.B.2	CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DEL VALLE.....	3
	1. Antecedentes generales.....	3
	2. Parámetros climatológicos.....	5
	3. Distritos agroclimáticos.....	21
III.B.3	ANALISIS AGRONOMICO DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS.....	25
	1. Generalidades.....	25
	2. Análisis agronómico del distrito I: Huasco-Maintencillo.....	26
	3. Análisis agronómico del distrito II: Maitencillo-Chañar Blanco.....	30
	4. Análisis agronómico del distrito III: Chañar Blanco - Junta del Carmen.....	34
	5. Análisis agronómico del distrito IV: Valle del Tránsito.....	36
	6. Análisis agronómico del distrito V: Valle del río El Carmen.....	38

III.B.1 INTRODUCCION.

Para formular una planificación adecuada y eficiente del desarrollo agrícola de una área es indispensable un conocimiento de las características climáticas que, en conjunto con el diagnóstico de las características del suelo y la disponibilidad del agua, permitan no solo una adecuación a las condiciones locales, sino, también, el aprovechamiento de sus oportunidades.

En esta perspectiva, resulta de gran utilidad conocer el comportamiento de los distintos elementos climáticos, tanto en forma particular como en su conjunto. Así es posible visualizar aquellas condiciones que resulten adecuadas para los diferentes cultivos.

Cada especie agrícola se desarrolla en un área de distribución geográfica que satisface en mayor o menor grado sus requerimientos agroclimáticos. La interacción entre los elementos bioclimáticos del ambiente determina reacciones de parte del cultivo que conforman un patrón de comportamiento biológico. Cada variedad o grupo de variedades satisfacen sus necesidades en mejor forma que otras cuando se ven confrontadas con un cierto complejo climático determinado que le ofrece ventajas para su desarrollo. Si bien se produce un complejo de interacciones, es posible identificar algunos elementos o factores que son de una significación mayor tales como: las temperaturas (consideradas como acumulación de calor o como temperaturas medias y extremas), el período anual o diario de calentamiento, los límites del calor para el comienzo de las fases fenológicas, el rango anual del período de luz que actúa sobre los tejidos verdes y como un umbral para la floración, etc.

También el agua es un elemento bioclimático determinante en el crecimiento de los cultivos y que opera, con temperaturas favorables, en los procesos de incremento de peso y volumen de los tejidos de las plantas, pero no en la formación de nuevos órganos. Esto, a diferencia de la temperatura, que afecta al crecimiento y al desarrollo en forma simultánea, entendiéndose por crecimiento el aumento de biomasa y por desarrollo el paso por fases biológicas sucesivas hasta llegar a la maduración.

Respecto de los requerimientos bioclimáticos de una determinada especie, no todas las áreas son agrícolamente adecuadas. La correcta combinación de elementos bioclimáticos para el crecimiento y desarrollo de una especie, de manera concordante con sus requerimientos, se realiza en un ambiente denominado agroclima. Este se caracteriza por la combinación de determinadas condiciones climáticas, especificadas con respecto a su intensidad, duración, frecuencia y organización en el tiempo, que hacen posible el cultivo de una determinada especie.

El área en que dichas condiciones climáticas son suficientemente homogéneas para asegurar que un mismo grupo de especies pueda ser cultivado en condiciones semejantes de desarrollo, se denomina distrito agroclimático. Este se define con respecto a un espectro amplio de cultivos posibles y está caracterizado por una combinación de elementos climáticos cuyos intervalos de variación se definen previamente.

El objetivo principal de esta sección es caracterizar agroclimáticamente el valle de Huasco, con la finalidad de definir distritos agroclimáticos, de potencialidad productiva relativamente homogénea en cuanto a factores agroclimáticos.

Estos distritos se utilizan posteriormente para la definición y caracterización de unidades o grupos de manejo identificables a lo largo del valle. Estos grupos constituyen a su vez unidades territoriales de determinadas condiciones de clima y suelo, que presentan un conjunto de características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y que, por consiguiente, conforman unidades de potencialidad productiva relativamente homogénea, a las que es posible asociar una cierta gama de cultivos. De esta forma constituyen la información básica para asignar posteriormente determinados cultivos en las distintas áreas del valle de acuerdo a las alternativas de desarrollo que se consideran.

En el capítulo III.B.2 de esta sección se presenta una caracterización agroclimática de la cuenca, concluyendo con una definición de los distritos agroclimáticos identificados.

En el capítulo III.B.3 se realiza un análisis agronómico de dichos distritos agroclimáticos.

Cabe señalar que la información pluviométrica, que generalmente constituye un elemento importante del clima, se presenta en la sección III.D y en este caso no desempeña un rol significativo por la pequeña magnitud de las precipitaciones y su alta variabilidad.

En el plano Nº 2 del álbum de planos, se presentan los límites y ubicación de los distritos agroclimáticos definidos y en el plano Nº 4 las isoyetas de probabilidad 50%.

III.B.2

CARACTERIZACION AGROCLIMATICA DEL VALLE.1. Antecedentes generales.

La zona en estudio corresponde al cinturón de altas presiones subtropicales, especialmente el anticiclón del Pacífico suroriental. Estas áreas de alta presión inhiben el paso de frentes por encima de la zona mediterránea y también aumentan la estabilidad vertical del aire. En el verano, las áreas de alta presión están ubicadas lejos del Ecuador entre 35° y 31°, y la actividad frontal está desplazada a los polos. En los inviernos, las celdas de alta presión se mueven hacia el Ecuador entre 25° y 28° y los frentes pueden alcanzar más cerca de él cruzando las regiones mediterráneas. Estos frentes de invierno son las principales fuentes de precipitación en estas regiones. La estabilidad atmosférica contribuye a formar una capa de inversión causada por la penetración de aire marino más frío bajo aire superior más cálido. Según diversas estimaciones esta capa de inversión tendría un espesor de 400 a 1000 m.

Desde un punto de vista ecológico, esta área se encuentra inserta en la zona de tendencia mediterránea, que se extiende prácticamente desde el paralelo 25 hasta más al sur del paralelo 40 en Chile. En efecto, se puede caracterizar este clima mediterráneo simplemente por dos condiciones: lluvias regulares de invierno, aún cuando ellas sean insuficientes y un período variable de sequía en verano.

La zona mediterránea se degrada al norte en el desierto, y al sur en el bosque valdiviano, engendrando, en ambos casos, vastas áreas de interpenetración, razón por la cual es posible indicar que no existen demarcaciones rígidas.

Dentro de los subtipos que se han reconocido en el clima mediterráneo en Chile, de acuerdo a los principios de Emberger, es posible ubicar la zona del valle del río Huasco en la región mediterránea perárida. En la costa y hacia el interior, se observan algunas influencias de la región mediterránea árida. Hacia la cordillera estas condiciones se degradan ciertamente hacia un tipo andino. El bioclima marítimo de la tendencia mediterránea se acentúa por las influencias oceánicas, siendo más húmeda que aquella de la banda interior, con las temperaturas mínimas más elevadas, las máximas más bajas y por lo tanto una menor diferencia térmica. Por otra parte, el bioclima de montaña que recibe influencias continentales, a pesar de ser más lluvioso, posee una humedad relativa más baja en relación a la zona costera. Además, es posible encontrar una diferencia térmica más acentuada ya que las temperaturas extremas son más rigurosas.

En la parte septentrional más árida de la zona mediterránea de Chile, las condiciones desérticas son más claras, aun cuando ellas sean mitigadas por fenómenos específicos. Las lluvias bastante constantes de invierno, permiten la aparición de densas formaciones de matorrales, al menos en ciertos pequeños valles, y cultivos típicos del área mediterránea, en particular, olivares.

En la región mediterránea perárida, a la que corresponde el valle de Huasco, la sequedad está algo templada en la costa por la humedad elevada y las neblinas persistentes, en la banda preandina por el aumento de la pluviosidad y en el interior por condiciones edáficas a lo largo de los ríos que llegan hasta el mar.

Desde este punto de vista existen 9 a 10 meses absolutamente áridos en la costa, 11 en el interior y 9 en la parte preandina. Ningún mes es suficientemente húmedo, sino simplemente semiárido. Por otra parte la fauna y la vegetación natural tienen su período de mayor actividad biológica en invierno.

Determinados valores de algunos parámetros caracterizan a las regiones hidroclimáticas más importantes del área del estudio. La temperatura media es de 16,5°C en la costa, 16°C en la parte central y 11°C en el área preandina. La media de las máximas es de 20°C en la costa, 24,5°C en la parte central y 16,5°C en el área preandina. La media de las mínimas es de 13°C en la costa, 8°C en la parte central y 7°C en el área preandina. La pluviosidad es de 20 - 25 mm en la costa, 25 mm en la parte central y 50 - 75 mm en el área preandina. La humedad relativa es de 75% en la costa, 65% en la parte central y 25 - 30% en el área preandina. La atmósfera es pues especialmente seca en las inmediaciones de los Andes.

Respecto a vegetación, la dominante es la de semidesierto (jaral) de Caméfitas y Cactáceas, cuya densidad crece hacia la costa y hacia el sur. Sobre las colinas y los valles costeros, donde se hace sentir la influencia de la neblina, se encuentran asociaciones muy densas de lechero (*Euphorbia lactiflua*) y de Cactáceas. A lo largo de los ríos, donde la permeabilidad del suelo permite el ascenso de aguas subterráneas, hay sabanas de chañar (*Geoffroea decorticans*) y asociaciones herbáceas halófitas de *Distichlis*. En esta zona es posible encontrar varias áreas de desierto absoluto, cuya extensión ha aumentado considerablemente después de los años de sequía.

Por otra parte, la situación topográfica que caracteriza al valle de Huasco condiciona fuertemente sus características climáticas.

Morfológicamente es posible enunciar cuatro grandes áreas insertas en la geomorfología local: las terrazas marinas al oeste, las cadenas montañosas intermedias, la alta cordillera y los fondos de ríos y quebradas. Todas ellas son importantes en la definición de microclimas locales.

Así, pueden definirse unidades de relieve que actúan como factores locales en las variaciones climáticas. En efecto, el ámbito de influencia de las condiciones marítimas llega hasta el estrechamiento de la caja del río en el cordón de los Maitenes, cercano al pueblo de Maitencillo.

Al interior de la unidad de cerros costeros se encuentra la presencia de importantes terrazas aluviales, las cuales constituyen terrenos planos y abiertos disectados por algunas quebradas laterales y el río Huasco. Debido a estas características y considerando el estrechamiento del horizonte, las

horas de sol no se ven notoriamente disminuidas por las montañas locales. En esta área de terrazas aluviales de gran amplitud confluyen tanto los vientos generados por la influencia marina como los que provienen encajonados desde el Este.

Desde más abajo del pueblo de Chañar Blanco y hasta la localidad conocida como Junta del Carmen se desarrolla un cauce de río profundamente excavado en forma de garganta. Esta configuración topográfica determina características climáticas definidas por la disminución de horas de sol en el plano aluvial, encajonamiento de los vientos y una fuerte oposición de laderas norte y sur.

Aguas arriba de la Junta del Carmen se detecta la presencia de dos situaciones topográficas distintas. La primera, corresponde al río El Tránsito, el que se muestra como un valle amplio y abierto orientado en una dirección E-W. En aquellos sectores de confluencia de quebradas afluentes, las tierras son relativamente planas y alcanzan una mayor magnitud. Además, se producen estrangulamientos sucesivos de la caja del río, lo cual confiere características microclimáticas mejores en las zonas abiertas. También se aprecia una fuerte oposición en las laderas N y S, siendo más asoleadas las primeras.

La segunda unidad topográfica definida es el valle del río El Carmen. Este sector presenta notoriamente disminuidas sus horas de sol, debido principalmente a su orientación N-S, lo cual le otorga diferencias significativas desde este punto de vista en relación al río El Tránsito.

De esta forma, la caracterización ecológica del área de estudio muestra una sucesión de bandas orientadas en dirección N-S, que se pueden seguir fácilmente con la estructura orográfica. El efecto de la altitud juega un rol importante en la generación de los biomas regionales.

Los fondos del valle y las quebradas constituyen elementos introducidos en los cuales los sistemas de cultivos, generados por la ocupación humana, están definidos por la presencia de los cursos de agua y particulares situaciones climáticas, que le dan mayor permanencia a la vegetación incorporada.

2. Parámetros climatológicos.

2.1 Fuentes de información.

Con la finalidad de caracterizar la cuenca para poder determinar distritos agroclimáticos de potencialidad agrícola semejante, se han estudiado los siguientes aspectos: radiación solar y nubosidad, temperaturas, viento, evaporación, riego máximo, productividad primaria e índices bioclimáticos. No se incluye un análisis de la precipitación, aspecto que es tratado en la sección III.D.

En el análisis específico de los diferentes aspectos no se hace una demarcación entre elementos climáticos y aquellos agroclimáticos, ya que todos los parámetros analizados tienen una clara proyección hacia la biología de las especies vegetales y por consiguiente, tienen relación con la materialización de su potencialidad productiva.

Los antecedentes climatológicos provienen principalmente de la Dirección Meteorológica de Chile, Dirección General de Aguas y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias.

Cabe señalar que el valle muestra una extrema escasez de estaciones meteorológicas, que los datos son incompletos, que las series no son continuas y que ello en general dificulta el manejo de la información meteorológica con fines de desarrollo. Sin embargo, existen algunas localidades con información utilizable. Las estaciones cuya información fue empleada en el presente estudio son las siguientes:

	<u>Latitud</u>	<u>Longitud</u>	<u>Altitud</u>
	°'	°'	(m)
1) Huasco	2827	7115	4
2) Vallenar DMC	2834	7047	373
3) Vallenar INIA	2835	7044	420
4) Santa Juana	2839	7042	560
6) Conay	2858	7013	1450

Para las estaciones 1, 2, 4 y 5 se utilizan los datos correspondientes al período 1966 - 1970 y para la estación 3, el período 1970 - 1974. Sin embargo, para establecer las temperaturas absolutas de cada sitio (tanto máximas, como mínimas) se considera el período más largo disponible, aunque sea discontinuo, para cada una de las estaciones, lo que corresponde a los años 1963-1981 para Vallenar DMC y 1965-1981 para Santa Juana y Conay.

Se incluye la estación 3, Vallenar INIA, aún cuando su información abarca un período muy breve y no coincidente con el considerado en las otras estaciones, debido a la necesidad de contar con antecedentes climáticos del lecho del valle y la posibilidad de establecer una eventual relación con las terrazas de altura a través de Vallenar DMC. Esto se justifica por el conocimiento de la marcada regularidad del comportamiento térmico a través de los años y por observar que esta estación tiene características consecuentes con la tendencia observada en el valle, fundamentalmente en lo referente al comportamiento de las temperaturas medias en función de la altitud.

2.2 Radiación solar.

Se considera que la radiación solar es prácticamente la única fuente de energía para los procesos físicos del tiempo atmosférico en la tierra.

Para diversos procesos de desarrollo en agricultura y ciencias forestales, se requiere un análisis de la radiación solar en la medida que ésta puede condicionar el desarrollo de diversas plantas que son recursos básicos para la vida de las comunidades humanas.

En el área del estudio existen algunas mediciones realizadas con pirheliógrafos que entregan datos de radiación solar total en un plano horizontal y que se expresa en cal/cm² por día. De acuerdo a un trabajo realizado por J. Hirschmann en 1962, los valores diarios promedio para el mes de Enero correspondientes a la zona de Vallenar estarían cercanos a las 700 cal/cm² por día y en el mes de Junio, corresponderían aproximadamente a unas 210 cal/cm² por día. Estos valores son interpolaciones basadas en datos reales de algunas estaciones, las que, como es sabido, no cubren el territorio nacional con una malla muy fina.

También es posible estimar los valores potenciales de radiación solar en un plano horizontal. Se entiende por radiación potencial, el flujo radiativo que llegaría a la superficie terrestre si no estuviese presente la influencia de la atmósfera. Su magnitud depende fundamentalmente de la latitud (por efecto de la variación de la posición del sol respecto del ecuador celeste a lo largo del año) y de la altitud del lugar. Si la radiación solar potencial corresponde a la unidad para una altura de 1500 m.s.n.m., su valor al nivel del mar se puede estimar en 0,825.

En la figura Nº III.B.2-1 se señala para una zona que incluye el valle de Huasco, la radiación solar potencial, sobre superficie horizontal, para el período de cada una de las estaciones y para el año, en Kcal/cm². Los montos de radiación solar en otoño y primavera son los mismos porque el sol ocupa las mismas posiciones en estos dos períodos moviéndose en sentido contrario. Se aprecia una gradiente de aumento desde la costa al interior, determinada fundamentalmente por el cambio de altitud.

Con la finalidad de aportar antecedentes a la definición de distritos agroclimáticos y considerando la falta de mediciones de valores reales de radiación, se recurre a estimaciones de la radiación solar potencial, considerando a lo largo del valle no sólo los efectos de la altitud, sino, además, la pendiente y la dirección de exposición de las laderas.

En el cuadro Nº III.B.2-1 se presentan los valores de radiación solar potencial en kcal/cm² para cada una de las estaciones del año, para una altura de 1500 m.s.n.m. en el sector del valle de Huasco (latitud media 28° 45', sur), para terrenos con una exposición en 8 direcciones diferentes y para pendientes de 0° hasta 45° agrupados en 6 categorías. Para el cálculo de radiación solar potencial presentado en este cuadro, se han utilizado las tablas de J. Buffo y otros (1972), modificadas por A. Huber (1975). Para obtener la radiación

solar potencial a alturas distintas de 1.500 m.s.n.m. se aplican los factores señalados en el cuadro Nº III.B.2-2, que corresponden a coeficientes derivados por Steinhauser para un sector de los Alpes. No existen coeficientes determinados específicamente para Chile.

Cabe señalar, que además de los factores indicados que afectan el monto de radiación solar recibido en un punto determinado, es de particular importancia el efecto de la topografía local que determina la forma y altura del horizonte del punto en cuestión. El estrechamiento, en mayor o menor grado del horizonte, determina una disminución del tiempo efectivo de exposición al sol. Esto es muy importante en un valle relativamente estrecho como el de Huasco, especialmente en los valles interiores de mayor altura, en que algunos puntos pueden ver reducida su radiación solar potencial en más de un 30%.

(En el plano Nº III.B-1, correspondiente a los documentos internos del estudio DIE Nº III.B.1, se señalan las características de radiación solar potencial de grandes sectores del valle. Igualmente, en las figuras Nº III.B-1 al 15, de los documentos internos del estudio se presentan los diagramas que permiten establecer las coordenadas solares para las diferentes horas del día en las distintas estaciones del año y el perfil del horizonte (estimado a partir de cartas escala 1:50.000) para 14 puntos diferentes ubicados a lo largo del valle. Estos antecedentes permiten determinar la radiación solar potencial en dichos puntos, cuya ubicación se señala en el plano Nº III.B-1, ya mencionado).

Como comentario general, cabe señalar que los montos máximos de radiación solar anual son recibidos por las laderas de orientación norte y con pendiente entre 5º y 10º, y los valores menores se observan en las laderas de exposición sur con inclinaciones superiores a 15º.

Si bien, la información disponible sobre radiación solar se refiere principalmente a la radiación potencial, los antecedentes proporcionados permiten diferenciar sectores de acuerdo a su pendiente y orientación de exposición, estableciendo condiciones microclimáticas en las diferentes localidades del valle.

La nubosidad como elemento climatológico tiene una gran importancia, ya que de ella depende la intensidad de la radiación solar efectivamente recibida y de la radiación emitida, así como la duración de la insolación.

La escasez de estaciones meteorológicas determina que puedan elaborarse cartas de isonefas solo muy aproximadas. En la figura Nº III.B.2-2 se presentan esquemáticamente las nubosidades medias de verano, invierno, otoño, primavera y anual para el área geográfica que incluye el valle de Huasco, expresadas en décimas de cielo cubierto (Según A. Huber (1975)).

Considerando la nubosidad media anual, se aprecia que en la latitud de ValLENAR, esta varía entre 2 décimas al interior hasta 6 décimas en la costa, lo que se explica fundamentalmente por la presencia de neblinas costeras que hacen aumentar sustancialmente la nubosidad en el litoral.

Por la generalidad de los antecedentes disponibles sobre nubosidad, estos se emplean sólo en forma complementaria en la definición de distritos agroclimáticos en el valle.

Sin embargo, su influencia puede apreciarse por su efecto sobre la radiación solar potencial como se aprecia en la figura N° III.B.2-3, basada en antecedentes de A. Huber (1975).

2.3. Temperatura.

En relación a la temperatura existen diversos parámetros válidos desde una perspectiva agroclimática. Ellos son, básicamente, las temperaturas máximas medias, medias, mínimas medias, máximas absolutas, mínimas absolutas, la oscilación térmica promedio, las acumulaciones térmicas para base 5° y 10° , que son aquellas de significado biológico más generalmente aceptadas, las horas de frío y finalmente el número de días de heladas.

A continuación se indican los antecedentes considerados para este elemento, obtenidos de la bibliografía existente y de determinaciones efectuadas para el estudio, a partir de la información climática disponible.

Los antecedentes se han organizado en los siguientes temas: temperatura del área, acumulaciones térmicas, horas de frío y períodos sin heladas.

2.3.a Temperaturas del área.

La información de fuentes bibliográficas se presenta en la figura N° III.B.2-4. En ella se indican las temperaturas medias anuales y estacionales obtenidas de A. Huber (1975). En la figura puede observarse que, de acuerdo a la fuente considerada, en la zona estudiada las temperaturas aumentan desde la costa hacia el interior, habiendo posteriormente un quiebre, supuestamente a la altura de Vallenar, donde nuevamente comienzan a descender hacia la montaña. Estos antecedentes han sido igualmente presentados por otros autores y por IREN (1972), en los cuales se destaca una disminución de las temperaturas a medida que se avanza desde el Oeste al Este a partir de Vallenar. Lo anterior no es constante para todas las estaciones del año, como se aprecia claramente en la misma figura, ya que en la época de invierno hay un paulatino descenso desde la costa hacia el interior.

Sin embargo, los antecedentes estadísticos obtenidos y analizados específicamente con ocasión del presente estudio, permiten concluir que se produce un gradiente inverso al planteado en la bibliografía, ya que las temperaturas se incrementan con el aumento de altitud.

Tomando como apoyo las estaciones meteorológicas mencionadas anteriormente se determina el aspecto de la gradiente altitudinal en cuanto a temperaturas medias anuales, el que se representa en la figura N° III.B.2-5.

Entre el sector costero y la localidad de Vallenar no existe una gran diferencia en cuanto a las temperaturas medias anuales, alcanzando ésta solamente a 0,2° C. Entre Vallenar y Santa Juana, se produce un gradiente muy marcado de 2,3° C, lo cual insinúa la existencia de un límite climático en este sector. Entre esta localidad y Conay no existe una mayor diferencia térmica en la temperatura media anual. Resulta difícil a este nivel del estudio y por la escasez de estaciones meteorológicas, proyectar la situación térmica más allá de Conay, hacia el Este.

En el cuadro N° III.B.2-3, puede observarse el curso anual de las temperaturas medias de las localidades de Huasco, Vallenar DMC, Vallenar INIA, Santa Juana y Conay. De estas cifras destacan claramente los niveles térmicos de cada una de las estaciones, a la vez que las fluctuaciones anuales en la marcha de este elemento. De esta secuencia puede observarse la máxima oscilación térmica anual en Vallenar INIA y la menor en la localidad de Huasco.

El curso anual de las temperaturas máximas y mínimas medias se presenta en el cuadro N° III.B.2-4, en tanto que las temperaturas máximas y mínimas absolutas en el área de estudio aparecen en el cuadro N° III.B.2-5 para el período 1966-1970 y en el cuadro N° III.B.2-6 para el período, mas extenso, de 1965 a 1981.

Los gradientes altitudinales de las temperaturas máximas y mínimas medias se representan gráficamente en la figura N° III.B.2-6.

También es de interés considerar, desde el punto de vista biológico, las temperaturas medias y las temperaturas máximas y mínimas medias de meses representativos de las situaciones extremas en el año. Para esto se consideran los meses de Enero y Julio. En la figura N° III.B.2-7 se representa la variación de las temperaturas medias para estos meses a lo largo del valle, desde Huasco en la costa, hasta Conay en el interior.

Se aprecia que en verano la temperatura asciende desde la costa hacia el interior con una baja de menos de un grado en Vallenar. La gradiente total alcanza aproximadamente a tres grados. En cambio en invierno, se aprecia el efecto regulador del océano, presentándose tanto en Vallenar (DMC) como en Vallenar (INIA) una baja superior a un grado. Al interior del valle las temperaturas se mantienen aproximadamente constantes.

Si se consideran las temperaturas extremas medias, se tiene que la temperatura máxima media de Enero se eleva desde 23° C en Huasco hasta aproximadamente 29° C en Santa Juana y Conay, como se muestra en la figura N° III.B.2-8. En la misma figura se aprecia que la temperatura mínima media disminuye de 8,8° C en Huasco a 3,5° C en Vallenar (INIA), para luego elevarse nuevamente en Santa Juana y Conay (6,9° C).

No es posible extrapolar el comportamiento de las temperaturas mas allá de Conay, hacia el este, por la falta de apoyo de estaciones meteorológicas y, además, por iniciarse probablemente en este sector el movimiento de masas de aire con características térmicas peculiares.

De acuerdo al análisis de las temperaturas de este sector, tanto máximas como medias y mínimas, máximas absolutas, mínimas absolutas y oscilación media, pueden distinguirse algunas características que permiten una zonificación de esta área desde un punto de vista térmico. Es así como es posible observar claramente que: existen dos grandes condicionantes térmicas que regulan el comportamiento de las temperaturas. Por una parte se presentan las características reguladoras de la acción oceánica, que se manifiesta claramente hasta Maitencillo, y por otra el descenso de vientos calientes desde la alta cordillera que aumentan considerablemente las temperaturas en los sectores altos del valle.

Conforme a lo anterior, existen tres áreas en el valle: una, en que se aprecia la influencia de la neblina costera (hasta Maitencillo), otra donde existe acción de los vientos calientes desde la alta Cordillera, y un área intermedia, de los sectores planos. En este último sector existe un quiebre del gradiente térmico y una diferencia entre Vallenar y Santa Juana, de 2,3° C en las temperaturas anuales. Sin embargo, se aprecia una interpenetración dinámica de las dos principales influencias mencionadas, lo que hace realmente difícil fijar un límite exacto a este sector intermedio. Contribuye a esto último la falta de estaciones meteorológicas en la zona.

2.3.b Acumulaciones térmicas.

Para la estimación de la acumulación térmica, base 5° y 10° C, se emplean los datos de temperatura media diaria utilizando la metodología clásica de sumar las diferencias positivas entre un umbral térmico determinado, y que sea de significación biológica (5° C y 10° C), y la temperatura media diaria. Es decir, a la temperatura media diaria se le resta la base respectiva y las diferencias positivas se suman. Esto puede luego presentarse para diversos períodos del año (año completo, período vegetativo, etc.), de acuerdo a los requerimientos del estudio. En este caso, los valores medios determinados para las cinco estaciones meteorológicas del área se presentan como sumas anuales, especificándose éstos para cada mes, para ambas bases, en el cuadro N° III.B.2-7.

Para el caso de Huasco que no cuenta con los registros diarios suficientes, se aplica la serie de ecuaciones propuestas por Hajek y Gutierrez (1978) para determinar las acumulaciones térmicas anuales, base 5° C y 10° C.

Estas son las siguientes:

$$\begin{aligned}GDA_5 &= 1315,18 + 331,38T \\GDA_{10} &= 2489,90 + 293,98T\end{aligned}$$

Siendo: GDA_5 , los grados-día acumulados base 5° C
 GDA_{10} , los grados-día acumulados base 10° C
T, la temperatura media anual.

Para las estaciones meteorológicas de Vallenar DMC, Vallenar INIA, Santa Juana y Conay se ha representado gráficamente, en las figuras Nº III.B.2-9 a 12, su dinámica de acumulación térmica en ambas bases.

En la figura Nº III.B.2-13 se representa, también para ambas bases, la acumulación térmica anual de las cinco estaciones, relacionando este parámetro con la altitud. En ambos casos se aprecia a partir de Huasco (3.600 y 1800 GDA) una disminución hacia Vallenar DMC (3.400 y 1.650 GDA) y luego, un incremento hacia el interior, que en Conay alcanza a 4.860 y 2.990 GDA.

De acuerdo a la acumulación térmica, base 5º y 10º C, se pueden distinguir en el área de estudio, los siguientes sectores: a partir de El Morro-Chañar Blanco hacia los puntos altos del valle, es posible encontrar un notorio incremento de las acumulaciones térmicas debido a la influencia de los vientos calientes locales; por otra parte, en dirección a la costa se nota una disminución pequeña pero sostenida de las acumulaciones, las que son significativamente menores en relación a los valles altoandinos.

2.3.c Horas de frío.

Las horas de frío se calculan a base de la suma del número de horas en el año, en las cuales la temperatura es igual o inferior a 7º C.

Con el objeto de calcular las horas de frío para las estaciones meteorológicas del área de estudio ha sido necesario realizar una estimación a partir de las temperaturas máximas y mínimas diarias, ya que no se dispone de datos horarios de temperatura. Para Huasco no se ha podido utilizar este procedimiento por no disponer de datos diarios.

Para reconstruir las curvas diarias de temperatura y a partir de ellas poder estimar las horas de frío se emplea la siguiente ecuación:

$$T_H = ((T_{max} + T_{min}) / 2) + ((T_{max} - T_{min}) / 2) \times \text{sen}(H-135)$$

donde T_{max} es la temperatura máxima diaria, T_{min} es la temperatura mínima diaria, H es el ángulo horario del sol y T_H la temperatura correspondiente a la hora H del día representada por el ángulo horario.

En el cuadro Nº III.B.2-8 se presentan las horas de frío calculadas para las estaciones meteorológicas del valle de Huasco (exceptuando la de Huasco), a base de las temperaturas horarias estimadas mediante la ecuación indicada. Se entregan los valores mensuales y el total anual.

Graficamente se representan estos resultados en la figura Nº III.B.2-14.

Se aprecia que en el interior del valle, en Santa Juana y Conay, las horas de frío son menos que en Vallenar, con valores de alrededor de 410 horas en el primer caso y 540 en el segundo. La estación de Vallenar INIA, presenta un valor bastante mas alto, alcanzando a 933 horas.

Para todas las localidades el máximo de acumulación de horas de frío se produce en los meses de Junio y Julio. El período en que no se produce acumulación de horas de frío, se extiende prácticamente entre los meses de Noviembre-Diciembre y comienzos de Marzo, en todas las estaciones.

2.3.d Período sin heladas.

Para calcular el período de heladas se analizó la temperatura mínima diaria, y se estimó como día de helada aquel en el cual la temperatura mínima en cobertizo fuese inferior a 0° C. Se consideró este valor dado que las temperaturas mínimas a nivel del suelo son en general, debido a la inversión térmica, inferiores a las del cobertizo. Por este motivo, y atendiendo a algunas indicaciones de habitantes del sector, se ha calculado además el período de heladas utilizando las temperaturas mínimas de 1 y 2° C en el cobertizo como base para las estimaciones. El complemento, es decir período sin heladas, se utilizó para caracterizar el sector.

La frecuencia de heladas en los distintos meses, para una secuencia de años que se especifica en cada caso, se presenta en los cuadros Nº III.B.2-9 a 12, para Vallenar DMC, Vallenar INIA, Santa Juana y Conay.

La ocurrencia de heladas muestra un patrón de comportamiento claro. Desde el sector de Maitencillo hacia la costa no se registran heladas, de acuerdo a la información meteorológica procesada, y a las opiniones formuladas por personas del lugar. En cambio, estas aparecen hacia el interior, aún cuando son pocos los días en que se producen. Solo en Vallenar INIA, aparece un número mas importante de días con heladas.

2.4 Viento.

Es un hecho reconocido ampliamente que la dirección y velocidad del viento están fuertemente condicionados por la topografía local del sector donde están ubicadas las estaciones.

Para esta variable se analiza la dirección dominante, ya que ella puede ser significativa para la eventual explicación del fenómeno de vientos de valle y de montaña. Para ello solamente se cuenta con datos de la estación de Vallenar DMC.

Sin embargo, y a pesar de esta limitación, es posible obtener algunas conclusiones generales sobre el movimiento de masas de aire de este sector. En la figura Nº III.B.2-15 se muestra para las 8, 14 y 20 horas y para las cuatro estaciones del año, la frecuencia de las direcciones del viento. En el área predomina una condición de calma durante las mañanas, característica que es más acentuada durante el período de verano y otoño. En cambio, durante el invierno y primavera se reduce notablemente su frecuencia, apareciendo

vientos de diversas direcciones. Tal es el caso del viento de componente Este, que podría considerarse como una situación de un viento de montaña presente fundamentalmente a las 8 AM. El viento Este no está presente a las 14 horas y sólo se encuentra, en una muy baja frecuencia, a las 20 horas durante la época de invierno y primavera.

En la medición de las 14 horas puede observarse que son predominantes los vientos del Oeste, aún cuando ocurren períodos de calma, principalmente entre los meses de Marzo y Agosto. De menor importancia son los vientos de componente Norte, Noroeste y Sur.

A las 20 horas predominan levemente las calmas, por sobre los vientos del Oeste, entre los meses de Diciembre a Agosto; en cambio, en el período desde Septiembre a Noviembre es un poco superior la ocurrencia de estos vientos por sobre las calmas. Durante los meses de invierno y primavera ocurren también, en muy escasa proporción, vientos del Norte, Noroeste, Sur y Este.

Ello indica, entonces, al menos a la altura de la estación Vallenar DMC que existiría un juego diario de vientos de valle y de montaña, lo que se podría comprobar por la alternancia diaria de vientos de componentes Este y Oeste.

La falta de datos en las localidades más altas del valle determina un desconocimiento de las características de los vientos. Sin embargo, de acuerdo a encuestas realizadas a los lugareños es posible establecer la presencia de un viento caliente en esa área.

El origen de este viento cálido no está del todo clarificado. Para el valle de Elqui, donde recibe el nombre de "terral", se han buscado como explicaciones las de un descenso adiabático, considerando la altura alcanzada por los cerros de esa región, o el cambio de una masa de aire de origen continental polar por aire marítimo cálido.

Este "terral" tiene notables influencias en las condiciones agroclimáticas del sector y su presencia casi permanente favorece una serie de cultivos, cuya producción y precosidad sería difícil de tener en otros sectores.

2.5 Evaporación y riego máximo.

Como dato disponible en la literatura, se presenta en la figura Nº III.B.2-16 la evaporación potencial determinada por A. Huber (1975) para el sector del valle de Huasco, que consigna valores crecientes de 1000 mm a 1300 mm en una secuencia desde la costa hacia el interior.

Por otra parte, en la figura Nº III.B.2-17 se presentan los valores de evaporación real estimada por A. Huber, utilizando la metodología de Wundt que, en forma empírica, relaciona las precipitaciones con la temperatura. Dado que en

el área la precipitación es baja y las temperaturas son elevadas, la evaporación real se asemeja a la precipitación. De acuerdo a esta información, la evaporación real promedio anual variaría a lo largo del valle de Huasco entre 50 y 100 mm.

En el caso en que en una comunidad vegetal se desea obtener la productividad biológica máxima bajo condiciones conocidas de temperatura, la planta debe contar con una cantidad adecuada de agua a su disposición. La necesidad máxima de agua de una comunidad vegetal puede ser comparada con la evapotranspiración potencial del mismo sector. De las diferencias entre la evapotranspiración potencial y la evaporación real se obtiene la cantidad de agua - llamada también irrigación máxima - (o riego máximo) que debe proveerse al suelo, para que la comunidad de plantas siempre cuente con agua suficiente para su crecimiento, a las temperaturas locales reinantes. Al referirse a este término, se le está reconociendo en relación a los bioclimas dominantes, sin entrar a considerar las condiciones del suelo. El concepto se aplica, naturalmente, a las condiciones de la vegetación natural de una determinada área.

Siempre a base de los estudios de A. Huber (1975), se puede apreciar en la figura N° III.B.2-18 que la cantidad de riego máximo en este sector es igual a la evapotranspiración potencial. Por ejemplo, a Vallenar mismo se le debe proveer una cantidad aproximada a 1000 mm por año para asegurar la máxima producción de una cubierta vegetal.

Los datos de promedios mensuales de evaporación en bandeja en las estaciones de Vallenar DMC, Vallenar INIA, Santa Juana y Conay, para algunos años en que hay datos disponibles se presentan en el cuadro N° III.B.2-13. Estos datos se señalan a manera de referencia general ya que no son totalmente comparables por referirse a períodos distintos. Sin embargo, muestran la tendencia esperable a lo largo del valle, con un incremento gradual de Vallenar a Conay.

Con fines comparativos se han hecho determinaciones de evapotranspiración potencial utilizando las ecuaciones de Papadakis y de Blaney y Criddle.

El método de Papadakis (1966), básicamente toma en consideración el grado de saturación de la atmósfera, relacionando las presiones de saturación a la temperatura máxima y a la temperatura mínima.

La ecuación tiene la forma:

$$E = 0,5625 (e_{ma} - e_{mi-2}), \text{ donde}$$

E es la evaporación mensual en cm; e_{ma} es la presión de saturación correspondiente a la temperatura máxima media diaria y e_{mi} es la presión de saturación del vapor de agua a la temperatura mínima media diaria menos 2 °C, ambas en milibares. En el cuadro N° III.B.2-14 se presentan los resultados de aplicar este método.

La forma de la ecuación de Blaney y Criddle (1950) es la siguiente:

$EVP = P(0,45T + 8,13)$, donde:

P es el porcentaje mensual de horas de luz y T es la temperatura media mensual.

Los valores obtenidos aplicando esta fórmula se presentan en el cuadro Nº III.B.2-15.

Si bien los valores establecidos por diferentes métodos difieren entre sí, se aprecia un ordenamiento similar al obtenido por evaporación en bandeja entre las estaciones meteorológicas.

Desde un punto de vista de los balances hídricos, es importante considerar también la capacidad evaporativa de la atmósfera, que puede estimarse a través de la determinación del déficit de saturación. Se entiende por déficit de saturación, la diferencia entre la presión de saturación del vapor de agua a una temperatura dada y la presión de vapor real que tiene esa masa de aire a esa temperatura. En el cuadro Nº III.B.2-16 se indican para la secuencia de años analizados y para algunas de las estaciones estudiadas en este sector, los valores mensuales del déficit de saturación a lo largo del año.

También se presentan los datos resumidos de humedad relativa en el cuadro Nº III.B.2-17.

Se aprecia que las dos estaciones ubicadas cerca de la ciudad de Valenar, exhiben valores medios anuales similares, entre 2,9 y 3,9 mm., no así la estación de Conay que incrementa la media anual hasta 9,2 mm.

Las mayores temperaturas, radiación, menor humedad relativa, mayor evaporatividad y vientos cálidos dan a esta área de Conay una característica termohigrúica especial, muy distintiva del resto del valle hacia el sector costero, donde el mayor contenido de humedad, modifica los intercambios radiativos, reduciendo el enfriamiento radiativo nocturno y aumentando la radiación infrarroja desde la atmósfera.

2.6 Productividad primaria potencial.

En términos biológicos la productividad primaria de las plantas es la cantidad total de biomasa evaluable como peso seco dentro de un determinado período de tiempo. Las unidades que se usan son gramos de materia seca por metro cuadrado y por año calendario. Dado que es difícil determinar los niveles de productividad primaria con exactitud, se ha trabajado sobre la base de correlaciones entre la productividad primaria neta (determinada experimentalmente) y los parámetros que en gran medida condicionan la productividad vegetal del ambiente físico. De estas correlaciones se han derivado algunos modelos que facilitan la estimación de patrones regionales de productividad de la cubierta

2.7 Indices bioclimáticos.

Los índices bioclimáticos son indicadores de carácter global que se utilizan para caracterizar los diferentes climas del mundo y se estima de interés señalar algunas características del área en estudio en relación a este aspecto.

La caracterización bioclimática de un área se basa en la consideración simultánea de dos o más parámetros climatológicos, estimándose que la consideración de elementos aislados del clima es de escaso significado biológico.

Entre las relaciones más empleadas se cuentan los hiterógrafos que relacionan la temperatura media mensual (ordenadas) con las precipitaciones medias mensuales (abcisas), los climógrafos, que relacionan la temperatura media mensual (ordenadas) y la humedad relativa media mensual (en abcisas) y los diagramas ombrotérmicos que, en uno de sus tipos, relacionan la temperatura y las precipitaciones medias mensuales (en escalas separadas, como ordenadas) y los meses del año (en abcisas). Se tiene así una representación del clima de un año medio para un área determinada.

Con los datos de que se dispone no es posible establecer todas estas relaciones para las estaciones meteorológicas del valle de Huasco.

Los hiterógrafos son muy similares para Huasco, Vallenar DMC, Santa Juana y Conay ya que las precipitaciones medias mensuales, existentes sólo en invierno, asociadas a temperaturas mas bajas, aunque aumentan a medida que se ingresa en el valle y se sube en altitud, son siempre muy reducidas. Como ejemplo se incluye en la figura Nº III.B.2-20 el hiterógrafo correspondiente a Santa Juana.

En la figura Nº III.B.2-21 se presentan los climógrafos correspondientes a Vallenar DMC y Conay. Se aprecia una diferencia en cuanto a la influencia de la condición marítima desde el océano, en el caso de Vallenar, con una humedad relativa bastante elevada en promedio (cerca al 70%), comparada con la humedad relativa que se observa en Conay, que es siempre inferior a 50%. Además, comparativamente con la de Vallenar, Conay muestra una mayor fluctuación de los valores de humedad relativa a lo largo del año. Estas figuras permiten concluir entonces que las condiciones generales de la región, desde un punto de vista bioclimatológico regional, están dadas por una fuerte influencia costera en una zona cercana al mar. Estas condiciones se traducen en una mayor estabilidad de la humedad relativa del aire, temperaturas que muestran una menor oscilación entre los meses extremos y paulatinamente, un aumento de las precipitaciones a medida que se incrementa la altitud. Consecuentemente el período seco disminuye en intensidad, pero no en cuanto a su extensión temporal, ocupando prácticamente los 12 meses del año en las localidades analizadas.

Los diagramas ombrotérmicos, son también muy similares para las estaciones consideradas. En la figura N° III.B.2-22 se presenta el correspondiente a Conay. Son válidos también en este caso los comentarios ya señalados a propósito de los hiterógrafos pero, además, se aplica el criterio que si para la representación gráfica se emplea para las precipitaciones una escala tal que una unidad de temperatura (°C) corresponda a dos unidades de precipitación (mm), se atribuye una condición de sequía a los meses en que la curva de precipitaciones pasa por debajo de la curva de temperaturas. Los datos de las estaciones consideradas muestran, con este criterio, practicamente 12 meses de sequía, a pesar que el grado de sequedad va disminuyendo a medida que se incrementa la altitud entre Huasco y Conay. Sin embargo, aún cuando aumenta la precipitación hacia las regiones de mayor altitud, ella no es suficiente para quebrar el período de 12 meses secos que se observa en todas estas localidades.

Para expresar cuantitativamente el concepto de aridez se han propuesto diversos índices. Uno de estos es el de de Martonne (1926), que se define por la relación:

$$\text{Indice mensual} = \frac{P}{T + 10} * 12$$

P = Precipitación mensual en mm.

T = Temperatura media mensual en °C.

De acuerdo a este criterio se considera como mes árido el que tiene un índice inferior a 10, semiárido aquel con un índice entre 10 y 20, y como húmedo, aquel con un índice superior a 20.

Para las estaciones del valle de Huasco se obtiene en todos los casos 12 meses secos, con un índice general bajo el valor de 10 (árido). En el caso de Conay, los valores más elevados, en la época de invierno, corresponden a 8,1 y 8,2 acercándose al tipo semiárido.

Desde el punto de vista de la caracterización bioclimática, es quizás mas importante la consideración del parámetro temperatura, ya que junto con tener un efecto determinante sobre la actividad vegetativa de las plantas, es un factor limitante del crecimiento que no puede eliminarse artificialmente a gran escala, como sí puede hacerse en el caso de la aridez a través del riego. Desde el punto de vista de las temperaturas, considerando el umbral de los 10° C, como límite entre cálido y semifrío, se concluye que para todas las localidades analizadas, las temperaturas medias mensuales son superiores a los 10° C, por lo que el número de meses fríos, en todos los casos, es cero.

Aplicando conjuntamente la caracterización de aridez y de frío, se tiene el criterio de período desfavorable, que considera la interacción de estos parámetros para determinar la duración y la intensidad de las actividades biológicas que interesan a la agricultura. Mientras la potencialidad vegetativa actúa en forma positiva, esto es, por presencia de calor suficiente, la

aridez interviene en forma negativa por ausencia de la humedad necesaria. Las condiciones óptimas para que las plantas se desarrollen sin interrupción son teóricamente 12 meses de potencialidad vegetativa y cero de aridez, las peores son cero meses de potencialidad vegetativa y 12 de aridez. Dentro de estos extremos, se presenta la gama más amplia de posibilidades intermedias. Obviamente el riego puede solucionar el déficit de precipitaciones, dando a las plantas cultivadas la posibilidad de manifestar su potencialidad incluso durante meses áridos. Más difícil es atenuar en forma artificial el déficit de calor, por lo menos en grandes extensiones.

Cabe señalar que estas consideraciones se refieren sólo a la desfavorabilidad climática, sin tomar en cuenta las condiciones edáficas, que pueden incidir modificando positiva o negativamente esta situación. El país presenta la característica que mientras la aridez decrece paulatinamente de norte a sur, los efectos del frío tienden a disminuir en dirección inversa, de sur a norte.

El caso del valle de Huasco corresponde a esta situación. Si se combinan su característica de aridez durante los doce meses del año y su falta de meses fríos, como consecuencia de la primera de estas características es necesario clasificar al área como climatológicamente desfavorable durante todo el año.

Sin embargo, resulta evidente que si se resuelve el problema de escasez de agua por medio de un riego adecuado, la potencialidad vegetativa determinada por las temperaturas, podría manifestarse plenamente.

BIBLIOGRAFIA CITADA:

- Blaney, H.F. and W.D. Criddle, 1950.
Determining water requirements in irrigated areas from climatological data. Soil Cons. Serv. Washington. Tech. Pub. 96 USDA.
- Buffo, J., Fritschen, L.J. y J. L. Murphy, 1972.
Direct solar radiation on various slopes from 0° to 60° north latitude. USDA For. Serv. Resp. Pap. PNW-142. Portland, Oregon.
- Huber, A., 1975.
Beitrag zur Klimatologie und Klimaökologie von Chile. Tesis Univ. Munchen.
- IREN-CORFO, 1972.
Características climáticas del Norte Chico. Artes Gráficas, CEPCO, Santiago.
- Lieth, H., 1974.
Primary productivity in ecosystems: comparative analysis of global patterns. En: van Dobben, W. y otros (eds), Unifying concepts in ecology, W. Junk, The Hague: 67-68.

-
- Papadakis, J., 1966
Climates of the world and their agricultural potentialities. Edi.
author. Buenos Aires.

(En los documentos internos del estudio, DIE N° III.B.1, se incluye una bibliografía completa).

3. Distritos agroclimáticos

3.1 Consideraciones generales

El área estudiada puede ser dividida en varios distritos agroclimáticos, es decir sectores que corresponden a la extensión máxima de condiciones climáticas suficientemente uniformes para asegurar que un mismo grupo de especies puede ser cultivado en condiciones semejantes de desarrollo.

Para la definición y delimitación de los distritos agroclimáticos se consideran los antecedentes obtenidos sobre los diferentes elementos climáticos, así como observaciones realizadas en terreno sobre la distribución actual de cultivos y de vegetación nativa, entrevistas a lugareños y a profesionales del sector.

Como se ha descrito con anterioridad, existen dos grandes condicionantes que regulan las características climáticas del valle del río Huasco. Así, es posible distinguir los vientos calientes que influyen sobre los climas de altura, y los efectos oceánicos en las áreas más cercanas a la línea litoral.

Asociada a estas dos claras unidades climáticas es posible encontrar una situación intermedia entre ambas áreas ya definidas. Ella corresponde a las extensas terrazas en sectores adyacentes a la ciudad de Vallenar. Allí confluyen en forma diferenciada las dos grandes condicionantes climáticas descritas.

Considerando los antecedentes acumulados es posible establecer límites topográficos para los distritos agroclimáticos que pueden reconocerse en el área del estudio. En efecto, el estrangulamiento en la caja del río por acción de las cadenas de cerros ubicados a la altura de Maitencillo, representa una clara barrera orográfica que se opone a la influencia reguladora del océano. Esto se puede detectar también a través de la ausencia de heladas, oscilaciones térmicas más suaves y mayor cantidad de días con neblina.

Un segundo límite topográfico claro en la definición de distritos, lo constituye la iniciación de los cordones de cerros andinos en el sitio conocido como El Morro (a 6 Km aproximadamente al este de Vallenar). A partir de este punto, y especialmente desde Chañar Blanco al interior, existe una marcada influencia de los vientos calientes, expresada a través de las mayores acumu-

laciones térmicas y los valores alcanzados por las temperaturas máximas absolutas (alrededor de 39,8°C para un período de 15 años en Conay). Además, la aparición de "primores" constituye una evidencia importante que permite detectar la influencia del "terral".

En esta gran unidad topoclimática, que podríamos denominar altoandina, es posible encontrar variaciones microclimáticas, atendiendo a las características topográficas. De tal forma que en aquellos sitios con menor cantidad de horas de sol, debido al estrechamiento del horizonte, las condiciones térmicas son diferentes.

Estos estrechamientos de horizonte dependen de dos características orográficas esenciales, las que definen la cantidad de horas de sol, la orientación de los valles y el estrechamiento de la caja del río.

Con estos criterios y a pesar de deficiencias en la información meteorológica, es posible obtener diferencias significativas en las áreas correspondientes a la unidad topoclimática denominada altoandina. De esta forma, el valle amplio y abierto correspondiente al río El Tránsito constituye una unidad agroclimática. El valle del río El Carmen es una segunda unidad agroclimática caracterizada, entre otros factores, por una menor cantidad de horas de sol. La tercera unidad está ubicada entre el sitio conocido como Chañar Blanco y Las Juntas y se define especialmente, por la diferencia en las acumulaciones térmicas y por el estrechamiento del río que determina una fuerte oposición de laderas de exposición N y S.

Las características de los cultivos así también lo demuestran. De tal forma que la aparición de primores en el valle de El Tránsito indica claramente una unidad agroclimática distinta en relación al valle del río El Carmen. Este último no presenta primores y el proceso de maduración y cosecha de cultivos se produce bastante más tarde, revelando valores distintos para los montos de temperatura y acumulación térmica, principalmente.

Aún cuando existe una notable limitación en cuanto a la información climatológica, es posible hacer una zonificación adecuada que refleja una situación real en el área del estudio. Los distritos que se propone considerar son los siguientes:

Distrito I: Huasco - Maitencillo
Distrito II: Maitencillo - Chañar Blanco
Distrito III: Chañar Blanco - Las Juntas
Distrito IV: Valle del Tránsito
Distrito V: Valle del Carmen

En el plano Nº 2 del álbum de planos se muestran los límites propuestos para estos distritos. A continuación se presenta un comentario sobre cada uno de ellos, y una ficha climática y bioclimática utilizando los datos de estaciones meteorológicas consideradas como estaciones tipo, con la excepción del distrito El Carmen, debido a que no se cuenta con información básica. Tampoco es posible establecer interpolaciones que permitan conocer su comportamiento, ya que no existen estaciones de apoyo que sean confiables.

3.2 Caracterización de cada distrito

a) Distrito I: Huasco - Maitencillo.

Este distrito agroclimático corresponde a la unidad topográfica con clima influenciado fuertemente por el océano. Como ya se ha dicho, estas condiciones se definen, fundamentalmente, por la ausencia de heladas, presencia de neblinas, menores oscilaciones térmicas, temperaturas extremas más suaves y un clima relativamente homogéneo a lo largo de todo el año.

Sus características esenciales están dadas por la ficha agroclimática anotada en el cuadro Nº III.B.2-18.

b) Distrito II: Maitencillo - Chañar Blanco.

Esta unidad agroclimática define un área extensa que es, al mismo tiempo, la de mayor importancia agrícola. Por esta razón, hubiera sido deseable establecer algunas subdivisiones dentro del distrito, lo que no ha sido posible por falta de información.

No obstante es posible inferir algunas tendencias derivadas de las características generales del clima. Así hacia el oeste es esperable una tendencia de influencia oceánica y hacia el este una característica más "altoandina". El análisis del comportamiento de la Estación Vallenar DMC así lo corrobora, ya que señala una influencia de vientos que vienen tanto del este como del oeste para esta localidad.

También son esperables diferencias entre la caja del río propiamente tal y las extensas terrazas altas de material de acumulación, las que se expresan, fundamentalmente, a través de una mayor humedad relativa y oscilaciones térmicas menores en el fondo del río. Las terrazas altas tienden a recibir una mayor cantidad de radiación directa sobre el suelo y presentar temperaturas mínimas inferiores en relación a la otra área.

Desgraciadamente, la falta de datos climáticos impide establecer cuantitativamente estas diferencias. Sin embargo, han sido descritas anteriormente en este informe las diferencias observadas para las Estaciones Vallenar INIA y Vallenar DMC, a pesar de la distancia significativa que las separa, lo cual afecta en alguna medida las diferencias reales esperadas.

En términos generales, las características climáticas del distrito están dadas por la ficha que se presenta en el cuadro Nº III.B.2-19.

c) Distrito III: Chañar Blanco - Junta del Carmen

Este distrito está caracterizado fundamentalmente por el fuerte estrechamiento de la caja del río, lo cual disminuye las horas de sol directo para distintos puntos del valle y establece una notoria diferencia entre laderas de exposición norte y sur, siendo más asoleadas aquellas que se orientan hacia el norte.

Además, como ya se ha dicho, está influenciado por la presencia de los vientos calientes provenientes del este, aún cuando existen diferencias en los montos de acumulación de temperaturas en relación a los sectores altos.

Las características climáticas de este distrito están dadas en el cuadro Nº III.B.2-20.

d) Distrito IV: Valle del Tránsito

Sin lugar a dudas, este distrito constituye la unidad de mayor acumulación térmica de todas las descritas. La apertura del valle implica la llegada de una mayor cantidad de radiación solar sobre el fondo de la caja del río y la presencia del "terral" contribuye a un fuerte aumento de las temperaturas. Así lo demuestran la presencia de "primores" y las siembras de invierno.

Las diferencias que se pueden establecer en este distrito, están dadas por aquellos puntos abiertos del valle en relación a los sitios de estrechamiento en áreas de cerros (implicando reducción de las horas de sol directo) y por la oposición de laderas norte y sur. Estas últimas están caracterizadas de acuerdo a las entrevistas, por la presencia de mayor ocurrencia de heladas y a un descenso más temprano de las temperaturas nocturnas.

Las características climáticas de este distrito están dadas en la ficha resumida en el cuadro Nº III.B.2-21.

e) Distrito V: Valle del Carmen.

La ausencia de datos meteorológicos impide establecer cuantitativamente las diferencias con respecto al valle de El Tránsito. Sin embargo, las notorias variaciones en la disminución de las horas de sol y la ausencia de primores, demuestran que efectivamente pueden establecerse características agroclimáticas distintas para ambos valles.

El factor topográfico condiciona en general una reducción de las horas efectivas de insolación, a la vez que reduce los montos totales diarios de radiación solar. Por otra parte, la orientación del valle influye de modo tal en la radiación solar, que este recibe el sol directo durante pocas horas al día. Ello se opone a la situación de un valle orientado aproximadamente paralelo a la trayectoria solar, y el cual efectivamente cuenta con mayores horas de sol y consecuentemente de mayores montos de radiación.

III.B.3 ANALISIS AGRONOMICO DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICOS.**1. Generalidades.**

Se analizan las posibilidades de cultivos diversos para los cinco agro-distritos definidos a base de los parámetros agroclimáticos que caracterizan cada sector. Sin embargo, al considerar las distintas alternativas agronómicas se ha tenido presente otras limitaciones serias de orden físico general que puedan impedir la adaptación de algunas especies vegetales. De esta manera los cultivos que se señalan para cada distrito son aquellos que se adaptan a las características de clima del lugar, y no presentan limitaciones respecto de las condiciones físicas generales imperantes en él.

Se intenta una jerarquización de los cultivos posibles en cada distrito, teniendo presente por una parte, la adaptación de acuerdo a los parámetros climáticos y por otra las posibles ventajas agroecológicas de la zona respecto de otros centros de producción, lo que debe resultar en mejores condiciones económicas para los cultivos prioritarios.

La adaptación de especies vegetales a las condiciones climáticas de una zona depende primordialmente de las temperaturas que ocurren.

Este componente del clima, determina agrupamientos de especies vegetales por el efecto de los parámetros que se analizan a continuación:

a) Ocurrencia de heladas.

La ocurrencia de temperaturas de 0°C o inferiores puede producir la muerte de muchas especies que no soportan las heladas. La intensidad y duración de las heladas son condiciones que determinan la magnitud del daño que puede afectar a las especies vegetales y por lo tanto limitan su desarrollo.

b) Horas de frío.

Este parámetro climático, que presenta un interés especial para las especies frutales, se define como la sumatoria de horas con temperaturas inferiores a 7°C, en un período determinado.

Los frutales de clima templado tienen requerimientos de un determinado número de horas de frío, es decir, tiempo en el cual la temperatura debe ser inferior a 7°C. El frío acumulado es necesario para romper el estado de letargo de las yemas florales. Estas contienen altos niveles de ácido absísico, que inhibe la acción de las auxinas, las cuales estimulan el crecimiento. El frío

destruye el ácido absícico quedando así las auxinas en condiciones de estimular el crecimiento de las yemas, como resultado de lo cual ocurrirá la floración y posterior fructificación.

Cada especie frutal tiene un requerimiento de cierto número de horas de frío. Aún más, éste es específico para cada variedad y de ahí que el rango de horas de frío de una misma especie pueda ser bastante amplio en algunos casos, como lo muestran las cifras del cuadro Nº III.B.3-1

Es necesario señalar que el número de horas de frío es específico para las variedades dentro de cada especie y que continuamente se desarrollan nuevos cultivares, cuyos requerimientos pueden ser diferentes a los ya existentes. Es así que éstos antecedentes sólo pueden considerarse como valores de caracterización general de la especie, ya que una conclusión definitiva en cuanto a la adaptación de las especies frutales en una zona, sólo puede pronunciarse una vez que se ha realizado un proceso experimental en lugares específicos con determinadas variedades.

c) Grados - día.

El proceso de crecimiento de las plantas está fuertemente influenciado por la temperatura. Mientras más alta es ésta, dentro de ciertos rangos, mayor es la tasa de crecimiento, como resultado de la aceleración de las reacciones bioquímicas.

Se ha considerado, en general, que el umbral para que ocurra efectivamente crecimiento, es de 10 grados centígrados. Por esto se toma esta temperatura como base para calcular los grados-día.

No se dispone de antecedentes precisos sobre la cantidad efectiva de grados-días requeridos por diferentes especies vegetales. Además estos antecedentes sólo pueden considerarse como información suplementaria para caracterizar la adaptación general de una especie. En Chile no se han realizado estudios para caracterizar los requerimientos de grados-día de las especies cultivadas, por lo tanto en la selección se ha recurrido a la información contenida en la literatura.

2. Análisis agronómico del distrito I: Huasco - Maitencillo

2.1 Descripción general.

Este distrito se extiende desde la costa (Puerto de Huasco) hasta la Quebrada de Maitencillo, ubicada a 30 kilómetros hacia el oriente.

La actividad agrícola se desarrolla en suelos ubicados en el valle mismo y en áreas reducidas de las laderas. A medida que se avanza hacia el interior del

vegetal. Estos modelos permiten predecir la productividad primaria a partir de un grupo reducido de elementos climáticos (de allí su nombre de potencial). Por lo tanto, aplicando estas ecuaciones es posible predecir cual sería la productividad primaria a base de un parámetro tal como: la temperatura, precipitación, evapotranspiración real, período fotosintético o combinaciones de ellas.

H. Lieth (1974) ha elaborado tres modelos fundamentales mediante los cuales relaciona la productividad con algunos factores de crecimiento de la vegetación natural, principalmente la temperatura, la precipitación y la evaporación real. Ha trabajado asociando la productividad de cubiertas vegetales con datos climatológicos en distintas partes del mundo, y ha establecido una serie de ecuaciones que relacionan la producción anual expresada como peso seco y las precipitaciones, temperaturas y evaporación, respectivamente.

De la literatura disponible (A. Huber, 1975) se presenta en la figura III.B.2-19, la productividad primaria potencial anual (g/m² - año) calculada a base de la temperatura, precipitaciones, temperatura y precipitaciones, y evaporación real, en el área geográfica de ubicación del valle de Huasco. Cabe señalar que esta productividad primaria potencial se refiere a una cubierta vegetal natural y no a los posibles cultivos que podrían explotarse en el área. Sin embargo, permite apreciar la potencialidad relativa a lo largo del valle, desde la costa a la cordillera. Cabe observar también, que los diferentes valores señalados corresponden a la productividad que se alcanzaría en caso que ésta dependiera exclusivamente del parámetro indicado: temperatura, precipitación, evaporación real, etc.

Como aplicación específica, se calcula la productividad primaria potencial a base de la temperatura para algunas de las estaciones meteorológicas del valle. Se utiliza la temperatura ya que, tratándose de una zona de riego, la precipitación existente es solo un factor limitativo remediable con un riego adecuado. Se reconoce así, que la temperatura es un elemento importante en la caracterización de los distritos agroclimáticos.

La ecuación empleada es la siguiente:

$$PPP = \frac{3000}{1 + e^{1,315 - 0,119T}}$$

donde: PPP es la productividad primaria potencial en gr/m² de materia seca al año y T es la temperatura media anual.

Los valores que se obtienen son similares a los ya citados de las fuentes bibliográficas para el caso de Huasco y Vallenar, ya que se obtiene 1829 gr/m² al año para Huasco y 1804 gr/m² al año para Vallenar.

En cambio para el interior del valle se obtienen valores muy superiores, 2033 gr/m²-año para Santa Juana y 2080 gr/m²-año para Conay, valores que son tomados en consideración al caracterizar los distritos agroclimáticos del valle.

valle, aparecen las terrazas altas, muy apropiadas para la producción agropecuaria.

Dentro de este distrito queda ubicada la ciudad de Freirina, a 15 kilómetros al oriente de Huasco. Es un sector en que el valle tiene unos 1.200 metros de ancho, en promedio.

Hay un predominio claro de huertos frutales con especies aptas para las condiciones del lugar. En menor escala se desarrollan algunos cultivos anuales.

En este distrito, especialmente en la parte más cercana a la costa, se presentan niveles altos de salinidad en los suelos y en el agua. Esta situación ha influido en las especies vegetales que pueden ser cultivadas. Árboles frutales como olivos y membrillo pueden adaptarse a condiciones de alta salinidad. Por esta razón son las especies predominantes, en especial el olivo, que se ha constituido en la alternativa más utilizada en esta área.

Otro frutal que prospera en este sector es la higuera, pero sin que se hayan organizado huertos comerciales.

En cuanto a especies anuales, se efectúan cultivos de melón, zapallo, maíz choclero y tomate. Los productores recurren a técnicas especiales de riego para evitar que el agua permanezca en contacto con las raíces por un período prolongado. Aún así, se producen daños a estas plantas.

2.2 Características del clima.

Desde el punto de vista de adaptación de especies vegetales, es interesante resaltar ciertas características climáticas derivadas de la influencia notoria del mar.

Es un sector en el cual no ocurren heladas, como lo demuestran los datos climáticos.

La influencia del mar se hace sentir en términos de temperaturas moderadas, que no oscilan a extremas considerables. Esta uniformidad se mantiene a través del año, con las variaciones correspondientes a las diferentes estaciones.

La presencia de neblina es un factor que contribuye a la estabilidad de las temperaturas. Produce un aumento de la humedad relativa, lo que influye en la adaptación y comportamiento de las especies vegetales y disminuye la radiación solar, lo que incide en la tasa fotosintética de los cultivos.

Para el sector Huasco - Maitencillo no se dispone de datos de temperatura suficientes para caracterizarlo en detalle. Los antecedentes disponibles de la estación meteorológica de Huasco muestran que en esa localidad no ocurren temperaturas de 0°C o inferiores. Esto da una primera base para la adaptación irrestricta de muchas especies vegetales.

Las temperaturas mínimas medias, registradas en el mes de Julio han sido de 8,8°C.

Los grados-días, base 10°C, alcanzan un total acumulado de 1.861 al año, lo que no es una cifra muy alta, para muchos cultivos.

El viento es un factor de ocurrencia frecuente en el sector, convirtiéndose en un elemento limitante para la adaptación de algunas especies vegetales, si no se adoptan medidas de protección.

2.3 Especies adaptables.

A base de los antecedentes de clima y los requerimientos de las especies vegetales, se puede establecer que el sector Huasco - Maitencillo reúne características climáticas apropiadas para las siguientes especies:

i) Frutales de hoja persistente: Olivo, chirimoyo, lúcumo, papayo, cítricos, palto.

ii) Frutales de hoja caduca: Membrillo, almendro, higuera.

iii) Cultivos anuales: Una amplia gama de cultivos anuales tiene buena adaptación al clima de este sector. Entre los más importantes se puede señalar:

Cereales	: maíz, trigo, cebada, avena.
Leguminosas	: frejol, lenteja, soya, alfalfa.
Cucurbitáceas	: zapallo, melón, pepino ensalada, sandía.
Solanáceas	: tomate, pepino dulce, papa, ají.
Crucíferas	: repollo, coliflor, repollito bruselas.
Otros	: betarraga y espinaca.

iv) Cultivos perennes: Alcachofa, higuera, praderas.

2.4 Análisis de especies consideradas.

2.4.a Frutales.

Al considerar las alternativas potenciales de especies frutales sobresalen las siguientes, ordenadas en orden jerárquico en cuanto a la importancia que deben tener en el distrito.

-
- Olivo: esta es una especie establecida desde hace muchos años en el sector y constituye en la actualidad la alternativa más importante, considerando la superficie plantada con ella, estimada en unas 1.100 hectáreas. Predomina la variedad Sevillano, que ocupa alrededor del 80% de la superficie plantada con esta especie. Se busca la producción de aceitunas de gran tamaño, destinadas al adobo.

Otras variedades plantadas: Azapeña y los cultivares para la obtención de aceite como Liguria, Empeltre, Santa Emiliana y Grapolo, de menor importancia.

Es una planta que requiere temperaturas moderadas a altas para su desarrollo y producción. Es afectada por temperaturas inferiores a 3°C.

Se adapta bien a condiciones de humedad relativa alta como las existentes en este distrito. Además soporta condiciones de alta salinidad.

Se ha observado un efecto negativo de temperaturas de 2 - 3°C sobre el fruto del olivo. La ocurrencia de ellas durante el desarrollo de las aceitunas produce un daño no permanente, que se manifiesta en un arrugamiento superficial de los frutos. Posteriormente ocurre una recuperación, sin que se afecte su valor comercial. Este daño se ha observado en el sector, no obstante no es un factor que limite su adaptación.

- Lúcumo: es una especie que no soporta heladas y se desarrolla bien en condiciones de climas suaves, con temperaturas medias a altas como son las de este distrito. No tiene requerimientos de horas-frío para su fructificación.

Una de las limitantes serias de esta especie era el largo período desde su establecimiento hasta el inicio de la producción de frutos. En la actualidad hay técnicas de injertación que permiten reducir este período a muy pocos años.

- Chirimoyo: las condiciones de clima son apropiadas para el desarrollo de esta especie, que podría representar una alternativa muy interesante siempre que se mejorara la situación de salinidad en el agua, en algunos suelos del área. Otra limitante sería para esta especie es el viento que ocurre en este sector del valle, lo que hace necesario aplicar técnicas especiales para superar este problema.
- Papayo: es otra especie potencial que podría ser de gran interés; sin embargo, enfrenta las mismas limitaciones señaladas para el chirimoyo.
- Cítricos: el clima templado de este distrito permite el establecimiento de huertos de naranjas y limones con miras a obtener fruta temprana y de calidad.
- Palto: presenta una adaptabilidad similar a los cítricos e igualmente, se debe superar para su desarrollo en este distrito la salinidad de suelo y agua.

- Almendro: es un frutal con requerimientos bajos de frío (100 a 400 horas-frío) por lo que se puede adaptar al sector. Además las temperaturas moderadas son favorables para su crecimiento.
- Membrillo: es una especie que se adapta bien a las condiciones de clima, suelo y calidad de agua del sector. Es una especie con requerimientos bajos de horas-frío (100-400). La variedad Champion prospera en buenas condiciones.
- Higuera: es otra especie que se adapta a las condiciones de clima y salinidad que se presentan en el sector. Tiene requerimientos bajos de frío.

2.4.b Cultivos anuales y perennes.

Por las condiciones de temperatura que predominan en el sector, los cultivos anuales no ofrecen ventajas significativas con respecto a otros centros de producción. Por lo tanto, su uso debe considerarse sólo como secundario a las opciones de especies frutales.

Sin embargo, las condiciones climáticas ofrecen posibilidades para una gama amplia de especies. Entre estas, las que tienen un mayor interés son las siguientes:

Zapallo italiano y pepino dulce.

Pimentón.

Melón, sandía y zapallo.

Alcachofa.

Poroto verde: para producción tardía y normal.

Maíz para la obtención de choclos.

Papa para cosecha temprana (Octubre - Noviembre).

Otras hortalizas : betarraga, repollo, coliflor, haba, etc.

Alfalfa : es un cultivo apropiado para las áreas con suelos de terrazas, como los que se encuentran cerca de Maitencillo.

Higuerilla o ricino: es una especie que crece en algunos suelos del sector, por lo que podría extenderse su cultivo, siempre que no existan problemas graves de salinidad.

3. Análisis agronómico del distrito II: Maitencillo - Chañar Blanco.

3.1 Descripción general.

Este distrito se extiende desde unos 20 km al poniente de Vallenar hasta unos 10 km al oriente de esta ciudad. Es el sector del valle que ofrece las mayores posibilidades agrícolas, por la disponibilidad de superficies conside-

rables de suelos aptos para diversos rubros. Es a su vez el sector más afectado por la falta de agua de riego. En períodos de sequía acentuada se deja de cultivar especies anuales, dando prioridad a los frutales de más valor.

3.2 Características del clima.

En este distrito aún persiste, aunque en menor proporción, la influencia del mar. Las neblinas penetran hasta Vallenar (50 Km desde Huasco) pero ya aparecen algunas heladas. Registros de varios años muestran que en la parte alta de las terrazas se producen uno o dos días con heladas al año. En cambio en el valle mismo, en el sector de Chañar Blanco se ha observado unos 7 días con heladas.

El número de horas-frío, para todo el año, es de 540 en el área de terrazas y de 933 en el valle mismo. Desde Marzo al 1º de Septiembre las horas-frío son de 442 en las terrazas y 725 en el valle.

Los grados-días acumulados a través de todo el año alcanzan a 1650 en las terrazas y a 2005 en el valle. Para el período 1º de Agosto a 1º de Mayo, los grados-días llegan a 1486 en las terrazas y a 1770 en el valle.

Este es un sector de transición ya que en la parte más occidental del distrito hay una influencia considerable del mar, la que se extiende, más debilitada, hacia Vallenar. Por otra parte, ocasionalmente, hay influencia de los vientos cálidos provenientes de la parte alta del valle.

3.3 Especies adaptables.

Considerando los antecedentes de clima y experiencias agronómicas desarrolladas en este sector, se presentan las siguientes alternativas de cultivos:

- i) Frutales de hoja persistente: Lúcumo, chirimoyo, olivo, cítricos, palto, papayo.
- ii) Frutales de hoja caduca: Damasco, ciruelo japonés, almendro, durazno, membrillo, vid, higuera.
- iii) Cultivos anuales perennes y forrajeras: En este distrito se puede cultivar una amplia gama de cereales, chacras y hortalizas. En algunos casos las condiciones de temperatura permiten una salida temprana al mercado, aún cuando no constituyen un primor propiamente tal.

Cereales	:	maíz, sorgo, trigo.
Cultivos perennes	:	alcachofa, espárrago.
Solanáceas	:	papa, pepino dulce, pimentón, tomate.
Leguminosas	:	garbanzo, lenteja, arveja, haba, poroto verde.
Crucíferas	:	repollo, coliflor, repollo bruselas.
Industriales	:	higuerilla o ricino, jojoba.
Forrajeras	:	alfalfa, trébol alejandrino.

3.4 Análisis de especies consideradas.

3.4.a Frutales.

- Damasco: se adapta bien a las condiciones del sector. Es necesario seleccionar variedades con bajos requerimientos de frío. Ya se ha comprobado el buen comportamiento de los cultivares Imperial de Huechuraba, Tiltón y Blenheim.
- Duraznero: es posible cultivar esta especie en el sector siempre que se introduzcan variedades con bajo requerimiento de frío. Entre éstas existen varias, ya introducidas y evaluadas por el INIA en la IV Región, que presentan características muy destacadas por su madurez temprana y calidad.
- Almendro: es una especie cuyos requerimientos de frío son bajos (100 - 400 horas-frío), adaptándose bien al clima de este distrito.
- Ciruelo japonés: algunas variedades de esta especie pueden adaptarse a las condiciones del sector. Deberá elegirse cultivares con bajos requerimientos de frío (600 horas-frío).
- Vid: es una posibilidad, ya que se trata de una especie con requerimientos bajos de frío (110-350 horas-frío). De mayor significación son las necesidades de temperaturas sobre 10°C para su crecimiento, fructificación y acumulación de azúcares. Este parámetro limita la posibilidad de obtener uva de mesa temprana en este distrito.

En este sector, para vid pisquera habría que considerar el uso de variedades como Moscatel Rosada y Moscatel de Alejandría. Se estima que en esta área es posible obtener uva con grado alcohólico de 10° a 12°. A estos niveles los requerimientos calóricos serían de unos 1.400 a 1.770 grados-día, los que son satisfechos por las temperaturas que ocurren en esta zona.

- Chirimoyo: puede ser una alternativa de interés en el sector, en el cual ya no se encuentran condiciones de alta salinidad, como ocurre en el sector Huasco - Maitencillo. Si bien ocurren heladas, estas no alcanzan a causar daños de consideración en esta especie.

- Lúcumo: puede ser una alternativa interesante ya que las condiciones climáticas y otras son muy favorables para su desarrollo.
- Cítricos: naranjo, limón y pomelo tienen buena adaptación. Destacan especialmente las posibilidades del naranjo. Son especies sin requerimientos de frío pero en cambio pueden ser dañadas por las heladas. Sin embargo, pueden soportar las escasas heladas que ocurren en el distrito.
- Palto: dentro de este distrito es posible desarrollar sin problemas todas las variedades de esta especie, obteniendo una producción casi continua dentro del año.

3.4.b Cultivos anuales, perennes y forrajeras.

- Cereales: en suelos sin problemas de salinidad es posible cultivar maíz, trigo, cebada y sorgo de grano. Para el maíz hay variedades con requerimientos de 1500 a 2200 grados-día, por lo tanto se está dentro de rangos que ocurren en el sector y que permiten obtener choclo temprano.

Debe considerarse sin embargo que el clima para este tipo de cultivo no presenta ventajas sobre otras zonas del país, que por extensión, experiencia, etc. pueden producir grandes cantidades de estos cultivos. El aspecto económico jugará un rol fundamental en la decisión de explotar estas especies en el área.

- Solanáceas: la papa es un cultivo que puede ofrecer algunas ventajas con respecto a otras zonas, ya que es posible cosecharla en Septiembre-Octubre, como papa temprana. En tomate se dan condiciones climáticas para el cultivo industrial y de salida temprana.
- Leguminosas: los cultivos de arveja y haba presentan posibilidades de cosechar temprano un alto porcentaje de su producción.
- Cultivos perennes: alcachofa y espárrago tienen claras posibilidades de una cosecha anticipada respecto de la zona central, por las condiciones climáticas benignas.
- Cultivos industriales: higuera o ricino (*Ricinus communis* L.) es una especie que crece prácticamente silvestre en el sector, y podría constituirse en una alternativa de interés. Puede soportar heladas suaves. Sin embargo, sería necesario estudiar los diversos aspectos relacionados con su cultivo y comercialización.

En jojoba, todas las apreciaciones teóricas seleccionan este distrito como el de mejor adaptación de la especie, y de hecho, las primeras investigaciones prácticas se han establecido en este sector.

- Alfalfa: es una especie ampliamente cultivada en el sector, ocupando suelos de terrazas. Es la mejor alternativa forrajera en la actualidad. Además podría considerarse la posibilidad de cultivos para la producción de semilla. Esta misma alternativa podría señalarse para el trébol alejandrino. Ambas especies pueden continuar su crecimiento durante el invierno, ya que las temperaturas moderadas de este distrito aminoran los efectos de la producción estacional de forrajes en la actividad pecuaria.

4. Análisis agronómico del distrito III: Chañar Blanco - Junta del Carmen.

4.1 Descripción general.

Es un distrito de unos 25 km de longitud, caracterizado por la estrechez del valle. Se encuentra una sucesión de secciones muy angostas, intercaladas con secciones más amplias. Predomina la propiedad muy pequeña, desde menos de 1 há hasta 2 - 3 há. En estos predios se encuentran huertos caseros, con gran diversidad de especies.

Los suelos de uso agrícola están en el valle mismo ya que desaparecen las terrazas, características de sectores más bajos. Representa un área muy reducida dentro del valle.

Hay áreas pequeñas dedicadas a cultivos en la ladera con exposición norte, en suelos que sufren un proceso acelerado de erosión.

4.2 Características del clima.

Los antecedentes de este distrito se recogieron en la estación meteorológica de Santa Juana.

Es interesante considerar que en este sector no se registran días con heladas, aunque se producen temperaturas cercanas a 0°C. Esto abre amplias posibilidades de adaptación de muchas especies y el cultivo de algunas de ellas fuera de temporada (primores).

La acumulación anual de horas-frío llega a unas 406 horas, y para el período Marzo a 1º de Septiembre, se registran unas 343 horas-frío, valor que limita la adaptación de varias especies frutales. Los grados-días acumulados para el año son 2659 y para el período 1º de Agosto a 1º de Mayo suman 2.271.

En el sector se deja sentir el efecto de vientos cálidos que descienden a lo largo del valle.

Es un área con mayor luminosidad que los distritos I y II, ya que no se presenta el efecto de las neblinas de la costa. Sin embargo, hay sombreamien-

to considerable en la ladera con exposición sur, como resultado del estrechamiento del valle.

4.3 Especies adaptables.

Las posibilidades de un desarrollo amplio en este sector están limitadas por las extensiones reducidas de suelos agrícolas y el pequeño tamaño de las propiedades. Además, ya existe una tradición arraigada de una producción muy diversificada en los huertos caseros.

Las especies con mayor interés de cultivar, de acuerdo a las características climáticas del sector son:

- i) Frutales de hoja persistente: lúcumo, palto, cítricos.
- ii) Frutales de hoja caduca: vid, higuera, damasco, durazno.
- iii) Cultivos anuales: tomate, poroto verde, ají, pimentón y otros indicados para el distrito II.

4.4 Análisis de especies consideradas.

4.4.a Frutales

- Durazno: por la limitación de horas de frío solo es posible pensar en variedades de bajo requerimiento y precoces.
- Damascos: las variedades tradicionales han demostrado una buena adaptación en el sector. Tienen ventajas de madurez temprana por la acumulación térmica.
- Vid: la acumulación térmica ejerce un efecto muy favorable en vides pisqueras y de mesa, favoreciendo el grado alcohólico y la madurez temprana respectivamente. Tienen una buena adaptación a este distrito.
- Cítricos: ya que aún se mantiene un clima libre de heladas o con heladas esporádicas y suaves, es posible obtener una buena adaptación de especies como naranjo, limón y pomelo.
- Palto: para esta especie sub-tropical son válidos los mismos comentarios indicados para cítricos.

4.4.b Cultivos anuales.

Los cultivos anuales seleccionados encuentran condiciones favorables de temperatura y luminosidad para ser producidos fuera de época (primores). Para ello se ubican en algunas terrazas pequeñas y en especial en la ladera con exposición norte. Una alternativa de interés es la producción de estos cultivos bajo plástico. De hecho, esta ha sido una modalidad de producción bastante antigua en este sector.

El hecho de que sea posible realizar cultivos de primores confirma que las condiciones de clima son favorables, ya que ese tipo de cultivos es posible solo en los casos en que no se presentan heladas a fines de invierno y principios de primavera, o ellas son suaves y de ocurrencia esporádica.

5. Análisis agronómico del distrito IV: Valle del Tránsito.

5.1 Descripción general.

Este sector se extiende desde la Junta del Carmen hasta unos 50 km hacia el oriente. El valle es angosto (500-700 metros de ancho), con laderas bastante escarpadas.

Los suelos agrícolas están restringidos al valle mismo y a pequeñas áreas en la ribera, recuperadas al lecho del río.

Las propiedades son de tamaño pequeño, en su mayoría desde menos de una hectárea hasta 2 - 3 hectáreas. En este sector se encuentran secciones con microclima, lo que se constata por la presencia en algunos lugares de frutales como mangos y por el cultivo de especies como tomate y ají en otoño e invierno. Estas condiciones prevalecen hasta unos 20 km al oriente de la Junta del Carmen.

Los cultivos encuentran condiciones de temperatura y luminosidad favorables, especialmente en la ribera con exposición norte.

5.2 Características de clima.

Los datos climáticos fueron obtenidos en la estación de Conay.

En este distrito se han registrado sólo 2 días con heladas, como promedio de varios años. Aquí se produce el efecto favorable de vientos cálidos provenientes de la parte alta del valle El Tránsito.

Las horas-frío acumuladas durante el año llegan a 418. Para el período Marzo a 1º de Septiembre se acumulan 329 horas frío. Los grados-día para el año suman 2.992 y para el período 1º de Agosto a 1º de Mayo la acumulación llega a 2.535 grados día.

Estos antecedentes permiten caracterizar el sector con un clima muy benigno y con un número bajo de horas-frío, lo que limita la adaptación de varias especies frutales.

5.3 Especies adaptables.

Considerando las características de clima, los cultivos que aparecen con posibilidades son:

- i) Frutales de hoja persistente: palto, lúcumo, naranjas, limonero, mandarino, babaco, mango.
- ii) Frutales de hoja caduca: durazno, damasco, higuera, vid, nogal, pecan, pistacho.
- iii) Cultivos anuales: tomate, ají, poroto verde, pimentón, pepino de ensalada, melón, zapallo italiano, haba y maíz grano y choclo.

5.4 Análisis de las especies consideradas.

5.4.a Frutales hoja persistente.

Las condiciones climáticas de alta acumulación térmica y ocurrencia esporádica de heladas abren posibilidades a toda la fruta sub-tropical de hoja perenne.

Para babaco y mango debieran analizarse también otros factores de producción a la vez que esperar los resultados de ensayos en otros valles interiores.

5.4.b Frutales hoja caduca.

En durazno y damasco el número de horas-frío obliga a seleccionar variedades de bajo requerimiento de frío aunque menos precoces que las del distrito II, porque comparativamente hay una mayor acumulación térmica.

En pistacho podría haber problemas por insuficiencia de frío invernal y sería recomendable esperar los resultados de la investigación en marcha. El pecano aparece con ligeras limitaciones por frío, además que habría que estudiar otros factores de producción. El nogal tiene suficiente frío, especialmente en los sectores altos del valle.

Por su parte la vid, en sus variedades de mesa y pisquera encuentra excelentes condiciones de luminosidad y acumulación térmica, lo que permite salir temprano al mercado en la uva de exportación y obtener un buen grado y aroma en uva para destilar.

5.4.c Cultivos anuales.

Los rubros incluidos constituyen una alternativa de interés por la posibilidad de producirlos fuera de temporada. Aprovechando las condiciones de microclima se podrán organizar producciones bajo plástico en áreas protegidas del viento.

De acuerdo a la evolución del clima a lo largo del valle, los primores deberían desarrollarse en los primeros 25 km, para después pasar a rubros que soporten mejor las eventuales heladas.

En orden de importancia, las diversas alternativas tendrían la siguiente distribución:

- . Vid (parronal de mesa)
- . Palto
- . Naranja (tardía de Valencia)
- . Lúcumo
- . Duraznero
- . Damasco
- . Limonero
- . Higuera
- . Membrillo
- . Nogal

En los sectores con condiciones favorables para la producción de cultivos anuales primores (tomate, ají, poroto verde y granado, pimentón), éstos seguirían en importancia a la vid (parronal).

6. Análisis agronómico del distrito V: Valle del río El Carmen.

6.1 Descripción general.

Este distrito se extiende hacia el sur-oeste desde la Junta del Carmen, por unos 35 kms. Este valle es angosto (500 - 700 metros), de laderas escarpadas y por su orientación norte-sur sufre los efectos de sombreamientos tanto en la mañana, como en la tarde.

Las propiedades son pequeñas y predominan en ellas los huertos caseros con gran diversidad de especies.

6.2 Características de clima.

No se dispone de antecedentes de temperatura por no existir una estación meteorológica en el sector. Sólo es posible deducir que las temperaturas son menos favorables que en el valle El Tránsito, por el sombreamiento considerable que se produce dada la orientación casi norte-sur del valle.

Los estudios climáticos demuestran que la aparición del sol, en algunos sectores del valle, ocurre a las 6:45 horas en verano y a las 8:00 horas en invierno. El ocultamiento del sol se determinó a las 16:30 horas en verano y aproximadamente a las 15:15 horas en invierno. Estos antecedentes confirman que el valle cuenta con pocas horas con radiación directa del sol, lo que afecta negativamente las temperaturas que deben ocurrir en el sector, condicionándose así las posibilidades agronómicas de este distrito.

6.3 Especies adaptables.

De acuerdo a las condiciones climáticas las posibilidades de cultivos son las siguientes:

- i) Frutales de hoja persistente: Palto, naranjo, limón, lúcumo.
- ii) Frutales de hoja caduca: Vid, higuera, damasco, durazno y nogal.

En este valle los paltos sufren daño por el hongo *Phytophthora cinnamon*, que ha infectado los suelos, por su distribución a través del agua.

- iii) Cultivos anuales. Ají, maíz, poroto verde, pimentón.

En cuanto a adaptación, las características de este distrito son similares al distrito IV, lo cual hace que sean válidos los mismos comentarios. La recomendación de cultivos aparece como muy similar y no existe a la fecha evidencia empírica que demuestre una menor productividad o menor adaptación de especies cultivadas en El Tránsito, en este valle del Carmen.

En orden de importancia, las alternativas de cultivos son, en frutales:

- . Vid (parronal de mesa)
- . Lúcumo
- . Naranjo
- . Palto, considerando sólo plantaciones que pudieran efectuarse con variedades modernas y aplicando técnicas de tratamiento del suelo con bromuro de metilo, previo a la plantación.

Y en cultivos anuales:

- . Aji
- . Maíz (Choclo)
- . Poroto Verde

RADIACION POTENCIAL (KCAL/CM²) PARA DIVERSAS PENDIENTES,
EXPOSICIONES Y ESTACIONES DEL AÑO, CORRESPONDIENTES AL SECTOR DEL
VALLE DEL RIO HUASCO (LATITUD MEDIA 28°45', SUR),
PARA ALTITUD DE 1.500 M.S.N.M.

Pendiente del terreno (%)	EXPOSICION							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
<u>INVIERNO</u>								
0	35.5							
0 - 5	37.5	38.0	35.4	32.5	31.5	32.5	35.4	38.0
5 - 10	41.5	40.5	35.3	29.0	27.0	29.0	35.3	40.5
10 - 15	45.0	43.0	35.2	26.0	22.0	26.0	35.2	43.0
15 - 30	53.5	47.5	32.5	17.0	10.0	17.0	32.5	47.5
30 - 45	59.0	49.0	30.0	10.5	0.01	0.5	30.0	49.0
<u>VERANO</u>								
0	81.0							
0 - 5	80.0	80.2	80.5	79.5	80.0	79.5	80.5	80.2
5 - 10	79.5	79.8	79.5	78.5	79.0	78.5	79.5	79.9
10 - 15	78.5	79.5	79.0	77.0	77.5	77.0	79.0	79.5
15 - 30	71.0	73.0	73.5	69.5	69.5	69.5	73.5	73.0
30 - 45	59.5	64.5	65.5	58.0	55.0	58.0	65.5	64.5
<u>PRIMAVERA - OTOÑO</u>								
0	58.0							
0 - 5	60.0	60.0	57.5	55.5	55.0	55.5	57.5	60.0
5 - 10	62.0	61.5	57.0	53.0	51.5	53.0	57.0	61.5
10 - 15	64.0	62.5	56.5	50.5	48.5	50.5	56.5	62.5
15 - 30	65.0	62.5	53.0	44.0	32.0	41.0	53.0	62.5
30 - 45	64.0	58.0	48.5	31.0	19.0	31.0	48.5	58.0

TEMPERATURAS MEDIAS Y OSCILACION TERMICA MEDIA PARA ESTACIONES DEL
SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO (VALORES EN °C)

ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC. ANUAL

TEMPERATURA MEDIA

1) Huasco	18.7	17.9	15.9	15.0	12.9	12.6	12.1	12.0	13.7	14.3	15.2	16.7	14.8
2) Vallenar DMC	18.4	18.0	16.7	14.7	13.0	11.2	10.8	12.1	12.4	14.1	15.2	17.3	14.5
3) Vallenar INIA	19.8	19.6	17.7	15.4	13.5	11.8	11.5	12.6	13.4	15.2	16.4	18.0	15.4
4) Santa Juana	20.8	20.6	19.6	17.4	15.4	13.0	13.9	15.1	15.3	17.1	18.3	19.9	17.3
5) Conay	21.5	21.0	19.7	18.8	16.9	12.6	13.8	15.2	17.6	18.1	19.4	20.8	17.9

OSCILACION TERMICA

1) Huasco	8.1	7.8	8.1	6.2	5.6	6.1	6.5	6.1	8.3	6.9	4.6	7.3	6.8
2) Vallenar DMC	13.9	14.0	14.3	13.0	13.2	12.5	13.2	13.7	13.8	14.4	14.5	14.5	13.8
3) Vallenar INIA	15.9	16.3	16.9	16.5	15.9	15.6	16.0	16.4	15.7	16.8	16.7	16.4	16.3
4) Santa Juana	15.9	15.0	15.2	16.5	15.2	13.9	14.9	16.3	16.6	16.7	16.1	15.9	15.7
5) Conay	15.0	16.7	14.9	14.2	13.4	12.7	13.7	14.7	15.2	15.2	15.6	16.9	14.9

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS MEDIAS DE ESTACIONES METEOROLOGICAS
DEL SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO (VALORES EN °C)

ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC. ANUAL

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA

1) Huasco	22.7	21.8	19.9	18.1	15.7	15.6	15.3	15.0	17.8	17.7	17.5	20.3	18.3
2) Vallenar DMC	26.5	26.3	25.7	22.8	21.2	18.7	18.9	20.4	20.8	22.8	24.3	25.8	22.9
3) Vallenar INIA	27.7	27.7	26.1	23.6	21.4	19.6	19.5	20.8	21.3	23.6	24.8	26.2	23.5
4) Santa Juana	28.7	28.1	27.2	25.6	23.0	19.9	21.3	23.3	23.7	25.4	26.3	27.7	25.1
5) Conay	29.0	29.3	27.2	25.9	23.6	18.9	20.6	22.7	25.2	25.7	27.2	28.7	25.3

TEMPERATURA MINIMA MEDIA

1) Huasco	14.6	14.0	11.8	11.9	10.1	9.5	8.8	8.9	9.5	10.8	12.9	13.0	11.3
2) Vallenar DMC	12.6	12.3	11.4	9.8	8.0	6.2	5.7	6.7	7.0	8.4	9.8	11.3	9.1
3) Vallenar INIA	11.8	11.4	9.2	7.1	5.5	4.0	3.5	4.4	5.6	6.8	8.1	9.8	7.3
4) Santa Juana	12.8	13.1	12.0	9.1	7.8	6.0	6.4	7.0	7.1	8.7	10.2	11.8	9.4
5) Conay	14.0	12.6	12.3	11.7	10.2	6.2	6.9	8.0	10.0	10.5	11.6	11.8	10.5

TEMPERATURAS MINIMAS Y MAXIMAS ABSOLUTAS (°C) PARA ESTACIONES DEL
SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO, PERIODO 1966 - 70

ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC. ANUAL

TEMPERATURA MINIMA

1) Huasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) Vallenar DMC	8.2	5.0	5.2	4.6	2.7	1.6	1.4	1.2	3.2	4.4	6.0	7.8	1.2
3) Vallenar INIA	8.2	8.2	4.4	2.0	0.8	-2.8	-1.8	-0.8	0.0	2.0	5.0	5.4	-2.8
4) Santa Juana	9.0	9.0	4.5	4.0	2.5	3.0	2.0	2.0	3.5	4.5	8.0	9.0	2.0
5) Conay	6.0	7.5	6.0	4.0	1.0	-1.0	0.0	0.5	0.2	3.0	4.0	4.0	-1.0

TEMPERATURA MAXIMA

1) Huasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) Vallenar DMC	31.3	33.0	30.2	30.7	30.0	28.8	27.4	32.8	32.8	29.0	30.4	31.2	33.0
3) Vallenar INIA	32.2	30.8	30.4	29.2	29.2	26.8	28.8	33.8	29.2	29.2	30.0	34.2	34.2
4) Santa Juana	34.0	33.5	33.5	31.0	34.0	30.0	34.0	33.0	34.0	34.0	33.0	34.0	34.0
5) Conay	36.5	35.0	34.0	32.0	31.0	29.0	31.0	30.5	34.0	32.0	33.0	33.0	36.5

TEMPERATURAS MINIMAS Y MAXIMAS ABSOLUTAS (°C) PARA ESTACIONES DEL
SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO, PERIODO 1965 - 81

ENE. FEB. MAR. ABR. MAY. JUN. JUL. AGO. SEP. OCT. NOV. DIC. ANUAL

TEMPERATURA MINIMA

1) Huasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) Vallenar DMC	8.2	5.0	5.2	1.7	0.2	1.4	1.0	0.7	0.4	1.2	3.0	5.8	0.2
3) Vallenar INIA	8.2	8.2	4.4	2.0	0.4	-2.8	-2.2	-0.8	0.0	2.0	4.4	5.4	-2.8
4) Santa Juana	9.0	9.0	4.5	4.0	2.5	2.0	0.0	2.0	3.0	4.5	7.8	9.0	0.0
5) Conay	6.0	7.5	6.0	3.0	1.0	-1.0	-3.0	-2.0	0.0	2.0	3.0	4.0	-3.0

TEMPERATURA MAXIMA

1) Huasco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) Vallenar DMC	32.0	33.0	30.2	33.0	30.0	32.3	31.0	33.4	32.8	33.0	31.6	33.2	33.4
3) Vallenar INIA	32.2	31.8	30.4	29.2	30.0	28.6	28.8	33.8	32.4	29.2	30.0	34.2	34.2
4) Santa Juana	34.0	33.5	33.5	33.4	34.0	33.0	34.0	33.0	34.0	34.0	33.2	34.4	34.4
5) Conay	37.0	36.7	36.0	33.0	31.0	30.0	31.0	32.0	34.0	39.0	34.0	37.0	39.0

VALORES MEDIOS DE GRADOS-DIA ACUMULADOS PARA BASE 5°C Y 10°C, PARA ESTACIONES DEL SECTOR DEL VALLE HUASCO

ESTACIONES	GRADOS-DIA ACUMULADOS, BASE 5° C												
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Huasco (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.589
2) Vallenar DMC	403	358	357	298	250	177	172	205	216	283	327	388	3.434
3) Vallenar INIA	458	411	394	312	263	210	202	233	254	316	384	406	3.845
4) Santa Juana	493	446	456	372	324	239	282	319	312	376	397	464	4.480
5) Conay	486.8	449.1	479	416.7	381.9	256.1	297.5	339.4	380.2	409.5	433.8	530.9	4.861
BASE 10°C	GRADOS-DIA ACUMULADOS, BASE 10°C												
1) Huasco (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.861
2) Vallenar DMC	249	218	202	148	95	35	34	63	68	128	177	233	1.650
3) Vallenar INIA	303	273	239	162	109	71	56	84	104	161	193	251	2.005
4) Santa Juana	337	305	301	222	169	90	129	166	163	221	247	309	2.659
5) Conay	332.3	309	314	267.7	219	102	135	176	230	253	285	369	2.992

(*) Para la estación de Huasco los valores han sido estimados mediante ecuaciones.

HORAS DE FRIO (BASE 7°C) ESTIMADAS A PARTIR DE LAS TEMPERATURAS MAXIMAS Y
MINIMAS DIARIAS PARA ESTACIONES DEL SECTOR DEL VALLE DE HUASCO

ESTACIONES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Huasco (*)													
2) Vallenar DMC	0	6	5	10	42	120	153	106	83	13	3	0	540
3) Vallenar INIA	0	0	6	55	120	173	204	167	120	68	17	3	933
4) Santa Juana	0	0	6	15	25	104	110	82	56	6	0	0	406
5) Conay	0	0	3	10	19	133	102	62	26	9	5	0	418
(*) Sin información													

NUMERO DE DIAS DE HELADA SOBRE LA BASE DE LOS CRITERIOS DE 0°C, 1°C Y 2°C DE LA
TEMPERATURA MINIMA DIARIA MEDIDA EN COBERTIZO, ESTACION VALLENAR DMC

TEMP. BASE	AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
0°C	1966	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	s/d	1	s/d	s/d	s/d	s/d	1
1°C	1966	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	1967	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	s/d	2	1	s/d	s/d	s/d	3
2°C	1966	0	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	4
	1967	0	0	0	0	1	0	2	2	0	1	0	0	6
	1968	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	1969	0	0	0	0	0	0	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	0

s/d = sin datos

NUMERO DE DIAS DE HELADA SOBRE LA BASE DE LOS CRITERIOS DE 0°C, 1°C Y 2°C DE LA
TEMPERATURA MINIMA DIARIA MEDIDA EN COBERTIZO, ESTACION VALLENAR INIA

TEMP. BASE	AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
0°C	1970	0	0	0	0	0	6	3	1	0	0	0	0	10
	1971	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0	5
	1972	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	1973	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1974	0	0	0	0	0	10	3	2	1	0	0	0	16
1°C	1970	0	0	0	0	0	9	7	2	0	0	0	0	18
	1971	0	0	0	0	1	9	5	1	0	0	0	0	16
	1972	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
	1973	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
	1974	0	0	0	0	0	13	10	4	2	0	0	0	29
2°C	1970	0	0	0	0	0	13	12	7	0	0	0	0	32
	1971	0	0	0	1	3	11	6	9	1	0	0	0	31
	1972	0	0	0	0	4	2	6	0	0	0	0	0	12
	1973	0	0	0	0	1	4	7	11	4	1	0	0	28
	1974	0	0	0	0	0	16	18	10	7	0	0	0	51

NUMERO DE DIAS DE HELADA SOBRE LA BASE DE LOS CRITERIOS DE 0°C, 1°C Y 2°C DE LA
TEMPERATURA MINIMA DIARIA MEDIDA EN COBERTIZO, ESTACION SANTA JUANA

TEMP. BASE	AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
0°C	1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1°C	1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1970	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2°C	1966	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1967	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5
	1968	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1970	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2

NUMERO DE DIAS DE HELADA SOBRE LA BASE DE LOS CRITERIOS DE 0°C, 1°C Y 2°C DE LA
TEMPERATURA MINIMA DIARIA MEDIDA EN COBERTIZO, ESTACION CONAY

TEMP. BASE	AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
0°C	1966	s/d	s/d	0	s/d	0	2	1	0	0	0	0	0	3
	1967	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
	1968	0	0	0	0	0	0	0	s/d	0	0	0	0	0
	1969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1970	0	0	0	0	0	0	1	0	0	s/d	0	0	1
1°C	1966	0	0	0	0	0	4	3	1	0	0	0	0	8
	1967	0	0	0	0	0	2	4	1	1	0	0	0	8
	1968	0	0	0	0	0	0	0	s/d	0	0	0	0	0
	1969	s/d	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3
	1970	0	0	0	0	1	3	1	1	0	s/d	0	s/d	6
2°C	1966	0	0	0	0	0	7	6	4	0	0	0	0	17
	1967	0	0	0	0	0	5	7	2	2	0	0	0	16
	1968	0	0	0	0	1	0	0	s/d	0	0	0	0	1
	1969	s/d	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	6
	1970	0	0	0	0	1	3	3	1	1	s/d	s/d	s/d	9

s/d = sin datos

EVAPORACION DE BANDEJA MEDIA MENSUAL Y ANUAL (mm) EN LAS LOCALIDADES DE
VALLENAR DMC, VALLENAR INIA, SANTA JUANA Y CONAY

ESTACIONES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Vallendar DMC	226	204	174	108	84	60	71	118	156	161	180	201	1.744
2) Vallendar INIA	270	227	191	131	97	71	85	111	141	199	231	255	2.009
3) Santa Juana	293	233	208	138	118	127	128	197	171	227	253	278	2.372
4) Conay	341	283	239	213	133	120	124	183	216	226	300	248	2.626

EVAPORACION POTENCIAL CALCULADA SEGUN PAPADAKIS (1966) PARA ESTACIONES
DEL SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO (mm)

ESTACIONES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Huasco (*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2) Vallenar DMC	123	122	120	97	89	75	78	86	90	102	111	181	1.213
3) Vallenar INIA	140	141	133	114	99	88	89	97	98	115	123	131	1.366
4) Santa Juana	148	140	134	128	106	86	95	112	117	128	134	141	1.368
5) Conay	146	158	133	120	102	76	88	102	119	123	135	154	1.457

(*) Sin información

EVAPORACION POTENCIAL CALCULADA SEGUN BLANEY Y CRIDDLE (1950) PARA ESTACIONES
DEL SECTOR DEL VALLE DEL RIO HUASCO (mm)

ESTACIONES	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Huasco	160	135	132	116	105	96	100	106	116	131	139	154	1.490
2) Vallenar DMC	160	136	136	115	105	92	96	107	112	131	139	157	1.486
3) Santa Juana	170	146	147	125	113	98	106	118	122	143	152	168	1.608
4) Conay	173	147	148	130	118	97	106	118	131	147	157	172	1.644

DEFICIT DE SATURACION (mm Hg) PARA LAS ESTACIONES DE
VALLENAR DMC, VALLENAR INIA Y CONAY

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Vallenar DMC	5,0	4,6	3,9	3,0	3,7	3,3	3,2	3,8	3,2	4,0	4,4	5,0	3,9
2) Vallenar INIA	4,7	4,0	3,4	2,5	2,0	1,8	1,7	2,1	2,2	3,0	3,4	4,2	2,9
3) Conay	9,6	9,0	9,9	10,1	9,4	7,2	9,0	9,0	10,0	8,9	8,9	9,8	9,2

HUMEDAD RELATIVA (%) PARA LAS ESTACIONES
DE VALLENAR DMC, VALLENAR INIA Y CONAY

ESTACION	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1) Vallenar DMC	68	70	73	76	73	67	68	69	71	68	67	66	69
2) Vallenar INIA	73	76	78	81	83	83	84	81	81	77	76	73	79
3) Conay	56	52	42	38	35	34	24	31	34	43	48	43	43

FICHA AGROCLIMATICA

DISTRITO I : Huasco - Maitencillo.
Estación tipo analizada: Huasco.

Temperaturas (°C)

Máxima media anual	:	18,3
Media anual	:	14,8
Mínima media anual	:	11,3
Máxima media de Enero	:	22,7
Mínima media de Julio	:	8,8
Máxima absoluta del período	:	18,7
Mínima absoluta del período	:	12,1
Media de Enero	:	s.d.
Media de Julio	:	s.d.
Oscilación media anual	:	6,8

Grados-día acumulados anuales

Base 5°C	:	3589,0
Base 10°C	:	1861,0

Horas de frío anuales

Base 7°C	:	s.d.
N° de días sin heladas (0°C en cobertizo)	:	365

Humedad relativa (%)

Media de Enero	:	s.d.
Media de Julio	:	s.d.
Media anual	:	s.d.

Evaporación (bandeja, en mm)

Total anual	:	s.d.
-------------	---	------

Productividad primaria potencial

(Base temperatura)	:	1.829,0 (g/m ² año)
--------------------	---	--------------------------------

(s.d. = sin datos)

FICHA AGROCLIMATICA

DISTRITO II : Maitencillo - Chañar Blanco
 Estación tipo analizada: Vallenar DMC

Temperaturas (°C)

Máxima media anual	:	22,9
Media anual	:	14,5
Mínima media anual	:	9,1
Máxima media de Enero	:	26,5
Mínima media de Julio	:	5,7
Máxima absoluta del período	:	33,0
Mínima absoluta del período	:	1,2
Media de Enero	:	18,4
Media de Julio	:	10,8
Oscilación media anual	:	13,8

Grados-día acumulados anuales

Base 5°C	:	3434,0
Base 10°C	:	1650,0

Horas de frío anuales

Base 7°C	:	540,0
----------	---	-------

N° de días sin heladas (0°C en cobertizo)	:	365
--	---	-----

Humedad relativa (%)

Media de Enero	:	68,0
Media de Julio	:	68,0
Media anual	:	69,0

Evaporación (bandeja, en mm)

Total anual	:	1743,0
-------------	---	--------

Productividad primaria potencial

(Base temperatura)	:	1804,0 (g/m ² año)
--------------------	---	-------------------------------

FICHA AGROCLIMATICA

DISTRITO III: Chañar Blanco - Junta del Carmen
 Estación tipo analizada: Santa Juana

Temperaturas (°C)

Máxima media anual	:	25,1
Media anual	:	17,3
Mínima media anual	:	9,4
Máxima media de Enero	:	28,7
Mínima media de Julio	:	6,4
Máxima absoluta del período	:	34,0
Mínima absoluta del período	:	2,0
Media de Enero	:	20,8
Media de Julio	:	13,9
Oscilación media anual	:	15,7

Grados-día acumulados anuales

Base 5°C	:	4480,0
Base 10°C	:	2659,0

Horas de frío anuales

Base 7°C	:	406,0
N° de días sin heladas (0°C en cobertizo)	:	365

Humedad relativa (%)

Media de Enero	:	s.d.
Media de Julio	:	s.d.
Media anual	:	s.d.

Evaporación (bandeja, en mm)

Total anual	:	2372,0
-------------	---	--------

Productividad primaria potencial

(Base temperatura)	:	2033,0 (g/m ² año)
--------------------	---	-------------------------------

(s.d. = sin datos)

FICHA AGROCLIMATICA

DISTRITO IV : Valle del Tránsito

Estación tipo analizada: Conay

Temperaturas (°C)

Máxima media anual	:	25,3
Media anual	:	17,9
Mínima media anual	:	10,5
Máxima media de Enero	:	29,0
Mínima media de Julio	:	6,9
Máxima absoluta del período	:	39,0
Mínima absoluta del período	:	-3,0
Media de Enero	:	21,5
Media de Julio	:	13,8
Oscilación media anual	:	14,9

Grados-día acumulados anuales

Base 5°C	:	4861,0
Base 10°C	:	2992,0

Horas de frío anuales

Base 7°C	:	418,0
N° de días sin heladas (0°C en cobertizo)	:	363

Humedad relativa (%)

Media de Enero	:	56,0
Media de Julio	:	24,0
Media anual	:	40,0

Evaporación (bandeja, en mm)

Total anual	:	2626,0
-------------	---	--------

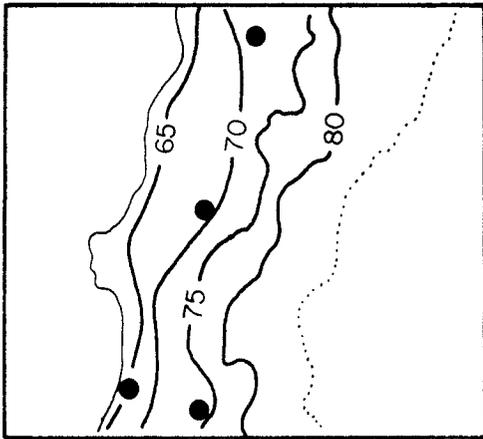
Productividad primaria potencial

(Base temperatura)	:	2080,0 (g/m ² año)
--------------------	---	-------------------------------

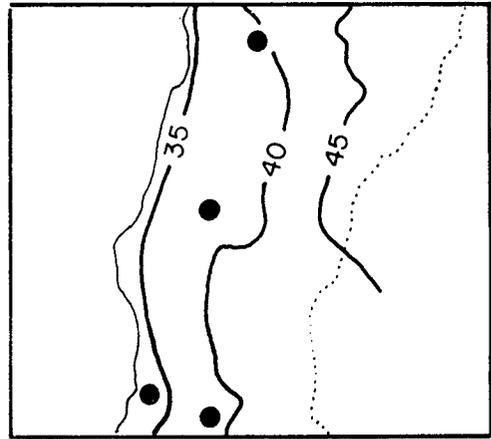
HORAS DE FRIO REQUERIDAS PARA ROMPER EL LETARGO DE YEMAS

EN FRUTALES DE HOJA CADUCA

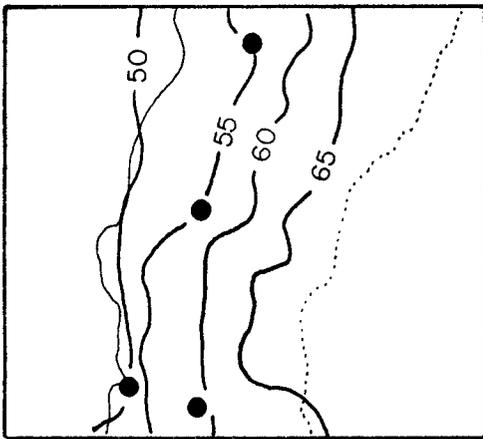
ESPECIE	HORAS DE FRIO REQUERIDAS
Vid	100 - 350
Almendro	100 - 400
Membrillo	100 - 400
Kiwi - macho	200
Damasco	300 - 1.000
Duraznero	400 - 1.100
Cerezo	550 - 1.400
Peral	600 - 1.500
Kiwi - hembra	600
Guindo dulce	600 - 1.500
Ciruelo japonés	600 - 1.500
Ciruelo europeo	700 - 1.700
Manzano	700 - 1.700
Nogal	700 - 1.500



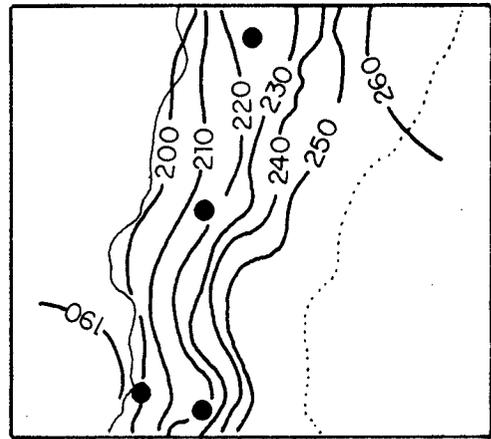
VERANO



INVIERNO



OTOÑO Y PRIMAVERA



ANUAL

(LOS CIRCULOS CORRESPONDEN DE NORTE A SUR, A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALPARAISO, LA SERENA Y VICUÑA .)

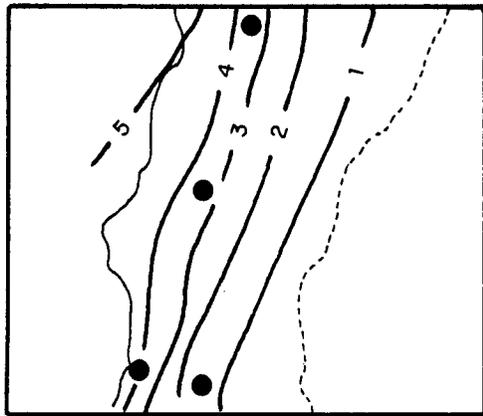
RADIACION SOLAR POTENCIAL SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL, EN AREA GEOGRAFICA DEL VALLE DE HUASCO (Kcal./cm² POR PERIODO)
FUENTE: A. HUBER (1975), MODIFICADO

FIGURA Nº III. B. 2-1

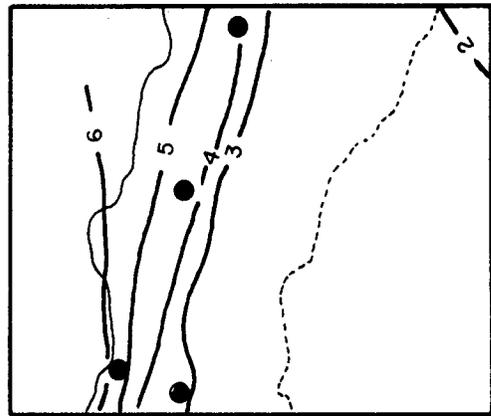
COEFICIENTES DE CORRECCION DE LA RADIACION SOLAR
POTENCIAL PARA DIFERENTES ALTITUDES (*)

	Altitud (m)	Coef. Correc.
1)	0	0.825
2)	300	0.860
3)	600	0.900
4)	900	0.939
5)	1200	0.970
6)	1500	1.000
7)	1800	1.024
8)	2100	1.046
9)	2400	1.064
10)	2700	1.074
11)	3000	1.080

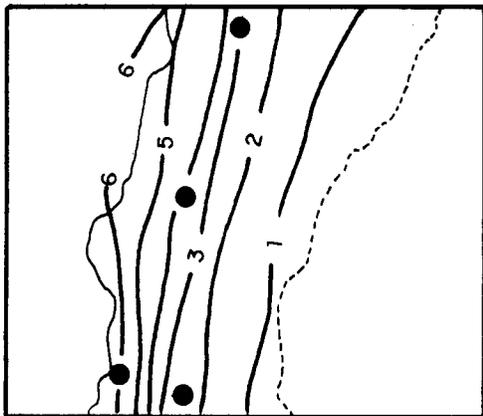
(*) Los valores del cuadro N° III.B.2-1 deben ser multiplicados por los coeficientes de este cuadro a fin de obtener la radiación potencial para diferentes exposiciones, pendientes y altitudes del sector del valle del río Huasco.



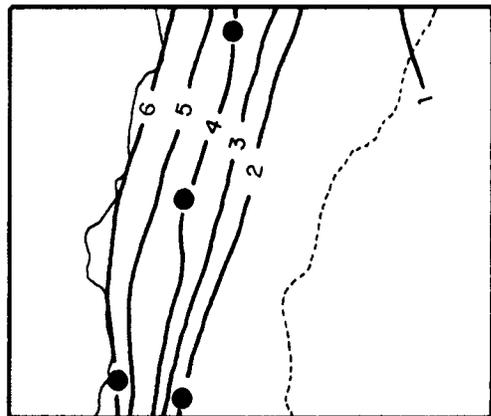
VERANO



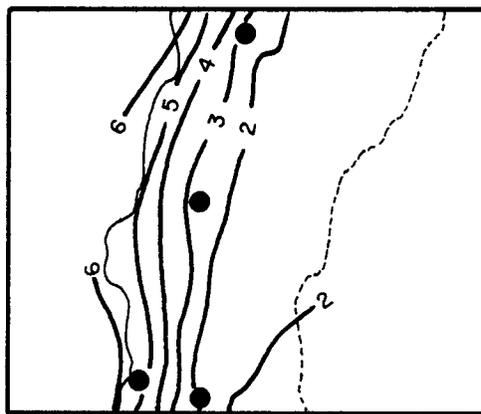
INVIERNO



OTOÑO



PRIMAVERA

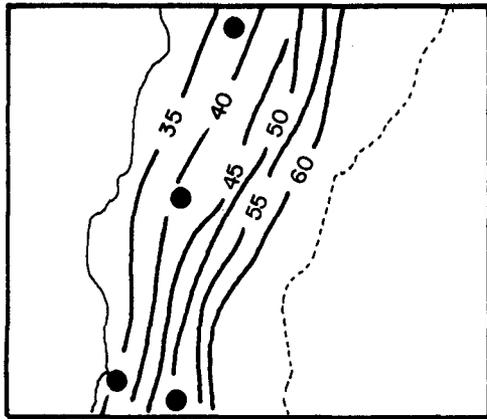


ANUAL

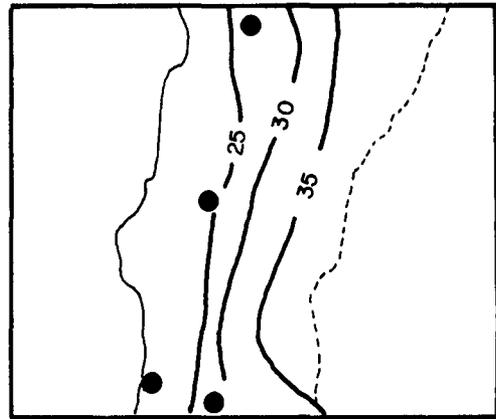
(LOS CIRCULOS CORRESPONDEN DE NORTE A SUR A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO , VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA .)

NUBOSIDAD MEDIA EN AREA GEOGRAFICA DEL VALLE DE HUASCO (DECIMAS)
FUENTE : A. HUBER (1975). MODIFICADO

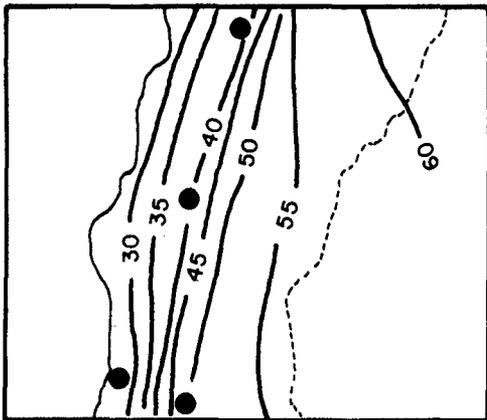
FIGURA Nº III.B.2 - 2



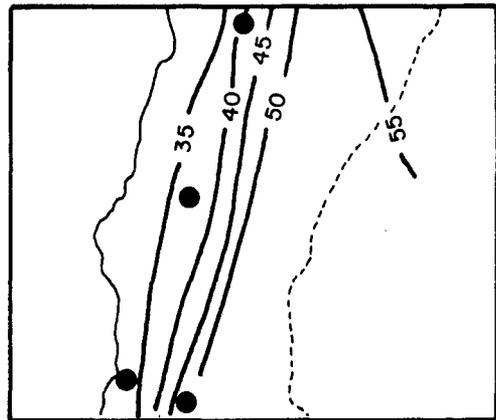
VERANO



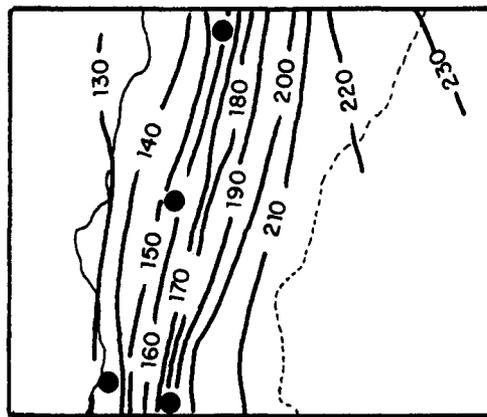
INVIERNO



OTOÑO



PRIMAVERA

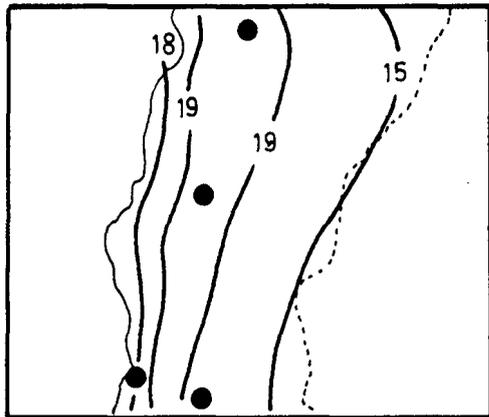


ANUAL

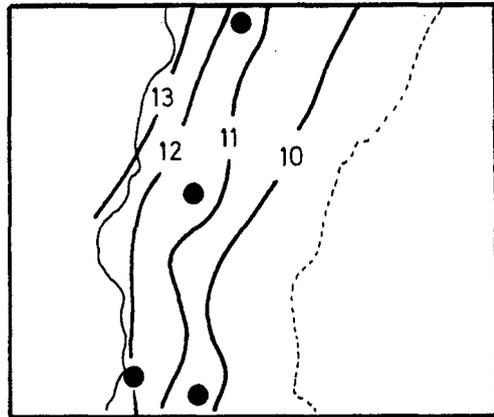
(LOS CIRCULOS CORRESPONDEN DE NORTE A SUR A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA.)

RADIACION SOLAR POTENCIAL CONSIDERANDO LA NUBOSIDAD EN AREA GEOGRAFICA DEL VALLE DE HUASCO (Kcal/cm² POR PERIODO)
FUENTE : A. HUBER (1975), MODIFICADO

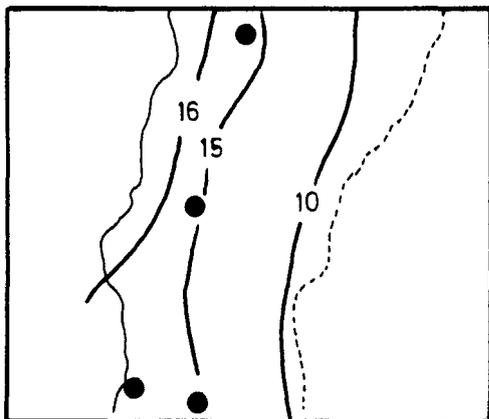
FIGURA N° III. B. 2 - 3



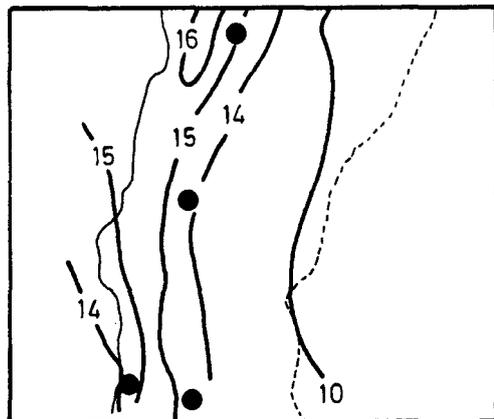
VERANO



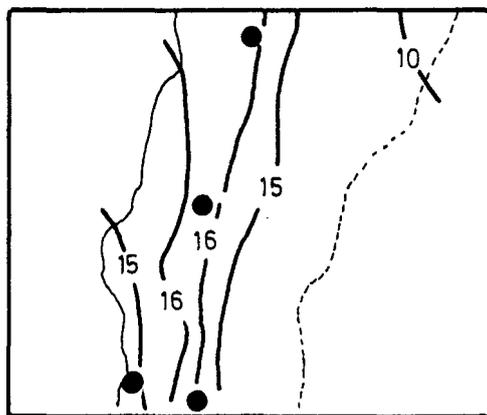
INVIERNO



OTOÑO



PRIMAVERA

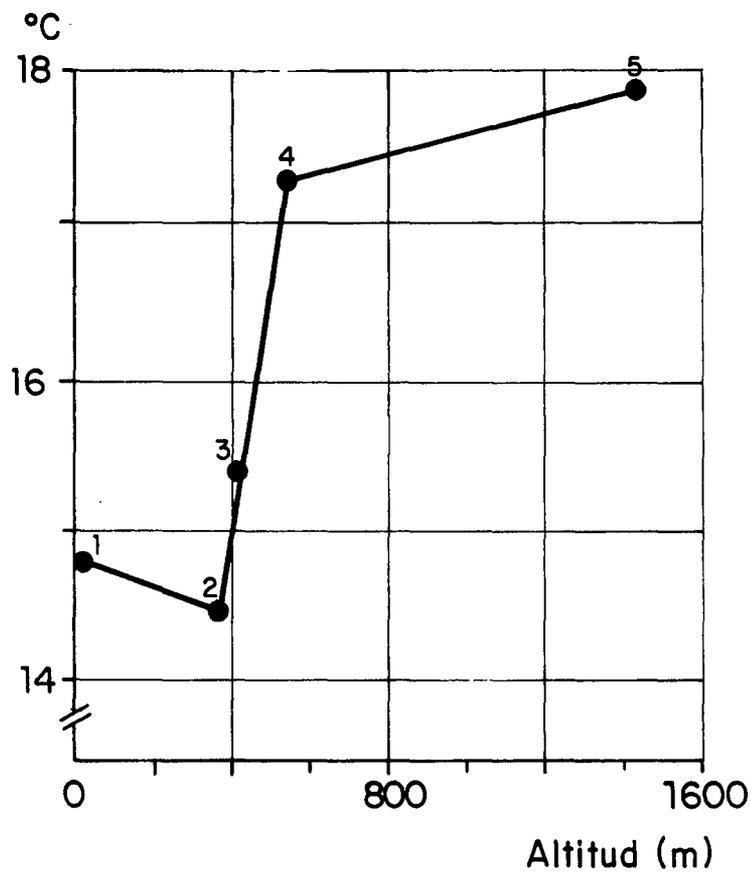


ANUAL

(LOS CIRCULOS CORRESPONDEN DE NORTE A SUR A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO , VALLENAR , LA SERENA Y VICUÑA .)

TEMPERATURAS MEDIAS EN EL AREA DEL VALLE DE HUASCO (°C)
FUENTE : A. HUBER (1975) MODIFICADO

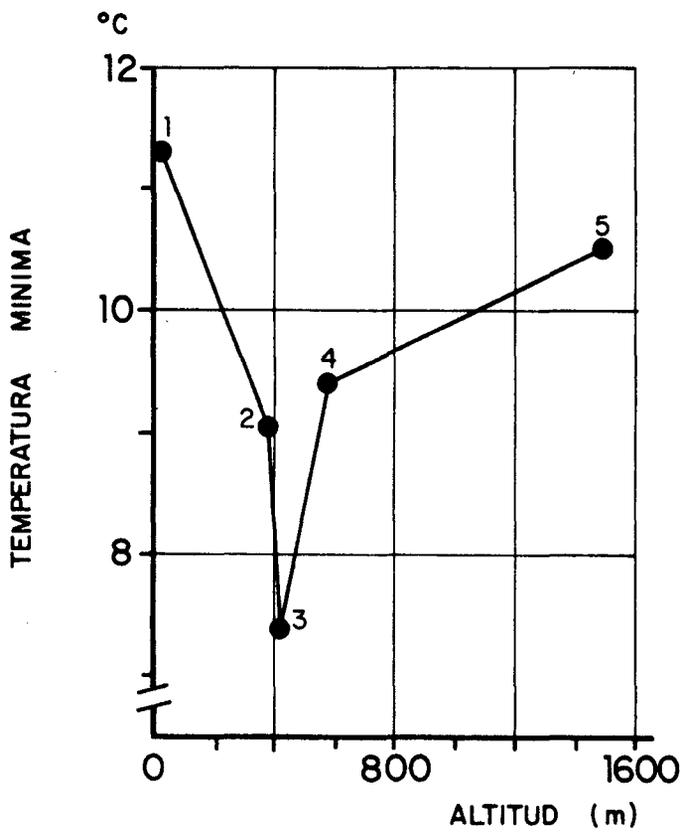
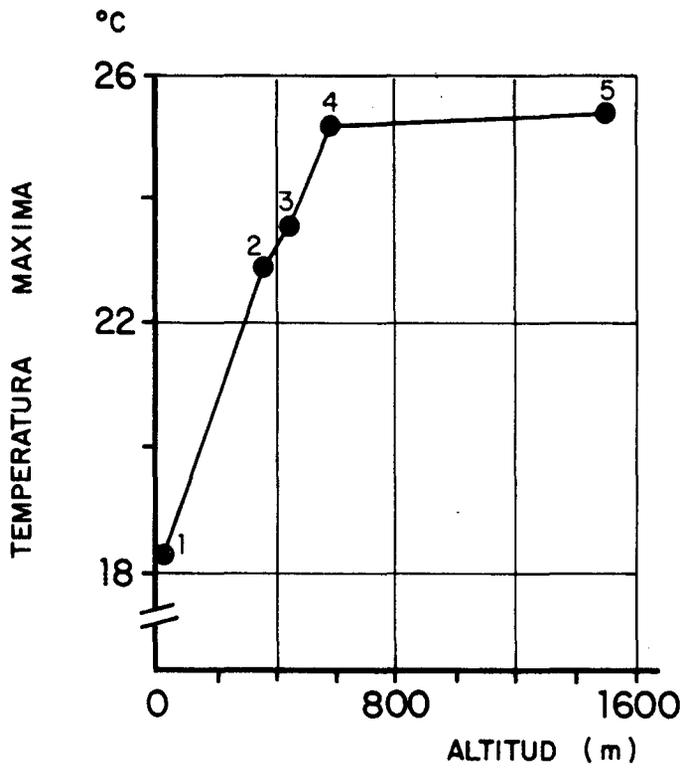
FIGURA Nº III.B.2 - 4



- 1.- HUASCO
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- CONAY

TEMPERATURAS MEDIAS ANUALES Y SU RELACION CON LA ALTITUD EN EL VALLE DE HUASCO (° C)

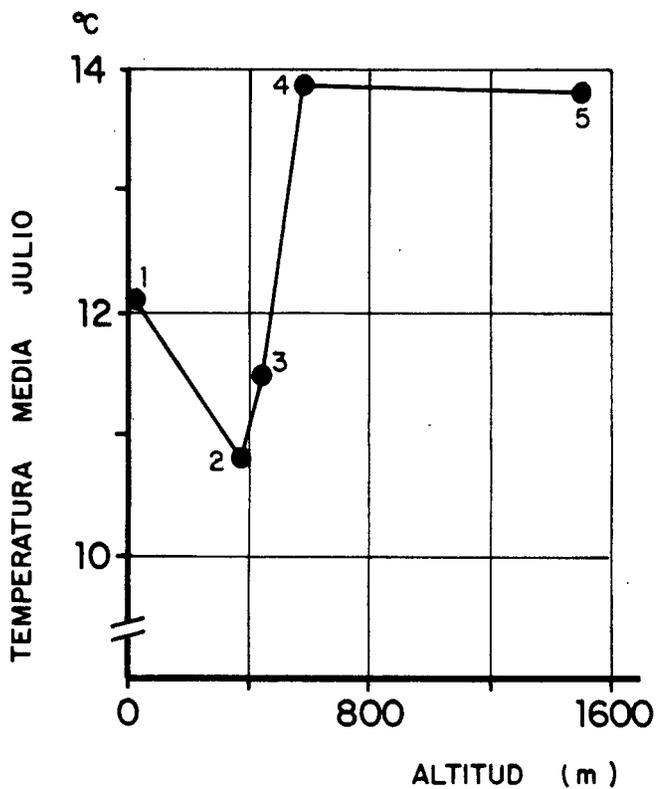
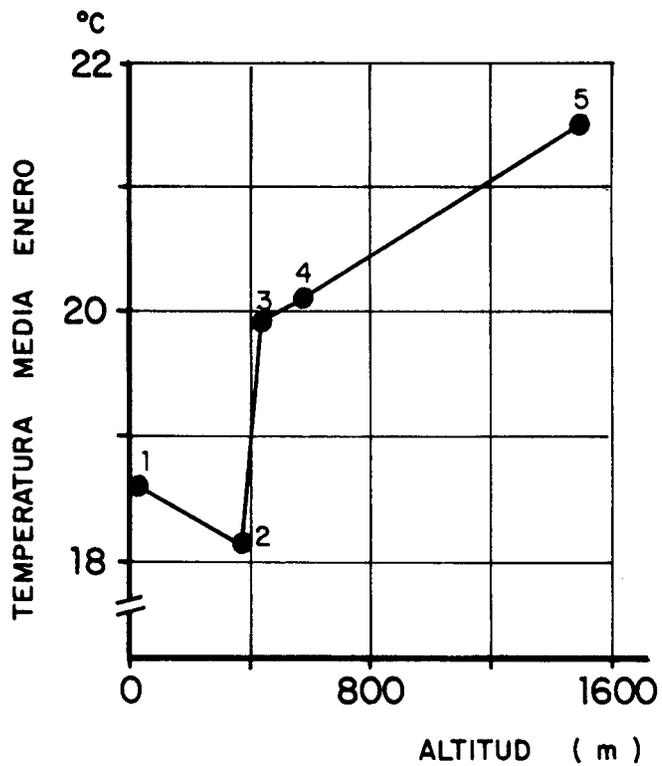
FIGURA N°III.B. 2-5



- 1.- HUASCO
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- CONAY

TEMPERATURAS MAXIMAS Y MINIMAS MEDIAS Y SU RELACION CON LA ALTITUD EN EL VALLE DE HUASCO (°C)

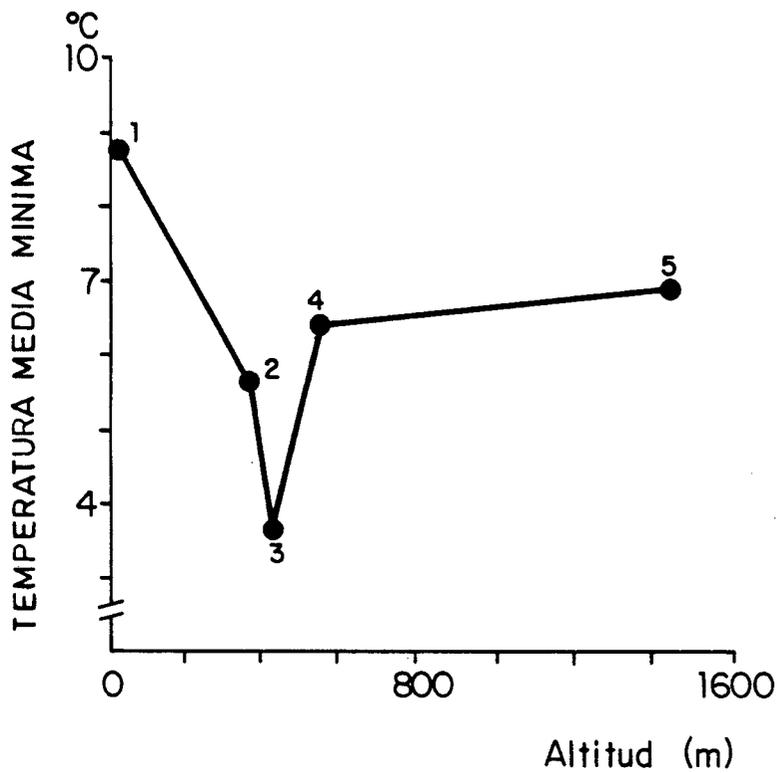
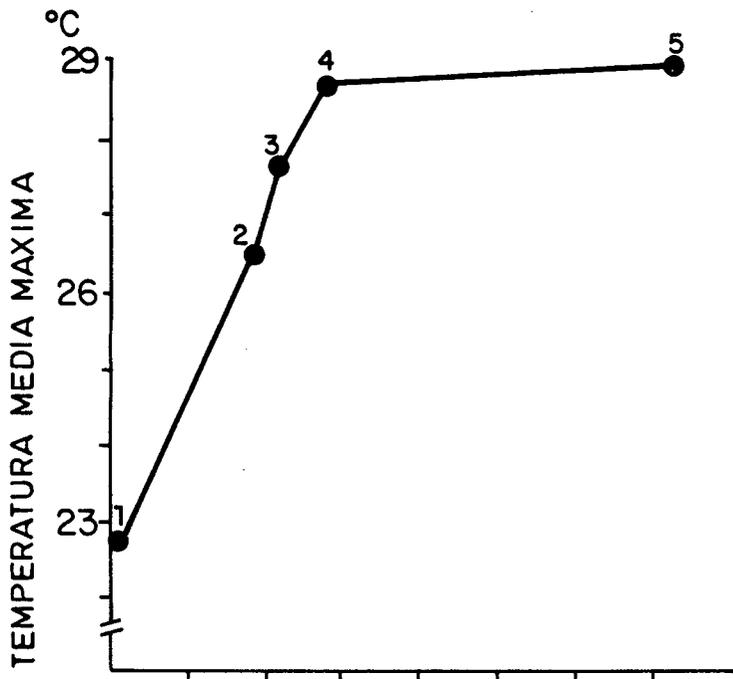
FIGURA Nº III. B. 2-6



- 1.- HUASCO
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- CONAY

TEMPERATURA MEDIA EN ENERO Y JULIO Y SU RELACION CON LA ALTITUD EN EL VALLE DE HUASCO (°C)

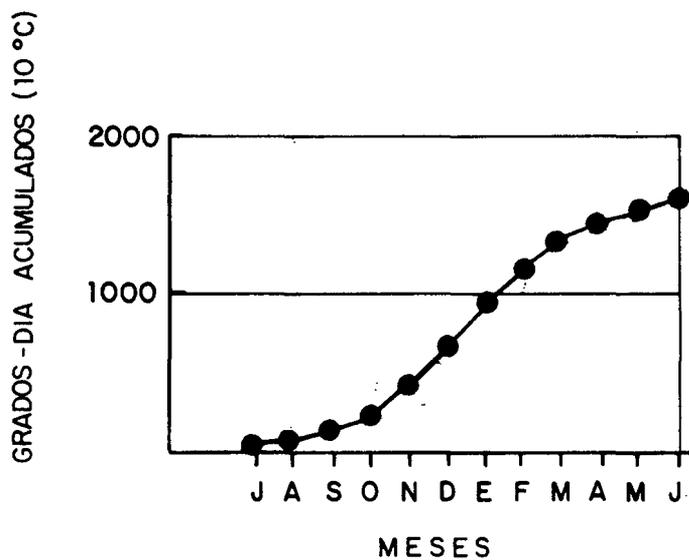
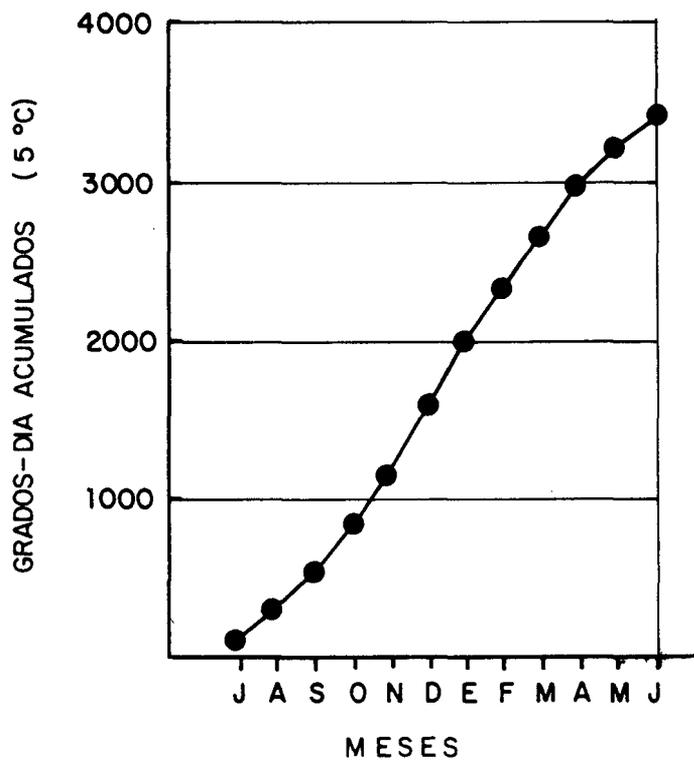
FIGURA Nº III. B. 2-7



- 1.- HUASCO
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- CONAY

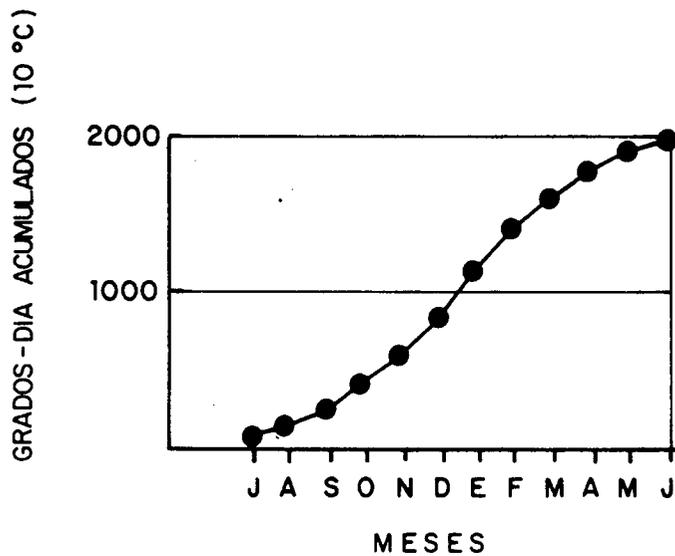
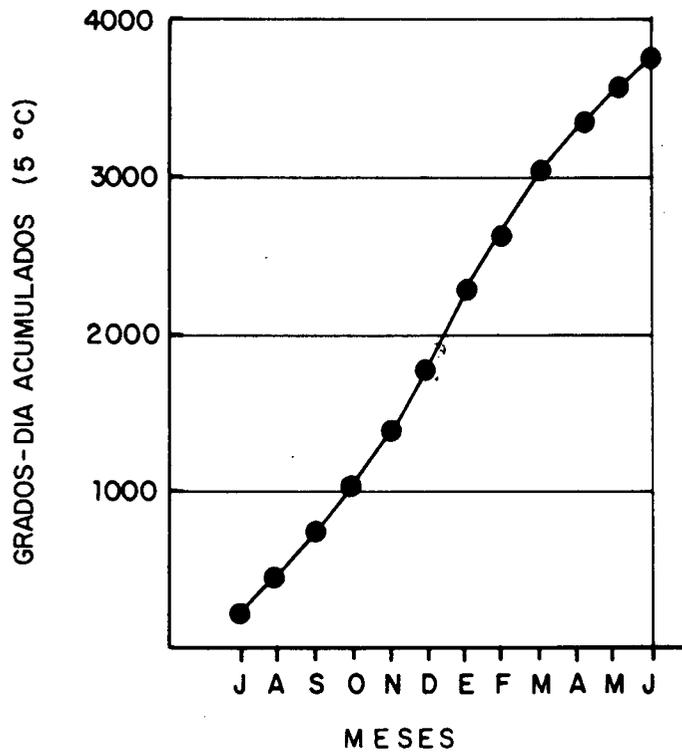
TEMPERATURA MAXIMA MEDIA ENERO Y MINIMA MEDIA EN JULIO Y SU RELACION CON LA ALTITUD EN EL VALLE DE HUASCO (°C)

FIGURA N°III. B. 2-8



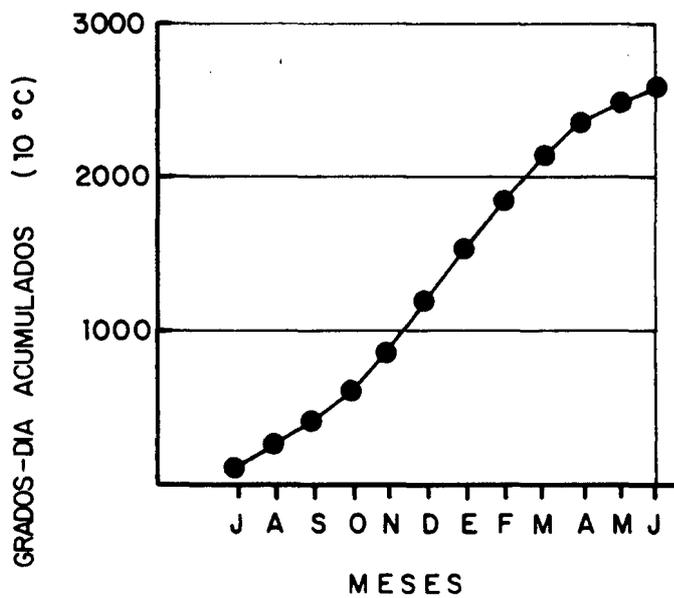
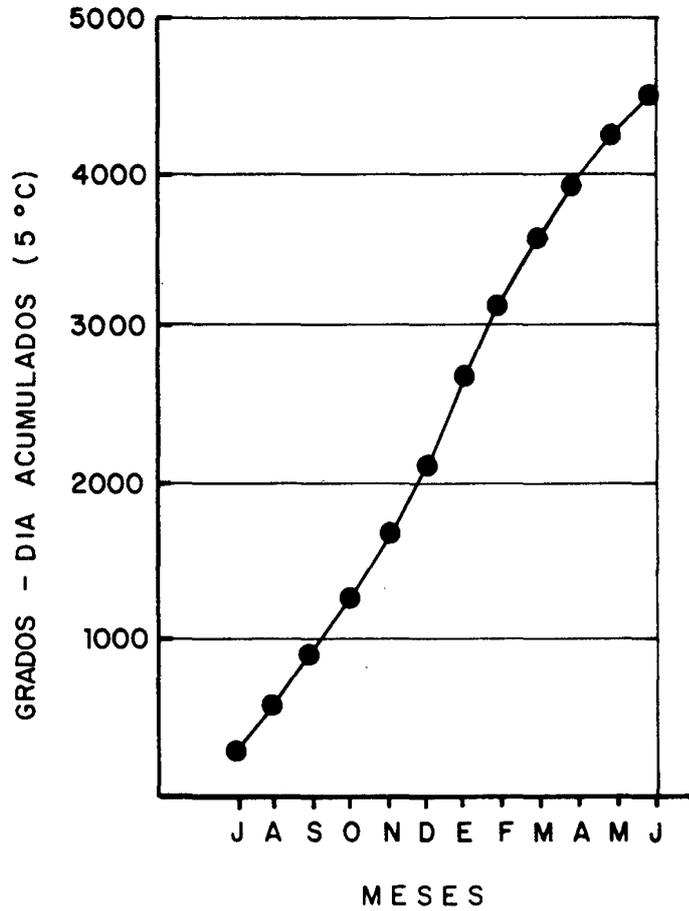
INCREMENTO DE LAS SUMAS TERMICAS, BASE 5°C
Y 10°C, PARA LA ESTACION VALLENAR DMC
(GRADOS - DIA ACUMULADOS)

FIGURA Nº III.B.2-9



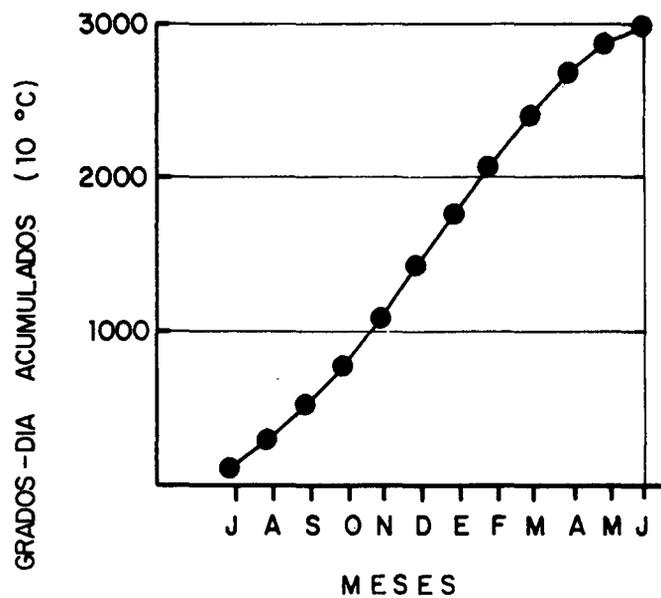
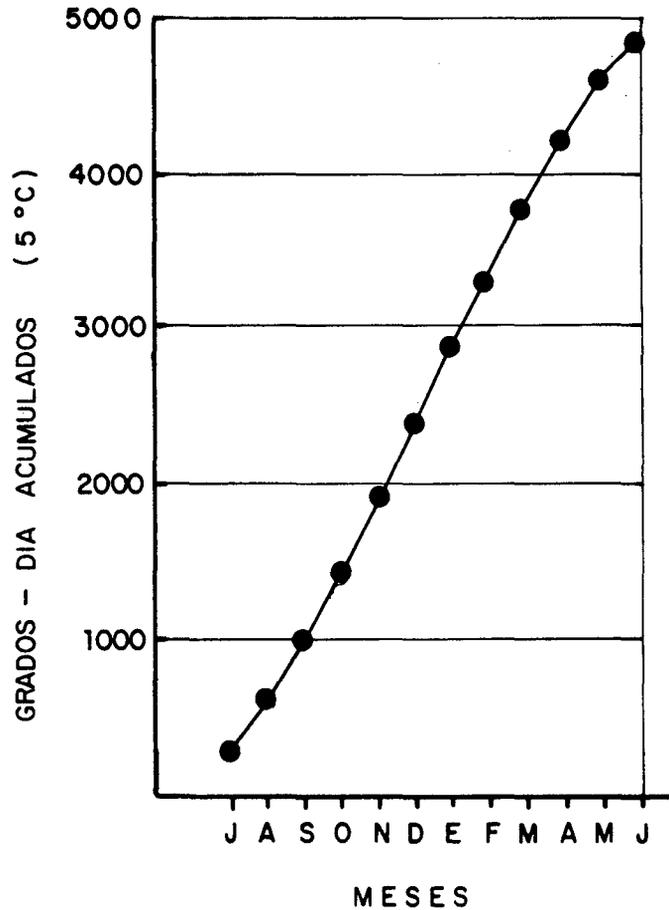
INCREMENTO DE LAS SUMAS TERMICAS, BASE 5°C
 Y 10°C, PARA LA ESTACION DE VALLENAR INIA.
 (GRADOS - DIA ACUMULADOS)

FIGURA Nº III.B. 2 - 10



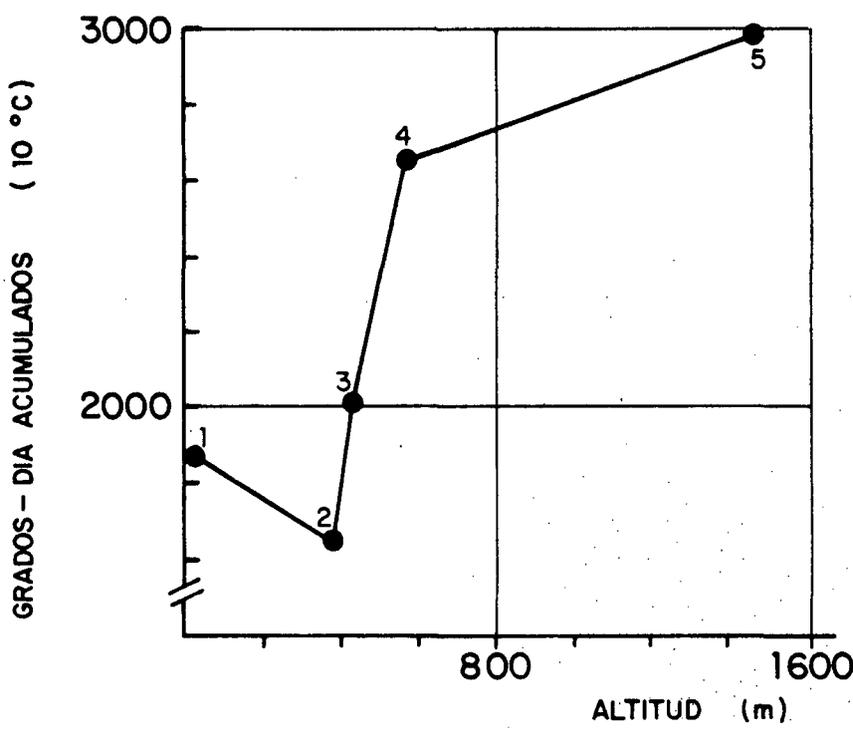
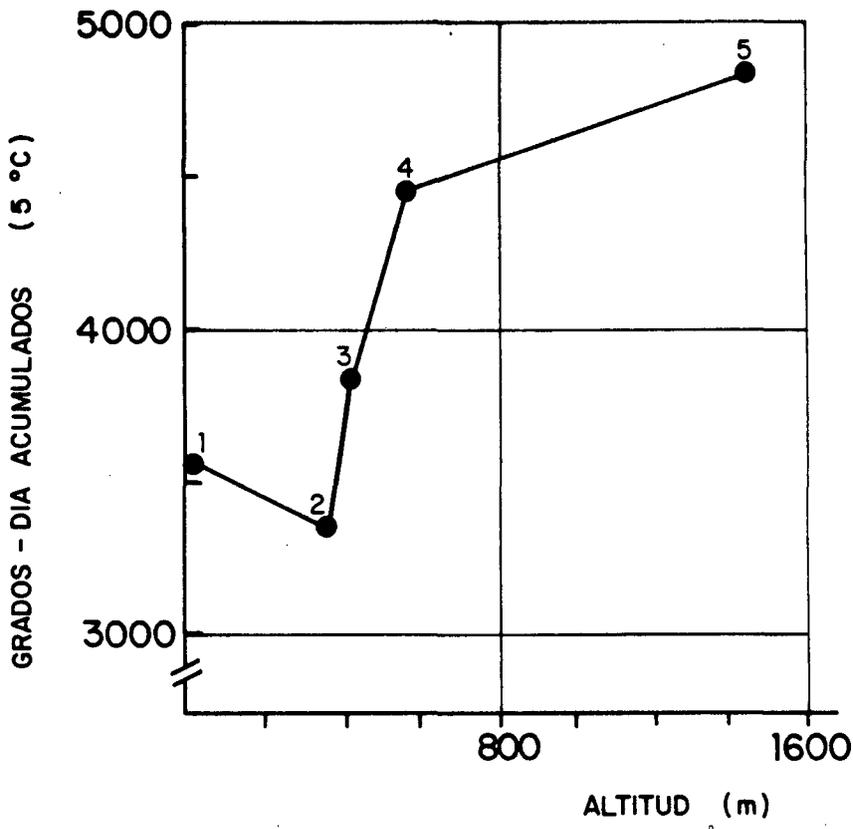
INCREMENTO DE LAS SUMAS TERMICAS, BASE 5 °C Y 10 °C, PARA LA ESTACION DE SANTA JUANA. (GRADOS-DIAS ACUMULADOS)

FIGURA III.B. 2-11



INCREMENTO DE LAS SUMAS TERMICAS BASE 5°C
Y 10°C. PARA LA ESTACION DE CONAY
(GRADOS-DIA ACUMULADOS)

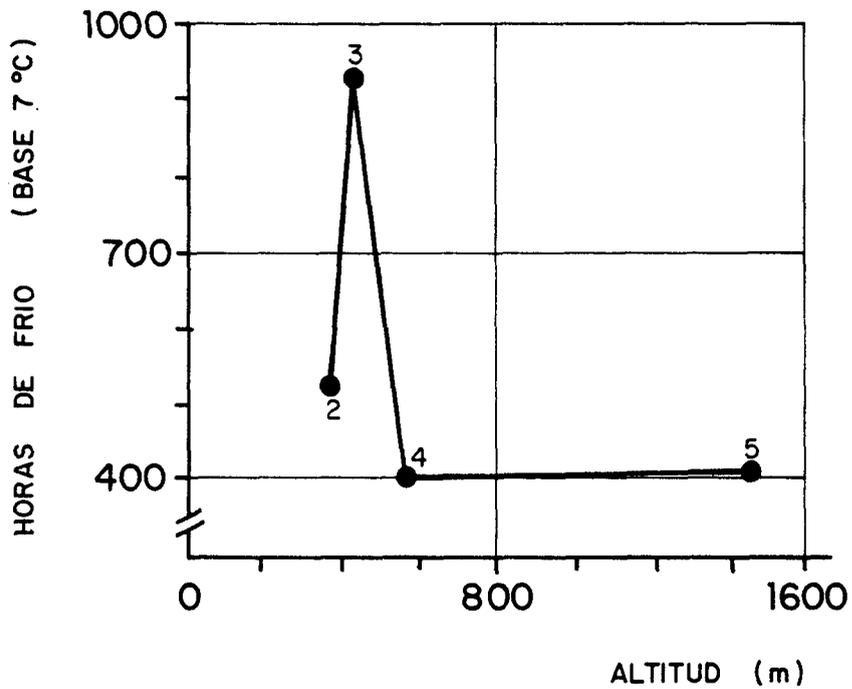
FIGURA N°III.B.2-12



- 1.- HUASCO
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- GONAY

ACUMULACION TERMICA ANUAL, BASE 5 °C Y 10 °C, Y SU RELACION CON LA ALTITUD EN EL VALLE DE HUASCO. (GRADOS - DIA ACUMULADOS)

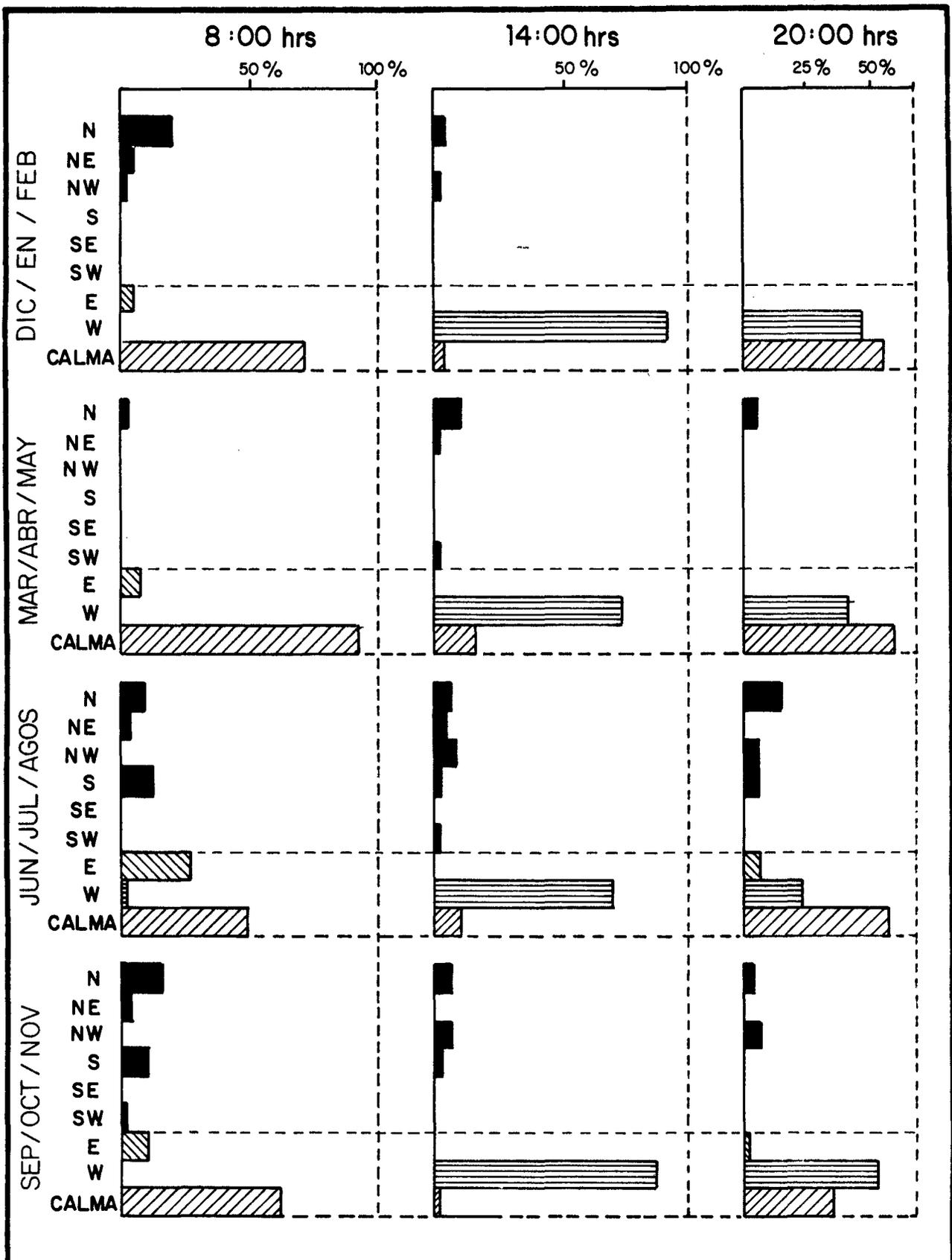
FIGURA Nº III. B. 2 - 13



- 1.- HUASCO (Sin Información)
- 2.- VALLENAR DMC
- 3.- VALLENAR INIA
- 4.- SANTA JUANA
- 5.- CONAY

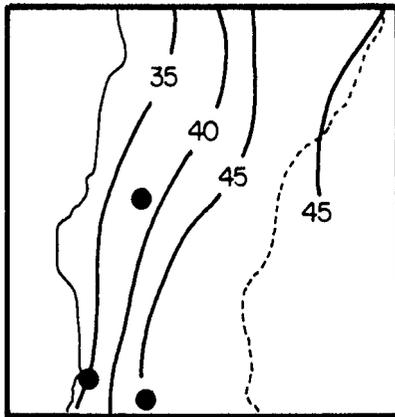
HORAS DE FRIO Y SU RELACION CON LA ALTITUD
 EN EL VALLE DE HUASCO.
 (HORAS, BASE 7 °C)

FIGURA N° III. B. 2-14

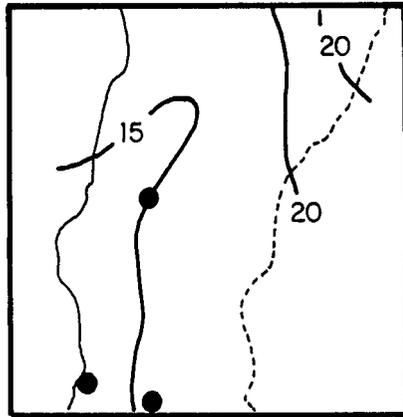


FRECUENCIA DE DIRECCION DEL VIENTO (%) POR ESTACION DEL AÑO Y TRES HORAS DEL DIA. ESTACION VALLENAR DMC

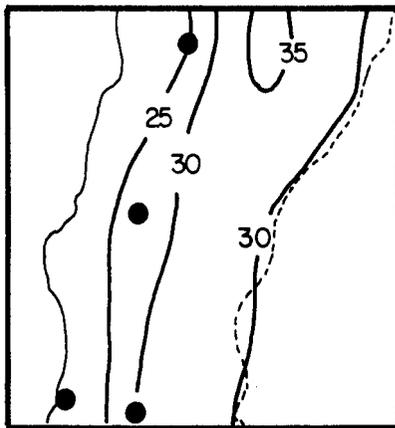
FIGURA Nº III.B.2-15



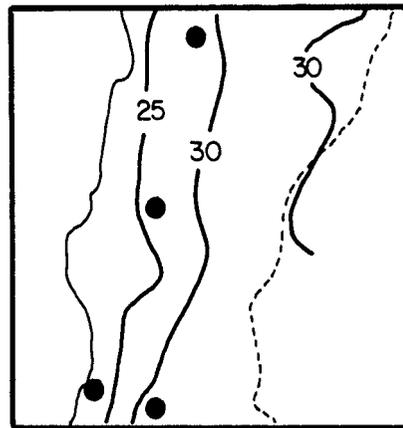
VERANO



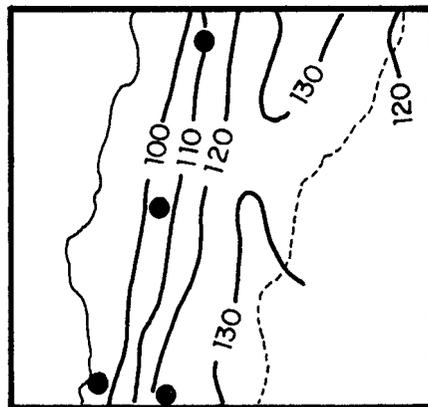
INVIERNO



OTOÑO



PRIMAVERA

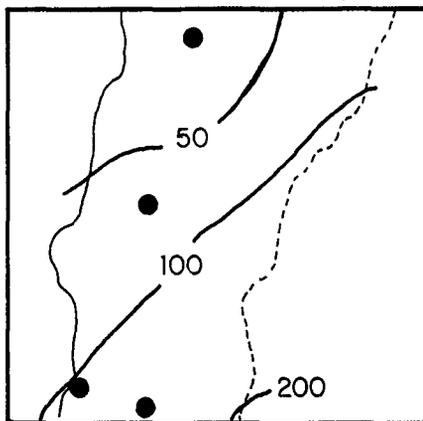


ANUAL

● (LOS CIRCULOS MUESTRAN, DE NORTE A SUR, LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA)

EVAPORACION POTENCIAL (CM) EN EL AREA DEL VALLE DE HUASCO.
FUENTE : A. HUBER (1975), MODIFICADO

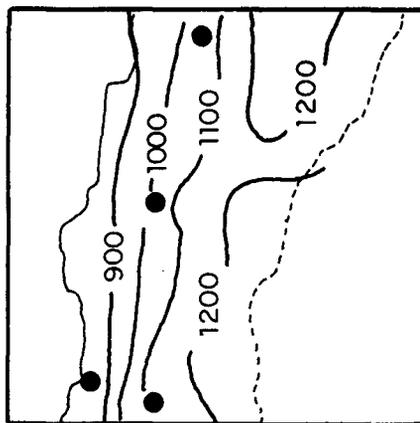
FIGURA Nº III.B.2-16



● (LOS CIRCULOS CORRESPONDEN, DE NORTE A SUR A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA)

EVAPORACION REAL MEDIA ANUAL (mm) EN EL VALLE DE HUASCO.
FUENTE : A. HUBER (1975), MODIFICADO

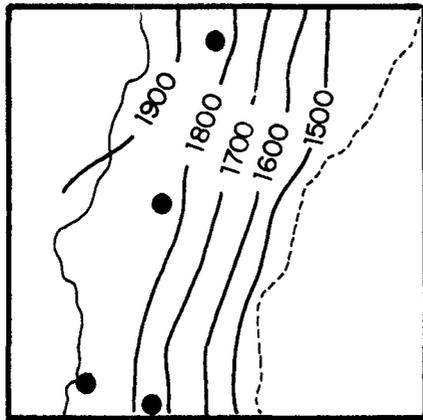
FIGURA III. B. 2-17



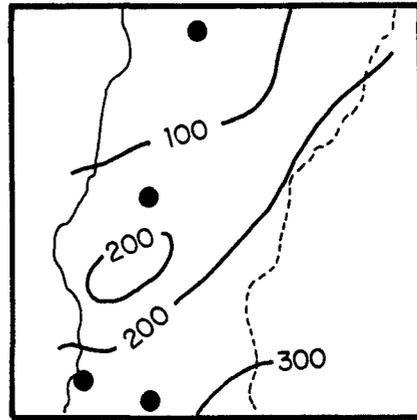
● (LOS CIRCULOS CORRESPONDEN , DE NORTE A SUR A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA)

RIEGO MAXIMO (mm) EN EL AREA DEL VALLE DE HUASCO.
FUENTE : A. HUBER (1975), MODIFICADO

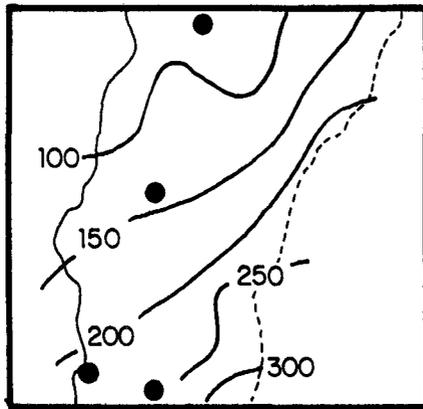
FIGURA III. B. 2-18



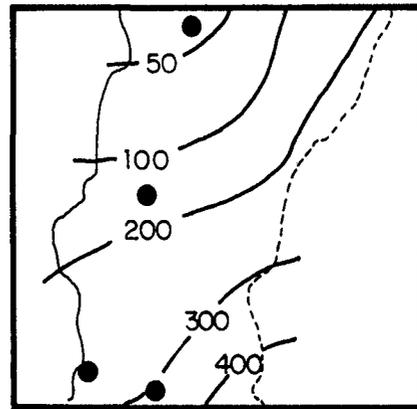
SEGUN TEMPERATURA



SEGUN PRECIPITACIONES



SEGUN TEMPERATURA Y PRECIPITACIONES

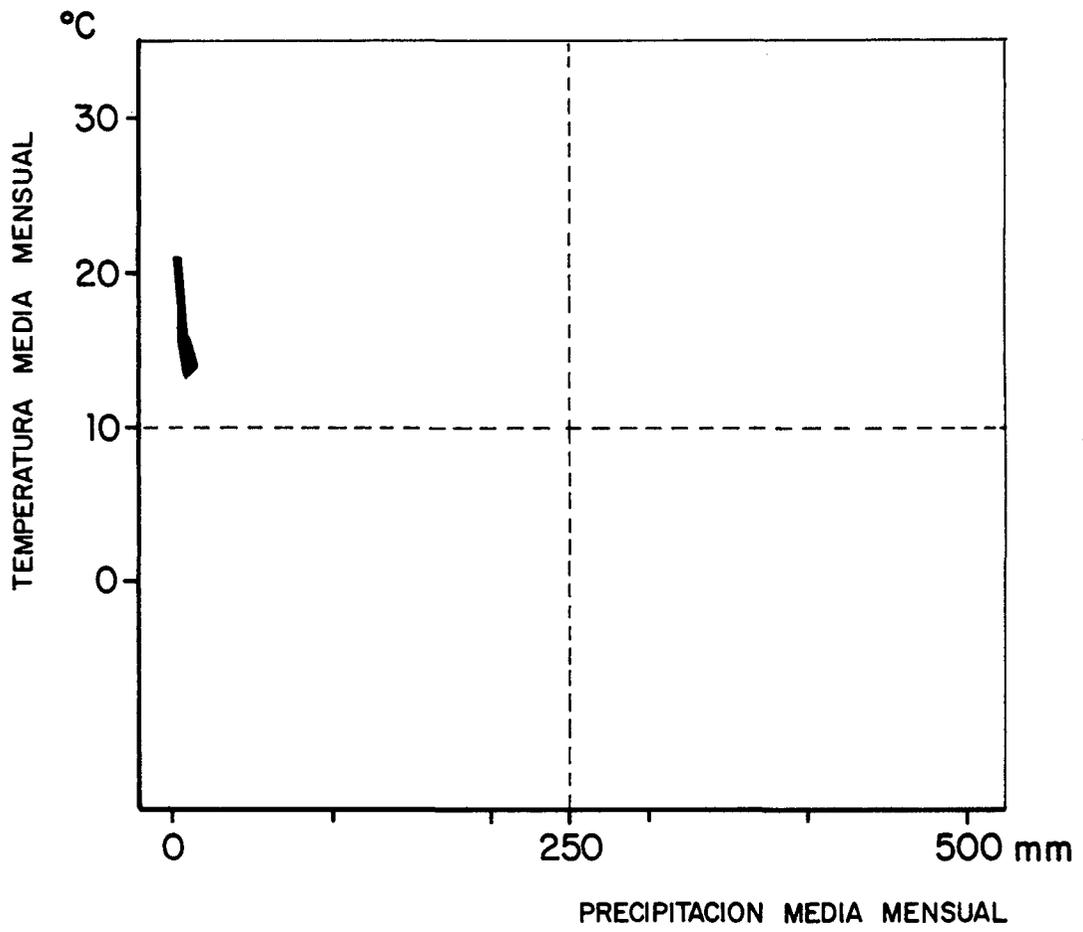


SEGUN EVAPORACION REAL

● (LOS CIRCULOS CORRESPONDEN , DE NORTE A SUR , A LAS LOCALIDADES DE COPIAPO, VALLENAR, LA SERENA Y VICUÑA)

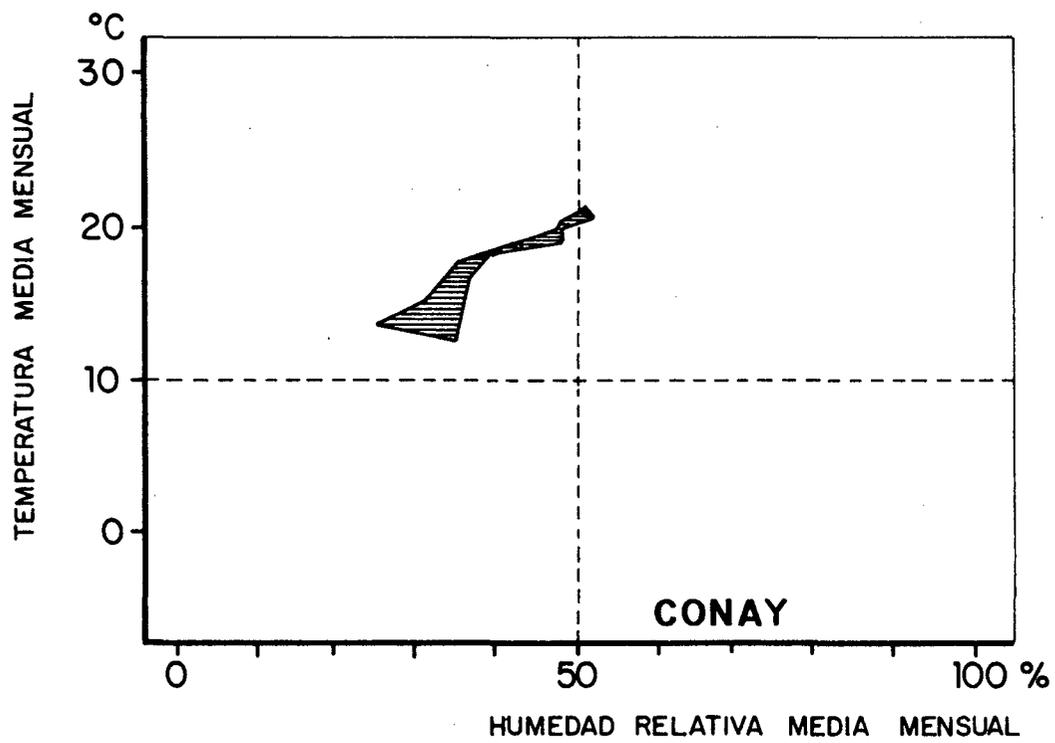
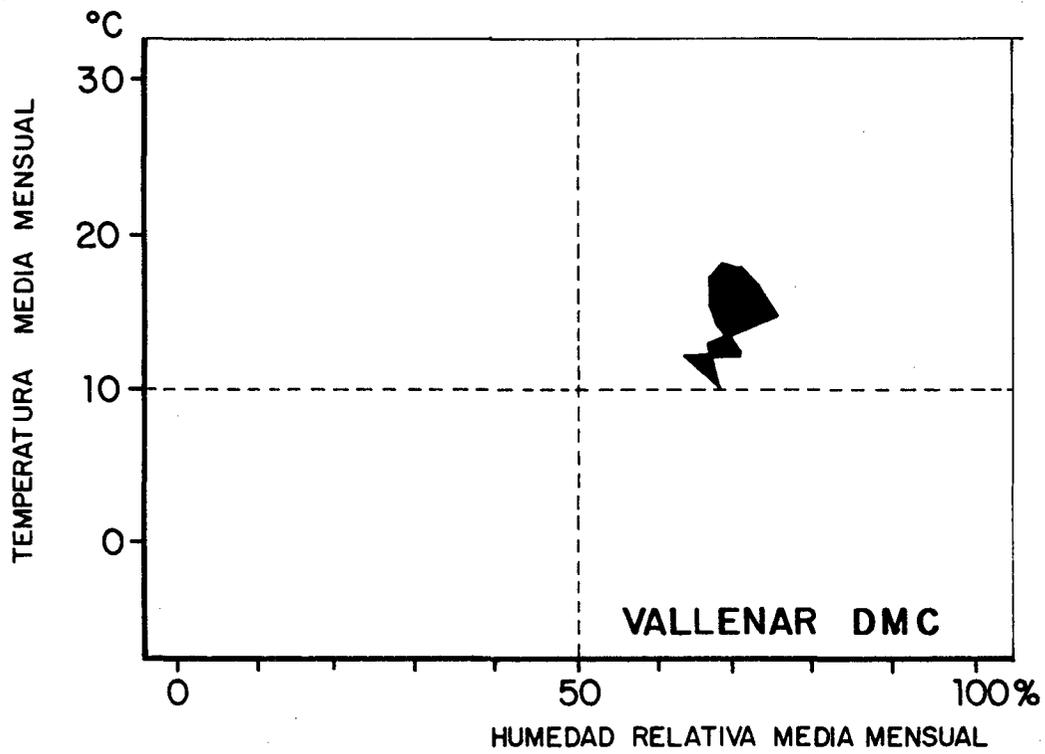
PRODUCTIVIDAD PRIMARIA POTENCIAL EN EL AREA DEL VALLE DE HUASCO CALCULADA A BASE DE DIVERSOS PARAMETROS (g/m² AL AÑO)
FUENTE : A. HUBER (1975) , MODIFICADO

FIGURA N° III.B.2 - 19

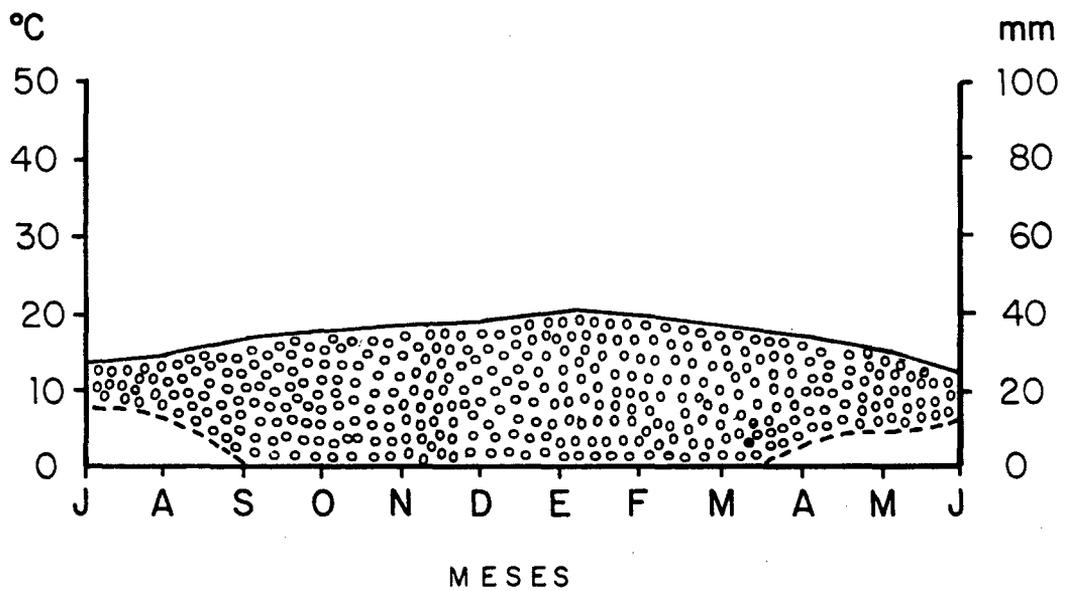


HITEROGRAFO DE LA ESTACION SANTA JUANA

FIGURA Nº III. B. 2-20



CLIMOGRAFOS DE VALLENAR DMC Y CONAY



SIMBOLOGIA

- TEMPERATURA
- - - PRECIPITACION
- ◉ MESES SECOS

III.C SUELOS Y GRUPOS DE MANEJO

INDICE DE LA SECCION

<u>CAPITULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
III.C.1	SUELOS.....	1
	1. Introducción.....	1
	2. Antecedentes provenientes del "Estudio agrológico del valle del río Huasco".....	1
	3. Programas complementarios.....	7
III.C.2	GRUPOS DE MANEJO.....	10
	1. Introducción.....	10
	2. Antecedentes básicos.....	10
	3. Definición y caracterización de los grupos de manejo.....	14
	4. Resumen de la potencialidad de los grupos de manejo.....	19
	5. Potencialidad productiva de los suelos por unidad de planificación y sectores de riego	20

III.C.1 SUELOS**1.** Introducción

La información de suelos utilizada en el presente estudio y que se considera parte integrante del mismo, proviene del "Estudio agrológico del Valle del río Huasco" realizado por CICA - HYDROCONSULT para SERPLAC III Región en 1980.

El estudio en referencia presenta información tanto básica como interpretativa de suelos. Algunos aspectos de esta última han sido completados con el objeto de reunir mayores antecedentes, principalmente respecto de la posibilidad de mejorar a futuro la aptitud agrícola de algunos suelos, que presentan limitaciones de carácter subsanable con la tecnología actualmente disponible.

A continuación se presenta una breve síntesis de los principales antecedentes de suelos provenientes del estudio agrológico mencionado y se expone la información complementaria al mismo, que ha sido obtenida y analizada en esta oportunidad.

Cabe señalar que el referido estudio agrológico consideró un área de 24.279,3 há que, de acuerdo a diferentes criterios interpretativos, se desglosan en distintas formas según se muestra más adelante.

2. Antecedentes provenientes del "Estudio agrológico del Valle del río Huasco" 1980

En el estudio agrológico del Valle de Huasco, realizado en 1980 por CICA-HYDROCONSULT para SERPLAC III Región, se presenta información básica e interpretativa de suelos. Los principales aspectos de dicha información se comentan a continuación.

2.1 Información básica

En el estudio se caracterizan doce series modales, las que según la posición fisiográfica que ocupan y otras características anexas, dan origen a las siguientes agrupaciones de suelos:

i) Suelos aluviales recientes en terrazas de posición baja

Corresponden a suelos que se encuentran en las márgenes de los ríos, no presentan desarrollo del perfil, son estratificados; de texturas medias a gruesas y puede observarse diversos grados de pedregosidad en la superficie y el perfil. Presentan topografía plana.

Pertencen a este grupo los suelos de las series Paona, Bellavista y Huasco. Los de las series Paona y Bellavista presentan problemas de drenaje y salinidad y se ubican en la parte baja del valle. Los de la serie Huasco, en cambio, corresponden a suelos bien drenados y sin problemas de salinidad, en los cuales es más corriente encontrar pedregosidad, tanto en superficie como en el perfil, ubicándose en la parte alta y media del valle, (valles interiores).

ii) Suelos de terrazas de posición alta

Dentro de esta agrupación se establecen las siguientes diferencias:

- Suelos de poca evolución: ocupan una posición intermedia, son de texturas gruesas, descansan sobre un substratum abierto formado por ripio con matriz arenosa, de buena permeabilidad y drenaje de topografía plana. Estos suelos están representados por la serie Tatara.
- Suelos sobre tertel: son suelos que se caracterizan por presentar tertel a poca profundidad de la superficie (serie La Compañía). Con mayor profundidad y evolución está la serie Ventanas. En este grupo también se incluye, por presentar acumulaciones de carbonato de calcio y ocupar una misma posición, la serie Cavanca, aún cuando no presenta tertel en el substratum. Este último es el suelo con mayor grado de evolución en el valle.
- Suelo evolucionado sin tertel o acumulaciones de carbonato de calcio: está representado por la serie Buena Esperanza, en la que se aprecia la presencia de un horizonte B.

iii) Suelos de terrazas intermedias del interior del valle

Son suelos planos, de buen drenaje, estratificados, profundos, con estratas limosas a arcillo-limosas en profundidad. De buena permeabilidad y drenaje y de coloridos pardo a pardo rojizo. Constituye, por sus características físicas y ubicación, el suelo con más alto potencial agrícola del valle y esta representado por la serie Chancoquín.

iv) Suelos de piedmont

En la parte media e interior del valle estos piedmont están representados por la serie Chañar, que es un suelo típico de esta área. En la parte intermedia está la serie Huantemé, que a diferencia de los otros piedmonts es muy antiguo y con sales. En la parte baja del valle está la serie Freirina que se presenta desde la localidad del mismo nombre hasta la costa. Es un suelo pedregoso, de texturas gruesas y descansa sobre un substratum aluviocolumial.

En el estudio de referencia se incluye una completa descripción de cada una de las series y se indican las respectivas variaciones de serie con su superficie.

2.2 Información interpretativa

En el estudio agrológico se realizaron las siguientes clasificaciones interpretativas de los suelos:

- Capacidad de uso
- Categorías de suelos para riego
- Clases de drenaje
- Aptitud frutal
- Aptitud agrícola

2.2.a Capacidad de uso

La agrupación en clases de capacidad de uso es una ordenación de los suelos existentes, para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos y que además indica las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Está basada en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos.

Las clases convencionales para definir la capacidad de uso son ocho, que se designan con números romanos, según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso. Las principales características de cada clase son las siguientes:

- CLASE I : Suelos con pocas limitaciones que restrinjan su uso.
- CLASE II : Suelos que presentan ligeras limitaciones que reducen la elección de cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación.
- CLASE III : Suelos que presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser adecuados para ciertos cultivos.
- CLASE IV : Suelos con severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos.
- CLASE V : Suelos de condiciones especiales.
- CLASE VI : Suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado para pastos y forestales.

-
- CLASE VII : Suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamentalmente es forestal y para pastos resistentes.
- CLASE VIII: Corresponde a suelos sin valor agrícola ganadero y forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

La superficie existente en el valle en cada clase de capacidad de uso, se indica en el cuadro N° III.C.1-1.

2.2.b Categorías de suelos para regadío

Estas categorías consisten en agrupaciones de suelos para fines de regadío, que se asemejan con respecto al grado de sus limitaciones y riesgos en su uso en condiciones de riego. La definición de cada una de ellas en cuanto a su adaptabilidad al regadío es la siguiente:

- Categoría 1: Muy bien adaptada
- Categoría 2: Moderadamente bien adaptada
- Categoría 3: Pobremente adaptada
- Categoría 4: Muy pobremente adaptada
- Categoría 5: Los suelos sólo pueden ser aptos para ser usados en cultivos especiales con condiciones climáticas favorables y prácticas especiales de tratamiento, manejo y conservación.
- Categoría 6: No apta.

La superficie existente en el valle en cada categoría de riego, se presenta en el cuadro N° III.C.1-2.

2.2.c Clases de drenaje

Tal como lo define el Handbook N° 18 del U.S.D.A. el drenaje interno del suelo es la cualidad determinada por el movimiento del agua hacia abajo y a través de él. El drenaje interno se refleja en la frecuencia y duración de los períodos de saturación de agua. Se definen seis clases de drenaje:

-
1. Muy pobremente drenado
 2. Pobremente drenado o drenaje pobre
 3. Imperfecto
 4. Moderadamente bueno
 5. Bueno
 6. Drenaje excesivo o muy rápido

En el cuadro Nº III.C.1-3 se presenta la superficie por clase de drenaje en el área estudiada del valle de Huasco.

2.2.d Aptitud frutal de los suelos

Se clasificaron los suelos del estudio según su aptitud frutal, realizada principalmente por medio del estudio de las características de los mismos en relación al desarrollo y supervivencia de los frutales. Se expresan según el grado de limitación para el cultivo de especies frutícolas.

Las clases de aptitud frutal son las siguientes:

- A. Sin limitaciones
- B. Ligeras limitaciones
- C. Moderadas limitaciones
- D. Severas limitaciones
- E. No apto para frutales

La superficie reconocida por clase de aptitud frutal se presenta en el cuadro Nº III.C.1-4.

2.2.e Aptitud agrícola de los suelos

De acuerdo a lo indicado en el estudio agrológico, la aptitud agrícola es una característica de los suelos que agrupa aquellos que bajo un mismo tipo de manejo, presentan condiciones similares en relación al crecimiento de las plantas.

Esta clasificación está basada en un conjunto de alternativas que asocian suelo, agua y planta y se efectúa agrupando las series de suelos y sus variaciones, determinadas en el estudio agrológico del área. La agrupación se realiza considerando diferentes factores o características de los suelos, tales como: textura, profundidad, drenaje, naturaleza del substratum, topografía, etc. La consideración de estas y otras características permite agrupar suelos de condiciones similares para el desarrollo de determinados cultivos y/o rotaciones y que además requieren tipos de manejo semejantes en cuanto a tasas y frecuencia de riego, labores culturales, intensidad de uso, etc. La aptitud agrícola se expresa entonces en agrupaciones denominadas unidades de manejo.

Es necesario precisar que esta ordenación considera la interacción de los factores antes indicados, en correlación con el factor clima.

En concordancia con las características de clima y suelos y tomando en cuenta los requerimientos de los cultivos de la zona, el estudio agrológico considera siete unidades de manejo que se caracterizan de la siguiente forma:

- Unidad de manejo 1 : En esta unidad se incluyen los suelos de clase I y II de capacidad de uso de las series Chancoquín, Huasco y Chañar ubicadas al oriente de Vallenar. Por las condiciones climáticas favorables de este sector, su aptitud agrícola es sin limitación para todos los cultivos, especialmente primores y plantaciones frutales tanto de hoja caduca como perenne.
- Unidad de manejo 2 : Se incluyen los suelos de clases III y IV de capacidad de uso de los valles interiores (series Chañar, Chancoquín y Huasco). El clima del área permite, sin embargo, hacer cultivo de primores y frutales (viñas), alfalfa y chacarería. Las principales limitantes se deben a factores de pendiente, pedregosidad, profundidad o combinación de éstos.
- Unidad de manejo 3 : Se incluyen las clases de capacidad de uso II y III de las series Buena Esperanza, Cavancha y Tatará. En estos suelos pueden hacerse todos los cultivos del área (cereales, chacras, alfalfa, etc.) y tienen moderadas a ligeras limitaciones para frutales de hoja caduca.
- Unidad de manejo 4 : Se incluyen todas las unidades cartográficas de clase III y IV de capacidad de uso de las series Compañía y Ventanas y las de clase IV de las series Cavancha, Buena Esperanza y Tatará. Por encontrarse en la zona climática Vallenar - Freirina se adaptan para el cultivo de trigo, raps, cebada y alfalfa. La aptitud frutal de las unidades incluídas es o muy restringida o no tienen aptitud.
- Unidad de manejo 5 : Incluye a los suelos de la zona de influencia del clima marítimo, donde se cultivan de preferencia el olivo, membrillo y hortalizas. Comprende las series: Bellavista, Paona y Freirina. La serie Paona mantiene esta aptitud en toda su extensión dentro del valle.
- Unidad de manejo 6 : Corresponde a suelos de clase VI de capacidad de uso, con severas limitaciones para cultivos o plantaciones debido a problemas de profundidad, pedregosidad, pendiente y salinidad.

- Unidad de manejo 7 : Se incluyen los suelos sin aptitud agrícola y por tanto, se agrupan las unidades cartográficas de clase VII y VIII de capacidad de uso. Se ha observado, particularmente en el sector medio y bajo del valle, que cuando hay disponibilidad ocasional de agua algunos sectores de clase VII se han forestado con eucaliptus.

Las superficies correspondientes a cada unidad de manejo en el área referida se muestran en el cuadro N° III.C.1-5.

3. Programas complementarios

La información de suelos contenida en el "Estudio agrológico del Valle del río Huasco 1980" realizado por CICA -HYDROCONSULT para SERPLAC III Región, ha sido revisada principalmente desde el punto de vista de su utilización en la elaboración de los grupos de manejo del proyecto. Además, en esta revisión se han obtenido diversos antecedentes complementarios que permiten el planteamiento de acciones tendientes a habilitar suelos, que principalmente por problemas de drenaje y de excesiva pedregosidad, se encuentran improductivos en la actualidad. Además, se ha estudiado con mayor detalle la utilización de suelos de clases VII y VIII de capacidad de uso.

3.1 Habilitación de suelos de mal drenaje

Desde Vallenar hacia la costa existen diversos sectores, clasificados dentro de las series Bellavista y Paona y como misceláneos pantanos, que por su alto nivel freático y contenido salino no se cultivan en la actualidad, y que una vez habilitados podrían presentar condiciones apropiadas para el cultivo de olivos, membrillos, y diversas especies hortícolas principalmente. Además existen otros sectores, especialmente de suelos pertenecientes a la serie Bellavista, que en la actualidad se encuentran plantados de olivos y que pueden mejorar su productividad mediante la superación de sus condiciones actuales, derivadas como en el caso anterior, del alto contenido salino de los suelos y del nivel freático.

La habilitación de todos estos suelos debe efectuarse por medio del drenaje y lavado, lo que implica realizar obras tendientes a lograr esos objetivos.

Después de complementar la información sobre los suelos mencionados, mediante recopilación de antecedentes adicionales en la zona y principalmente en el área misma, se ha planteado un programa piloto de habilitación en el sector de Las Tablas. La realización de este programa permitirá obtener información experimental que hará posible en el futuro programar la ejecución de actividades semejantes en otras áreas de la parte baja del valle.

El mejoramiento de drenaje que se ha planteado en el área de Las Tablas afecta un total de 187,5 há, de las cuales 80,9 há se encuentran en la actualidad no cultivadas y el resto con problemas de drenaje, que afectan su productividad. Se ha programado que el sector de 80,9 há, por medio del mejoramiento plantea-

do, pase de clases de capacidad de uso VI-VII a II-III y el sector restante, si bien permanece dentro de las clases II-III, mejora su condición en cuanto a productividad.

3.2 Habilitación de suelos de pedregosidad alta

Existen diversos suelos cuyas limitantes, principalmente profundidad, pedregosidad y pendiente, o combinación de éstas, hace que sean sectores que presenten nula o escasa aptitud para cultivos en la actualidad.

Sin embargo, como se indica en diferentes variaciones de series en el estudio agrológico, algunos suelos de esta índole son susceptibles de habilitación y/o mejoramiento, que de realizarse cambian su aptitud.

En el presente estudio se ha planteado la despedradura de 730 há. De esta superficie, 97 há en la actualidad se encuentran bajo canal y 633 há no poseen infraestructura de riego y su puesta en riego es posible por prolongación de la red actual de canales.

Estos suelos a través del proceso de despedradura pasan de no arables en la actualidad, a arables, una vez efectuada la habilitación de los mismos, y quedan clasificados en clases III y IV de capacidad de uso.

3.3 Suelos de clases VII y VIII de capacidad de uso

Estos suelos en el estudio agrológico conforman, respecto a aptitud agrícola, la unidad N° 7.

Esta unidad corresponde a suelos que no tienen aptitud agrícola en atención a la o las limitantes severas de carácter permanente que los definen y que no es posible de modificar.

En el sector al oriente de Vallenar, incluyendo los valles El Carmen y El Tránsito, estos suelos están representados por escarpes, afloramientos rocosos - coluvios, rocosos y/o caja de río. Esto se confirma con la simbología que se ha usado para identificar estos sectores:

MEP (Misceláneo escarpe)
 MAL (Misceláneo aluvial)
 MQD (Misceláneo quebrada)
 MCV (Misceláneo coluvial)
 MPG (Misceláneo pedregoso)

Vale la pena señalar que en los planos de la caja del río (Huasco- Tránsito y El Carmen), aparecen en algunos sectores cercas de alambres creando potreros. Los ribereños aprovechan la vegetación silvestre de pastos y arbustos para pastorear ovejas, caprinos y burros en la caja del río, ya que no existen otros terrenos en que puedan hacerlo pues los cerros, además de ser escarpados

y rocosos, prácticamente no tienen una vegetación a la que pueda dársele este uso, aún cuando fuese esporádico.

El río con sus eventuales crecidas y su curso sinuoso crea sectores donde el nivel freático es superficial, lo que permite el crecimiento de pastos (gramíneas) y arbustos que representan, en este ambiente, un recurso para este pastoreo.

Es corriente constatar que en algunas quebradas, como la que se encuentra en Hacienda Valparaíso - El Chorro (Maitencillo) y otras, en donde por su parte alta atraviesan canales de riego que se filtran, se haya aprovechado esta circunstancia para forestarlas con eucaliptus.

No existen posibilidades de hacer forestación si no se cuenta con agua, ya sea de riego o presente en el suelo a través de la existencia de nivel freático. El ejemplo de esto se puede apreciar en la terraza de Hacienda Atacama, en donde existió un importante sector forestado con eucaliptus que se secaron al suprimirseles el riego. Esto mismo ha ocurrido también en otros puntos del valle (Hacienda Compañía, Buena Esperanza y Ventanas, por ejemplo).

III.C.2 GRUPOS DE MANEJO

1. Introducción

La potencialidad agropecuaria básica del valle de Huasco se expresa mediante la definición y caracterización de unidades o grupos de manejo que es posible identificar a lo largo de él. Estos constituyen unidades de determinadas condiciones de clima y suelo que presentan en conjunto características similares, en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y que, por consiguiente, conforman unidades de potencialidad productiva relativamente homogénea, a las que es posible asociar una cierta gama de cultivos.

De acuerdo a la metodología planteada para el desarrollo de este estudio, el principal rol de los grupos de manejo consiste en constituir unidades aptas para la asignación de cultivos en las alternativas de desarrollo que se plantean, considerando además de los parámetros que los caracterizan, otros antecedentes, principalmente de carácter económico, derivados de la situación del mercado.

En el estudio agrológico del valle de Huasco, realizado por CICA- Hydroconsult en 1981, se estableció la aptitud agrícola de los suelos del área, correlacionando características agrológicas, en conjunto con diversos antecedentes sobre clima y otros aspectos indicados en ese mismo estudio, y se plantearon, como se acaba de mostrar, siete unidades de manejo.

Para los fines del presente estudio se han utilizado estos y otros antecedentes para una definición de grupos de manejo adecuada.

En este capítulo se presenta, en primer lugar, los antecedentes básicos considerados para efectuar la determinación de los grupos de manejo, luego se indica la definición de cada uno de ellos y sus principales características y finalmente se establece una síntesis de su potencialidad, expresada en un listado de rubros posibles y su distribución en los sectores de riego y las unidades de planificación.

2. Antecedentes básicos

En la determinación de los grupos de manejo en el valle de Huasco se han considerado principalmente diferentes antecedentes sobre los siguientes aspectos: aptitud agrícola de los suelos, distritos agroclimáticos, uso actual del suelo y aspectos económicos.

La información requerida para el análisis de los aspectos mencionados ha sido obtenida principalmente del estudio agrológico ya mencionado, de la definición y caracterización de los distritos agroclimáticos presentados en III.B, de los antecedentes aportados por la encuesta efectuada en Mayo de 1982 a los productores agrícolas del valle, de las apreciaciones vertidas por los agricultores en reuniones efectuadas con este objeto y de consultas a profesionales especializados de la zona.

2.1 Aptitud agrícola de los suelos

De acuerdo a lo indicado en la pauta de reconocimiento de suelos del Ministerio de Agricultura (SAG), el estudio de la aptitud agrícola de los suelos tiene por objeto efectuar "una agrupación de aquellos suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y su respuesta bajo un mismo tipo de manejo y está basado en un conjunto de alternativas que relacionan suelo - agua - planta. Para ello se efectúa una agrupación de las series de suelos y sus variaciones, de acuerdo a los antecedentes deducidos del estudio agrológico del área. Los principales factores similares que se considerarán para esta ordenación serán: textura, profundidad, naturaleza del substratum, drenaje, topografía, etc., y que unidos a otras características tuvieran condiciones favorables al desarrollo de determinados cultivos y/o rotaciones, además de requerir los mismos tipos de manejo; vale decir, similares tasas de riego, frecuencias de riego, labores culturales e intensidad de uso. Es necesario precisar que esta ordenación considera la interacción de los factores antes indicados, pero no la correlación de éstos con el factor clima, ya que ello obliga a una mejor subdivisión de los grupos".

Tomando como base los conceptos de la pauta del SAG, la determinación de la aptitud agrícola de los suelos del valle de Huasco se ha efectuado mediante el siguiente procedimiento: en primer lugar se ha determinado la aptitud para el crecimiento de las plantas en los diferentes suelos caracterizados en el estudio agrológico y luego, se han agrupado aquellos que presentan características semejantes en ese aspecto.

Para cada una de las diferentes variaciones de serie y misceláneos, es decir, unidades cartográficas del estudio agrológico, se ha precisado la aptitud que presentan para el crecimiento de las plantas.

Las especies vegetales que se han considerado han sido mencionadas anteriormente en el análisis agronómico de los distritos agroclimáticos efectuado en el capítulo III.B.3. Con este objeto se han estudiado los requerimientos de suelo de los diferentes cultivos y se les ha relacionado con la situación y características del recurso suelo de cada unidad cartográfica. Cabe indicar que para el estudio de los requerimientos de suelo de los cultivos, se ha considerado la situación especial del valle y las condiciones y localización en que las diferentes especies vegetales se desarrollan en la actualidad.

El análisis de la aptitud para el crecimiento de las plantas de los diferentes suelos arables del valle permitió obtener la siguiente conclusión de carácter general:

- Con excepción de los suelos de las series Bellavista, Paona y Freirina, la aptitud para el crecimiento de las plantas de los suelos del valle tiene una estrecha correlación con su clasificación por capacidad de uso y aptitud frutal. Es así como los suelos de capacidad de uso de clases I, II y III con aptitud frutal A y B (sin y con ligeras limitaciones para frutales) presentan aptitud buena o superior para la totalidad de los frutales y cultivos considerados como posibles de ser

cultivados. Los suelos de capacidad de uso de clase III y de aptitud frutal C (moderadas limitaciones para frutales), presentan una aptitud media para una amplia gama de frutales y cultivos. Por último, los suelos de capacidad de uso clases III y IV y con aptitud frutal D y E (severas limitaciones y no apto), presentan sólo regular aptitud para un número muy reducido de cultivos anuales y especies forrajeras.

Lo indicado anteriormente se refiere a los suelos de las series Chancoquín, Huasco, Chañar, La Compañía, Cavancha, Tatará, Buena Esperanza y Ventanas.

Sin perjuicio de lo anterior, debido al pequeño tamaño de las unidades cartográficas de los suelos de las series Huasco y Chañar, en los distritos agroclimáticos III (Chañar Blanco - La Junta), IV (El Tránsito) y V (El Carmen) se considerarán sólo dos grupos de manejo en cada distrito. Estos son, por una parte, los suelos de clases de capacidad de uso I - II - III y de aptitud frutal A y B y por otro, los de clases III y IV y de aptitud frutal C y D. El hecho que los suelos de este último grupo estén localizados en áreas claramente determinadas, hace posible la asignación de cultivos en forma proporcional, con lo cual se resuelve el problema de la mayor heterogeneidad existente en dicha agrupación.

Los suelos de las series Bellavista, Paona y Freirina presentan un comportamiento diferente, ya que la localización de los mismos y el tipo de limitación que existe en ellos, condicionan su aptitud de manera muy especial. En estos suelos existe una marcada diferencia, en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas, entre los de capacidad de uso II y III y los de clase IV.

2.2 Distritos agroclimáticos

En el capítulo III.B.3 se han definido los siguientes distritos agroclimáticos en el valle de Huasco:

- Distrito I: Huasco - Maitencillo
- Distrito II: Maitencillo - Chañar Blanco
- Distrito III: Chañar Blanco - La Junta
- Distrito IV: La Junta - Conay (Valle del Tránsito)
- Distrito V: La Junta - San Félix (Valle del Carmen)

Cada uno de estos distritos presenta condiciones particulares en relación con los diferentes cultivos posibles, lo que constituye otro elemento básico para la definición de los grupos de manejo.

En el análisis agronómico de los distritos agroclimáticos, ya presentado, se señala para cada distrito los cultivos que se adaptan a las condiciones de clima respectivos, sin limitaciones de otra naturaleza.

Debido a que la adaptabilidad de los cultivos tiene una correlación directa con las condiciones climáticas imperantes en los diferentes distritos agroclimáticos, los límites de éstos enmarcan la aptitud agrícola de los suelos,

originando por consiguiente grupos de manejo diferenciados por distrito. Se hace excepción sólo en aquellos casos en que la localización de los suelos permite considerar en conjunto áreas pertenecientes a dos distritos agroclimáticos semejantes. Esto último es el caso de suelos de las series La Compañía, Buena Esperanza, Cavanca y Tatará, ubicados en la zona oriente del distrito I, que se consideran en común con los mismos suelos ubicados en el distrito II. Sin perjuicio de lo anterior, debido a la diferente aptitud de los suelos de ambos distritos para algunas especies, especialmente frutales, se ha efectuado, para efectos de la asignación de cultivos, una subdivisión que considera separadamente los suelos pertenecientes a ambos distritos agroclimáticos.

Otra excepción la constituyen los suelos de la serie Paona en que se han considerado aquellos ubicados en el distrito I en conjunto con los del distrito II. Esto, debido a que los suelos de esta serie mantienen la misma aptitud en los distritos I y II y a que la superficie que poseen en este último es pequeña.

2.3 Uso actual del suelo

En términos generales, el uso actual del suelo en una área agrícola determinada constituye una buena aproximación a su potencialidad básica. En el valle de Huasco y en especial en aquellas áreas donde se hace sentir actualmente con más fuerza la inseguridad de riego, esto es en las terrazas de Vallenar al Poniente, el uso actual no refleja todas las alternativas de rubros que podrían ser cultivados. En los valles interiores y en la zona costera o de influencia marítima, el uso actual es una buena expresión del uso potencial de acuerdo a los recursos de suelo y clima de que disponen.

El análisis del uso actual ha sido especialmente útil en el estudio de las aptitudes para el crecimiento de las plantas de los diferentes suelos del valle, y en la consideración de la relación entre las especies vegetales y las condiciones climáticas imperantes en las diferentes áreas.

2.4 Aspectos económicos

Se reconoce una estrecha correlación entre aspectos técnicos y económicos, debido a que las agrupaciones de suelos según su aptitud presentan niveles relativos diferentes en cuanto a rentabilidad potencial. Es así como, en términos relativos, los suelos aptos para frutales y cultivos permanentes y anuales sin restricción tienen un nivel de rentabilidad potencial alto, los de aptitud frutal limitada pero con buenas posibilidades para cultivos anuales y de forrajeras tienen un nivel medio y aquellos sin aptitud frutal y de menores alternativas agropecuarias, un nivel bajo.

En la definición de grupos de manejo no se han hecho consideraciones económicas específicas. Teniendo, por definición, una potencialidad agrícola

determinada, se supone que en un momento cualquiera ésta se materializa en un resultado económico relativamente homogéneo, a través de la selección, hecha por los agricultores, de los cultivos mas convenientes dentro de las condiciones del mercado y de la gama de posibilidades del grupo de manejo.

En términos generales, se han dividido en grupos de manejo diferentes, suelos de aptitudes similares, pero con limitaciones diferentes, que inciden en un posible resultado económico distinto.

3. Definición y caracterización de los grupos de manejo

Como se indicó anteriormente, los grupos de manejo se han definido combinando los siguientes aspectos: distritos agroclimáticos, series de suelos y clases de capacidad de uso y de aptitud frutal de los suelos. Resumiendo, estos aspectos se han considerado subdivididos en los siguientes elementos o categorías:

- Distritos agroclimáticos:

- I : Huasco - Maitencillo
- II : Maitencillo - Chañar Blanco
- III: Chañar Blanco - La Junta
- IV : Valle del Tránsito
- V : Valle del Carmen

- Series de suelos:

- . Bellavista
- . Buena Esperanza
- . Cavancho
- . Chancoquín
- . Chañar
- . Freirina
- . Huantemé
- . Huasco
- . La Compañía
- . Paona
- . Tatara
- . Ventanas

- Clases de capacidad de uso de los suelos:

- I : Sin limitaciones para su uso
- II : Ligeras limitaciones para su uso
- III : Moderadas limitaciones para su uso
- IV : Severas limitaciones para su uso
- VI : Aptitud para pastos y forestales solamente
- VII : Aptitud preferentemente forestal
- VIII: Apto sólo para vida silvestre

- Aptitud frutal:

- A - Sin limitaciones para frutales
- B - Ligeras limitaciones para frutales
- C - Moderadas limitaciones para frutales
- D - Severas limitaciones para frutales
- E - No apto para frutales.

Considerando los antecedentes presentados anteriormente y a base de la combinación de los aspectos mencionados, se han determinado trece grupos de manejo en el valle de Huasco.

En el plano N° 3 del álbum de planos, se representan los grupos de manejo que se han marcado sobre la clasificación de suelos. Se han utilizado los planos originales de suelos en escala 1:10.000 reduciéndolos en 50% (escala final aproximada de 1:20.000).

A continuación se indica para cada grupo de manejo su definición y sus principales características.

3.1 Grupo de manejo 1

- Definición. Comprende los suelos de clases de capacidad de uso I - II - III y aptitud frutal A - B de las series Huasco y Chañar ubicados en el distrito agroclimático V (valle del Carmen).
- Características. Los suelos correspondientes a este grupo de manejo son aptos para la totalidad de las especies vegetales, tanto frutales, como cultivos anuales y permanentes identificados en el análisis agronómico del distrito El Carmen.

Los suelos de este grupo deben ser utilizados principalmente con especies que presenten ventajas comparativas, considerando las especiales condiciones climáticas del área.

3.2 Grupo de manejo 2

- Definición. Comprende los suelos de clases de capacidad de uso III - IV y aptitud frutal C - D - E de las series Huasco y Chañar ubicados en el distrito agroclimático V (valle del Carmen).
- Características. Los suelos de este grupo presentan limitaciones para el desarrollo de algunos cultivos debido principalmente a la presencia de problemas por pendiente, pedregosidad y profundidad.

Preferentemente estos suelos poseen, entre las especies identificadas en el análisis del distrito, aptitud para alfalfa, cultivos anuales y algunos frutales de menores requerimientos de suelo.

Dentro de los cultivos climáticamente mejor adaptados habrá de buscar aquellos que por el efecto del clima y normas de manejo superen las limitaciones que impone el recurso suelo.

3.3 Grupo de manejo 3

- Definición. Comprende los suelos de clases de capacidad de uso I - II - III y aptitud frutal A - B de las series Chancoquín, Huasco y Chañar ubicados en el distrito agroclimático IV (valle del Tránsito).
- Características. Los suelos correspondientes a este grupo de manejo presentan buena aptitud para la totalidad de las especies vegetales, tanto frutales como cultivos anuales, identificados en el análisis agronómico del distrito IV (valle del Tránsito).

El potencial productivo de los suelos de este grupo debe ser explotado principalmente con especies que aprovechen integralmente las ventajas comparativas que otorga el clima.

3.4 Grupo de manejo 4

- Definición. Este grupo comprende los suelos de clases de capacidad de uso III - IV y aptitud frutal C - D - E de las series Chancoquín, Huasco y Chañar ubicados en el distrito IV (valle del Tránsito).
- Características. Los principales factores limitantes de los suelos de este grupo lo constituyen problemas de pendiente, pedregosidad, profundidad o combinación de ellos.

La adaptación climática de especies es similar al grupo 3 con las limitaciones, especialmente para frutales, que impone el recurso suelo.

3.5 Grupo de manejo 5

- Definición. Comprende los suelos de clases de capacidad de uso I - II - III y aptitud frutal A - B de las series Huasco, Chañar y Chancoquín ubicados en el distrito III (Chañar Blanco - La Junta).
- Características. Estos suelos presentan aptitud para la totalidad de los cultivos indicados en el análisis agronómico del distrito III, destacándose el cultivo de primores por las especiales condiciones climáticas del área.

3.6 Grupo de manejo 6

- Definición. Comprende los suelos de clases de capacidad de uso III - IV y aptitud frutal C - D - E de las series Huasco, Chañar y Chanchoquín ubicados en el distrito agroclimático III (Chañar Blanco - La Junta).
- Características. Las limitaciones de suelo tales como pedregosidad, pendiente, profundidad y combinación de éstas, afectan la adaptabilidad de los cultivos y frutales de mayores requerimientos indicados para el distrito.

3.7 Grupo de manejo 7

- Definición. Comprende los suelos de capacidad de uso II - III y de aptitud frutal A - B de las series Buena Esperanza, Cavanha, Tatara, Chañar y Huasco ubicados en los distritos agroclimáticos I - II (Huasco - Maitencillo y Maitencillo - Chañar Blanco).
- Características. Los suelos de este grupo constituyen los de mejores condiciones dentro de las series especificadas en su definición y por sus características, son aptos para la totalidad de las especies señaladas en la descripción agroeconómica de los distritos agroclimáticos correspondientes.

Como se indicó anteriormente, para efectos de la asignación de cultivos se subdividió este grupo en un subgrupo para cada uno de los dos distritos agroclimáticos del área, debido a la diferente aptitud, por factores climáticos, de ambos sectores, especialmente para algunas especies frutícolas de hoja caduca.

3.8 Grupo de manejo 8

- Definición. Comprende los suelos de clase III de capacidad de uso y de aptitud frutal C de las series Buena Esperanza, Cavanha, Tatara, Ventanas, La Compañía, Chañar y Huasco ubicados en los distritos I y II (Huasco - Maitencillo y Maitencillo-Chañar Blanco).
- Características. Los suelos de este grupo presentan moderadas limitaciones para frutales, compensadas parcialmente con las características climáticas de los distritos. Las especies de mejor adaptación se identificaron en el análisis agronómico de los distritos agroclimáticos.

Este grupo, por las mismas razones que el anterior, se ha subdividido, para efectos de las asignaciones de cultivos, en dos subgrupos de acuerdo a los distritos agroclimáticos que incluyen.

3.9 Grupo de manejo 9

- Definición. Comprende los suelos de clases III y IV de capacidad de uso y de aptitud frutal D - E de las series Buena Esperanza, Cavanha, Tatara, Ventanas, La Compañía, Chañar y Huasco ubicados en los distritos agroclimáticos I y II (Huasco-Maitencillo y Maitencillo-Chañar Blanco).
- Características. Las severas limitaciones restringen el uso potencial de los mismos a especies anuales, chacras, cereales y hortalizas, así como a las praderas, indicadas como de buena adaptación climática para estos distritos.

En igual forma que los dos anteriores, este grupo se ha subdividido, para efectos de las asignaciones de cultivos, en dos subgrupos considerando los diferentes requerimientos climáticos de algunas especies. De acuerdo a esto se han separado los suelos del distrito I de los del distrito II.

3.10 Grupo de manejo 10

- Definición. Comprende los suelos de clases II y III de capacidad de uso de las series Bellavista, Paona y Freirina ubicados en los distritos agroclimáticos I y II (Huasco-Maitencillo y Maitencillo-Chañar Blanco).
- Características. Este grupo se concentra en el distrito agroclimático I, es decir, el de más clara influencia marítima.

Climáticamente, una amplia gama de especies frutales y de cultivos anuales se definieron en el análisis agronómico del distrito.

De esta gama de especies frutales y cultivos anuales cabe destacar especialmente frutales, como olivos y membrillos, y hortalizas.

En la actualidad, en los suelos de este grupo los cultivos encuentran principalmente problemas de drenaje y salinidad. La solución de estas limitantes a futuro abre perspectivas interesantes a este grupo de manejo.

3.11 Grupo de manejo 11

- Definición. Comprende los suelos de clase IV de las series Bellavista, Paona y Freirina ubicados en los distritos agroclimáticos I y II (Huasco-Maitencillo y Maitencillo-Chañar Blanco).

-
- Características. Debido a las mayores limitantes de los suelos de este grupo, su aptitud para cultivos es regular y deficiente en las actuales condiciones en que se encuentra, especialmente en cuanto a drenaje y salinidad.

3.12 Grupo de manejo 12

- Definición. Comprende todos los suelos de clase VI de capacidad de uso presentes en el valle.
- Características. Los suelos de este grupo se caracterizan por presentar severas limitaciones para cultivos o plantaciones, debido principalmente a problemas de profundidad, pedregosidad, pendiente, drenaje y salinidad.

Como se indicó en el análisis complementario del estudio agrológico, en algunos de estos suelos se pueden superar las limitaciones que en la actualidad los afectan, con lo cual podrían pasar a formar parte de los grupos de manejo definidos precedentemente.

3.13 Grupo de manejo 13

- Definición. Comprende a todos los suelos clases VII y VIII de capacidad de uso, ubicados en los distritos agroclimáticos del valle.
- Características. Los suelos de este grupo no presentan aptitud agrícola alguna. Más aún, las condiciones climáticas más benignas no permiten superar esta limitante. Por lo tanto constituye un grupo de manejo sin uso potencial agropecuario.

4. Resumen de la potencialidad de los grupos de manejo

Considerando las principales características de los diferentes grupos de manejo, se resume a continuación su potencialidad productiva.

- Los grupos de manejo 1-3-5 y 7 son los de mayor potencialidad productiva del valle, ya que pertenecen a las clases I-II y III de capacidad de uso y A-B de aptitud frutal (sin limitaciones a ligeras limitaciones para frutales).
- Los grupos de manejo 10 y 11 incluyen suelos principalmente de la unidad de planificación 4, que tienen marcada influencia marítima y que siendo similares en sus características, se diferencian por poseer

aptitud para olivos y otros frutales semejantes en requerimientos (grupo de manejo 10), o sólo aptitud muy restringida para cultivos (grupo de manejo 11).

- Los grupos de manejo 2-4-6-8 y 9 presentan una menor potencialidad productiva que los indicados anteriormente (1-3-5-7), ya que pertenecen a clases de capacidad de uso III y IV y aptitud frutal C-D y E. Dentro de esta agrupación se distinguieron los suelos de aptitud frutal C y de capacidad de uso III, de algunas series de los distritos agroclimáticos I y II (Huasco a Chañar Blanco), que por su localización y otras condiciones son adecuados para una amplia gama de cultivos anuales y algunas especies frutales y praderas (grupo de manejo 8).
- Los grupos 12 y 13 pertenecen a suelos no arables de clases de capacidad de uso IV y VII-VIII respectivamente.

Como síntesis, en términos concretos, de la potencialidad de los grupos de manejo, se ha elaborado para cada agrupación de cultivos (frutales de hoja persistente, frutales de hoja caduca, viñas y parronales, etc.) un listado de rubros específicos, indicando los grupos de manejo que permiten obtener una producción comercial adecuada del respectivo cultivo, independientemente de los resultados económicos asociados. Este listado se presenta en el cuadro Nº III.C.2-1.

A partir de esta potencialidad, se selecciona posteriormente la estructura de cultivos que tiende a ser más conveniente en el empleo de los recursos del valle.

5. Potencialidad productiva de los suelos por unidad de planificación y sectores de riego

Una vez identificados los grupos de manejo en el plano de suelos (ver plano Nº 3 del álbum de planos), y definidas sus características y potencialidades, es posible relacionarlos con los sectores de riego definidos para el valle así como con las unidades de planificación.

En los cuadros Nº III.A-2, 3 y 4 se presentan las superficies de cada grupo de manejo en cada uno de los sectores de riego y unidades de planificación, para la situación actual, para la situación de desarrollo en que se recuperan terrenos por despedradura y drenaje, y para el caso específico del proyecto planteado (embalse El Toro con capacidad de 160 millones de metros cúbicos) descontando los terrenos productivos inundados.

De la superficie total del área del proyecto, que corresponde a 23.634 há, sólo tienen potencial para producción agropecuaria en calidad de suelos arables un total de 11.746 há. El resto corresponde a 10.667 há de los grupos de manejo 12 y 13 que no son arables y 1.221 há que corresponden a suelos con destino urbano o utilizados para fines no agrícolas.

Dentro de la superficie arable, se encuentran 3.297 há (28% de la superficie arable) que corresponden a suelos de mayor aptitud, caracterizados por pertenecer a las clases I, II y III de capacidad de uso y poseer aptitud frutal A y B (grupos de manejo 1, 3, 5 y 7).

Los grupos de manejo 10 y 11, que incluyen suelos de marcada influencia marítima totalizan una superficie de 1.250 há (11% de la superficie arable), correspondiendo 949 há a los de mayor aptitud (grupo de manejo 10) y 301 há a los de aptitud restringida por problemas especialmente de drenaje y salinidad.

Los suelos de clase III y IV de capacidad de uso con aptitud frutal C - D - E totalizan 7.199 há (61% del total de la superficie arable), grupos de manejo 2, 4, 6, 8 y 9. Como se indicó anteriormente, dentro de esta agrupación se han individualizado, en el grupo de manejo 8, suelos con aptitud frutal C y clase III de capacidad de uso de los distritos agroclimáticos I y II, que totalizan 2.960 há y que poseen potencial productivo para algunos frutales y una cierta gama de cultivos anuales.

Esta situación se modifica ligeramente con la recuperación de algunos suelos de los grupos de manejo 12 y 13 (ver cuadro N° III.A-3), en que el total arable alcanza a 12.557 há.

En los cuadros indicados se aprecia la importancia de cada grupo de manejo en cada sector de riego y en las unidades de planificación. La importancia relativa de los grupos de manejo, en el conjunto del valle y en cada unidad de planificación, se ilustra gráficamente en la figura N° III.C.2-1, para el caso de la situación de desarrollo.

Se aprecia que los grupos de manejo 1 y 2 se asocian con la unidad de planificación 1 (valle El Carmen) y los grupos 3 y 4 con la unidad de planificación 2 (valle El Tránsito). En la unidad de planificación 3, predominan los grupos de manejo 7, 8 y 9 y en la unidad de planificación 4, los grupos 10 y 11.

SUPERFICIE POR CLASES DE CAPACIDAD DE USO

CLASE	SUPERFICIE (há)
I	162,6
II	3.247,4
III	7.167,0
IV	1.784,1
VI	1.782,9
VII	6.566,7
VIII	2.429,9
Total clases	23.140,6
Otros (urbano, tranques, cercos)	1.138,7
TOTAL SUPERFICIE ESTUDIADA	24.279,3

FUENTE: Estudio agrológico del valle del río Huasco, 1980, SERPLAC III Región y CICA-HYDROCONSULT.

SUPERFICIE POR CATEGORIA DE RIEGO

CATEGORIAS DE RIEGO	SUPERFICIE (há)
1a.	1.468,6
2a.	2.613,7
3a.	6.494,7
4a.	2.512,4
5a.	608,2
6a.	525,9
Total categorías de riego	14.223,5
Misceláneos	8.917,1
Otros (urbano, tranques)	1.138,7
TOTAL SUPERFICIE	24.279,3

FUENTE: Estudio agrológico del valle del río Huasco, 1980. SERPLAC III Región y CICA-HYDROCONSULT.

SUPERFICIE POR CLASES DE DRENAJE

CLASE	SUPERFICIE (há)
1	92,6
2	113,9
3	603,6
4	60,6
5	10.525,0
6	2.827,8
Total según clase de drenaje	14.223,5
Misceláneos	8.917,1
Otros (urbano, tranques, cerros, etc)	1.138,7
TOTAL SUPERFICIE	24.279,3

FUENTE: Estudio agrológico del valle del río Huasco, 1980, SERPLAC III Región y CICA-HYDROCONSULT.

SUPERFICIE POR APTITUD FRUTAL

APTITUD FRUTAL	SUPERFICIE (há)
A	1.462,2
B	2.118,2
C	4.270,8
D	3.675,8
E	2.696,5
Total según aptitud frutal	14.223,5
Misceláneos	8.917,1
Otros	1.138,7
TOTAL SUPERFICIE	24.279,3

FUENTE: Estudio agrológico del valle del río Huasco, 1980, SERPLAC III Región y CICA-HYDROCONSULT.

SUPERFICIE POR UNIDADES DE MANEJO

UNIDAD DE MANEJO	SUPERFICIE (há)
1	674,9
2	1.422,5
3	5.159,7
4	3.949,8
5	1.284,8
6	1.652,3
7	8.996,6
Superficie Total	23.140,6
Otros (urbano, tranques, cerros)	1.138,7
SUPERFICIE TOTAL ESTUDIADA	24.279,3

FUENTE: Estudio agrológico del valle del río Huasco, 1980, SERPLAC III Región y CICA-HYDROCONSULT.

POTENCIALIDAD DE LOS GRUPOS DE MANEJO
(Excluyendo Grupos 12 y 13)

AGRUPACION DE CULTIVOS Y RUBROS	GRUPOS DE MANEJO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	8a	9a	10	11
1. HOJA PERSISTENTE														
Chirimoyo							*	*		*	*			
Citricos	*		*		*		*	*		*	*			
Palto	*		*		*		*	*		*	*			
Lúcumo	*		*		*		*	*		*	*			
Papayo							*	*		*	*			
Olivos					*		*	*		*	*		*	*
Babaco	*		*											
Mango	*		*											
2. HOJA CADUCA														
Damasco	*		*		*		*	*						
Ciruelo	*		*		*		*							
Durazno	*		*		*		*	*						
Membrillo	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	
Higuera	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*		*	
Almendro							*	*		*	*			
Nogal	*		*											
Pecan	*		*											
Pistacho	*		*											
3. VIÑAS Y PARRONALES														
Uva pisquera	*	*	*	*	*	*	*	*						
Uva de mesa	*	*	*	*	*	*	*	*						
4. CEREALES DE INVIERNO														
Trigo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Cebada	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Avena	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5. CEREALES DE PRIMAVERA														
Maíz grano	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			
Maíz choclo	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			
Sorgo	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			
6. CHACRAS Y HORTAL. INVIE.														
Tomate	*	*	*	*	*	*	*	*	*					
Ají	*	*	*	*	*	*	*	*						
Pimentón	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Poroto verde	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Arvejas		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Habas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Brásicas	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pepino dulce	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pepino ensalada	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zapallo italiano	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Ajo	*		*		*		*			*				
Cebolla	*		*		*		*	*	*					
Papa	*		*		*		*			*				
Espinaca	*	*	*	*	*	*	*	*		*	*			
Espárrago							*							
Alcachofa							*			*				

POTENCIALIDAD DE LOS GRUPOS DE MANEJO
(Excluyendo Grupos 12 y 13)

AGRUPACION DE CULTIVOS Y RUBROS	GRUPOS DE MANEJO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	7a	8a	9a	10	11
7. CHACRAS Y HORTAL. PRIM.														
Sandía	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Melón	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Zapallo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tomate industrial	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tomate consumo	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pimentón	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Aji	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Poroto seco	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Soya	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Betarraga	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7.44 Leguminosa seca	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8. FORRAJERAS														
Alfalfa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8.2 Trébol	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9. INDUSTRIALES														
Higuerilla	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Jojoba							*	*						
Raps	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9.4 Maravilla	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

NOTA : Grupos 7,8 y 9, Distrito agroclimático II.
Grupos 7a,8a y 9a, Distrito agroclimático I.

G. DE MANEJO POR U. de PLANIFICACION

SUPERFICIE EN HA.

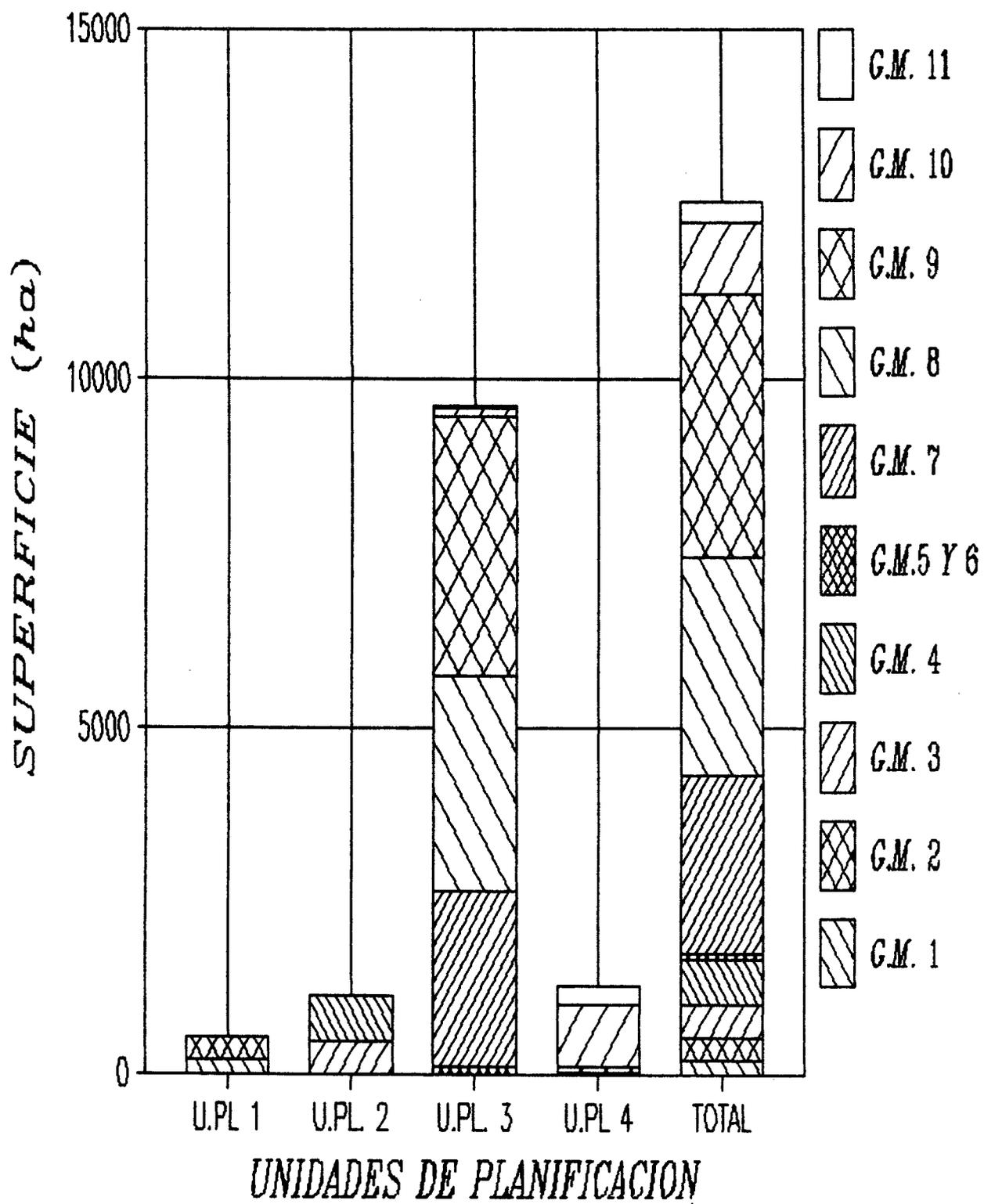


FIGURA N° III.C.2-1

III.D AGUA

INDICE DE LA SECCION

<u>CAPITULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
III.D.1	PLUVIOMETRIA	1
	1. Introducción	1
	2. Análisis de frecuencia de precipitaciones anuales	2
	3. Curvas de variación estacional	3
	4. Curvas isoyetas	4
	5. Análisis de tendencia de las precipitaciones anuales	5
	6. Análisis de precipitaciones máximas en 24 horas	5
	7. Recomendaciones	7
III.D.2	FLUVIOMETRIA	9
	1. Introducción	9
	2. Curvas de variación estacional	10
	3. Curvas de duración general de los caudales medios diarios	10
	4. Recomendaciones	11
III.D.3	HIDROGEOLOGIA	12
	1. Introducción	12
	2. Antecedentes	12

III.D.3	HIDROGEOLOGIA	12
	3. Geología	13
	4. Características elásticas	23
	5. Movimiento	26
	6. Profundidad del nivel estático	27
	7. Fluctuación de niveles	28
	8. Recarga	30
	9. Descarga	32
	10. Balance hidrogeológico	34
	11. Volúmenes explotables	36
	12. Captaciones tipo	39
	13. Resumen y conclusiones	42
III.D.4	CALIDAD DEL AGUA	46
	1. Calidad del agua para usos no agrícolas .	46
	2. Calidad del agua para riego	51

III.D.1 PLUVIOMETRIA.**1.** Introducción.**1.1** Generalidades.

La cuenca del río Huasco se caracteriza por tener un régimen de precipitaciones de pequeña magnitud y altamente variable en el tiempo. La variabilidad temporal se manifiesta tanto estacionalmente como interanualmente. Además, las precipitaciones se presentan concentradas fundamentalmente en los meses de Abril a Septiembre, con algunas precipitaciones aisladas en los meses de verano, en la zona alta de la cuenca, producto de la influencia del llamado "invierno boliviano", en algunos años. En el cuadro Nº III.D.1-1 se presentan, a modo de ilustración, los promedios anuales de precipitación de algunas estaciones de la cuenca, junto con las desviaciones estándar correspondientes, extraídas de los valores pluviométricos definitivos adoptados en este estudio.

El estudio del régimen de precipitaciones se basa en una recopilación y análisis exhaustivo de las precipitaciones mensuales y anuales registradas en la zona, que permiten corregir, rellenar, extender y homogenizar estos registros para el período 1941-1980. Los valores de precipitación establecidos como definitivos, permiten realizar un análisis de frecuencia de las precipitaciones anuales en todas las estaciones consideradas y de las precipitaciones mensuales en algunas estaciones seleccionadas. Se estudia, además, la distribución espacial de las precipitaciones a través de la definición de isoyetas de probabilidad de excedencia determinada. Para las estaciones con registros de mayor longitud se efectúa un análisis de tendencias de precipitaciones anuales, que permite caracterizar la variación en el largo plazo del régimen pluviométrico de la cuenca. Finalmente, para tres estaciones seleccionadas, se realiza un análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas anuales en veinticuatro horas.

1.2 Recopilación de antecedentes básicos.

Los antecedentes pluviométricos utilizados en este estudio fueron obtenidos directamente en las instituciones encargadas de cada estación, vale decir, Dirección General de Aguas del M.O.P., Dirección Meteorológica de Chile y Empresa Nacional de Electricidad. Los datos pluviométricos recopilados incluyen todos los valores de precipitaciones mensuales y anuales, y las series de precipitaciones máximas anuales en veinticuatro horas para las estaciones Junta del Carmen, El Tránsito, San Félix y La Pampa.

En la figura Nº III.D.1-1 se presenta un diagrama de barras de los datos registrados en cada una de las estaciones pluviométricas de la cuenca, individualizando con nomenclatura adecuada aquellos años con registros completos, incompletos e inexistentes. En esta figura se ha incluido también la institución a cargo, las coordenadas geográficas y la altura sobre el nivel del mar de cada estación. Cabe señalar que las estaciones fueron ubicadas en terreno, y a base de esto se determinaron sus coordenadas geográficas y altura sobre el nivel del mar, de las cartas 1 : 50.000 del Instituto Geográfico Militar.

En la figura Nº III.D.1-2 se incluye un plano con ubicación e identificación de las distintas estaciones pluviométricas de la cuenca, la cual aparece también en el plano Nº 4 del álbum.

(En los documentos internos del estudio, DIE Nº III. D.1, se adjuntan las tablas con todos los datos originales de precipitaciones mensuales y anuales).

De las doce estaciones que tienen información en la cuenca, no se consideran en los análisis que se realizan en este estudio, las de Vallenar (D.G.A.) y Central Huasco; la primera de ellas, por corresponder a un índice de precipitación enteramente análogo a Vallenar (DMC) y con menor período de registro, y la segunda por ser extraordinariamente corta, además de representar un régimen pluviométrico similar al de la estación Puerto Huasco.

Durante la realización de este estudio, se ha dispuesto también, como antecedente de referencia, de las estadísticas pluviométricas elaboradas por el Departamento de Recursos Hidráulicos de CORFO (1).

El procedimiento seguido para corregir y completar los registros pluviométricos se presenta en el anexo Nº III.D.1-1.

Las estadísticas adoptadas como definitivas, corregidas y extendidas, en términos mensuales y anuales, se presentan en las tablas del anexo Nº III.D.1-2.

2. Análisis de frecuencia de precipitaciones anuales.

Las series de precipitaciones anuales de las diez estaciones pluviométricas cuyas estadísticas fueron completadas y homogenizadas para el período 1941-1980, son sometidas a análisis de frecuencia. Este análisis de frecuencia es realizado en forma gráfica, utilizando posiciones de trazado calculadas según la fórmula empírica de Weibull para asignar probabilidades de excedencia. En cada caso el ajuste de la curva se hace gráficamente.

(1) Ramírez, E. "Pluviometría de Chile". Departamento de Recursos Hidráulicos, CORFO - Octubre 1971.

Cabe señalar que, a excepción de las series correspondientes a las tres estaciones ubicadas a mayor altura (Conay Retén, Los Tambos y La Pampa), las series poseen valores nulos. El procedimiento usado para el análisis de frecuencia de las series con valores nulos, consiste en realizar el análisis considerando sólo los valores no nulos, y luego, se corrigen las probabilidades de excedencia multiplicando por un factor F tal que:

$$F = \frac{n}{N}$$

con:

n = Número de valores distintos de cero.

N = Número total de valores de la serie.

En las figuras Nº III.D.1-3 a III.D.1-12 se indican las curvas de frecuencia de precipitaciones anuales para cada una de las diez series en el período 1941 a 1980. Se incluye junto a la curva ajustada, la curva corregida por el factor F y el valor de este factor de corrección, en los casos que procede.

En el cuadro III.D.1-2 se resumen los resultados del análisis de frecuencia de las precipitaciones anuales, indicando los valores de estas precipitaciones que corresponden a las probabilidades de excedencia de 5, 20, 50, 80 y 95%.

3. Curvas de variación estacional.

Para confeccionar curvas de variación estacional, se seleccionan cuatro estaciones pluviométricas, una en la parte baja de la cuenca (Puerto Huasco), una en la parte media (Vallenar), una en el valle del río Tránsito (El Tránsito) y una en el valle del río Carmen (San Félix). A las series de estadísticas mensuales de estas cuatro estaciones se les hace análisis de frecuencia gráficos; en todos los casos se usan las estadísticas adoptadas como definitivas según lo explicado. El análisis de frecuencia se realiza en forma enteramente análogo a la ya descrita, siendo necesario efectuar correcciones por valores nulos.

Los resultados se resumen en las figuras Nº III.D.1-13 y III.D.1-14. En ellas se han trazado, para cada estación, las curvas de variación estacional correspondientes a las probabilidades de excedencia de 20%, 50%, 80 y 95%. Cabe hacer notar que, para todas las estaciones, las curvas para las probabilidades 80 y 95% son iguales a cero. Los valores utilizados para la confección de las curvas de variación estacional, se presentan en el cuadro Nº III.D.1-3.

4. Curvas isoyetas.

Debido a la escasa cobertura espacial de la red de estaciones pluviométricas en la cuenca del río Huasco, el trazado de curvas isoyetas es en extremo dificultoso. Esto resulta especialmente difícil en la zona alta de la cuenca (por sobre los 2.000 m.s.n.m.) en la que no existe información de ninguna clase. Luego de un análisis detallado de la situación, se ha resuelto no intentar un trazado de curvas isoyetas mas arriba de la cota 2.000 m.s.n.m., por las siguientes razones:

- La extrapolación de la tendencia de la relación precipitación -altura es en extremo incierta.
- Trasponer la escasa información de precipitación a mayores cotas, desde otras cuencas, no es técnicamente apropiado, debido a que la zona manifiesta sustanciales variaciones de precipitación en función de la latitud, e incluso queda afectada en forma distinta a sus cuencas vecinas por efectos climáticos especiales, tales como el "invierno boliviano".
- No resulta posible usar valores de "rendimiento de cuencas" o "relaciones precipitaciones-escorrentía", para ayudar al trazado de curvas isoyetas en la zona alta, puesto que la mayor parte de la escorrentía se genera aguas arriba de las estaciones pluviométricas de cabecera y aguas arriba de la ubicación de las estaciones pluviométricas a mayor cota. A pesar de que este trazado de curvas isoyetas deja fuera de consideración una superficie importante de la cuenca, por lo menos cubre adecuadamente toda la zona de riego de ellas.

Para ayudar en el trazado de las curvas isoyetas, se confecciona una relación precipitación-altura (figura Nº III.D.1-15), considerando las precipitaciones anuales de probabilidad de excedencia de 50%.

El trazado de las curvas isoyetas se hace también tomando en cuenta la exposición relativa de las distintas zonas de la cuenca, con respecto al movimiento de los frentes desde el océano Pacífico, y los conos de "sombra" que crean las distintas barreras orográficas.

En el plano Nº 4, del álbum de planos, se presentan las curvas isoyetas trazadas para precipitaciones anuales de probabilidad de excedencia de 50%.

(Entre los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.1), se incluyen planos escala 1:500.000 con las curvas isoyetas trazadas para precipitaciones anuales de probabilidades de excedencia de 20, 80 y 95%).

En términos generales puede señalarse que en toda la zona principal de riego del valle del río Huasco propiamente tal, la precipitación anual de probabilidad de excedencia 80% es inferior a 10 mm; en la misma zona, la precipitación anual de probabilidad de excedencia 50% es inferior a 40 mm. Por otro lado,

en las zonas de riego de los ríos de El Carmen y El Tránsito, la precipitación anual de probabilidad de excedencia 80% está comprendida entre 10 y 20 mm., mientras que la precipitación anual de probabilidad de excedencia 50% abarca entre 40 y 70 mm.

5. Análisis de tendencia de las precipitaciones anuales.

Con el objeto de observar la tendencia en el largo plazo de las precipitaciones anuales en la zona, se han seleccionado dos estaciones pluviométricas con períodos estadísticos largos, para hacer un análisis de tendencias mediante el método de promedios móviles. Las estaciones seleccionadas son La Pampa y El Tránsito; la primera de ellas tiene registros desde 1918 a 1980 y la segunda desde 1936 a 1980.

La estadística de El Tránsito se consideró homogénea en el período 1941-1980 y consecuentemente, es un período de sólo cinco años anteriores a 1941 el que no ha sido analizado en este aspecto. En el caso de La Pampa, a pesar de haberse hecho algunas correcciones, las tendencias más recientes y más antiguas en el período 1941-1980 coinciden y consecuentemente, no cabe sino aceptar que las estadísticas anteriores a 1941 también corresponden a la misma tendencia, para los efectos de la validez del presente análisis. En todo caso, para el análisis por promedios móviles, se usó la estadística corregida de la estación La Pampa.

En las figuras Nº III.D.1-16 y III.D.1-17 se presentan los promedios móviles de diez años de precipitaciones anuales en las estaciones de La Pampa y El Tránsito respectivamente. Ambas figuras se obtienen colocando el valor promedio de los diez años en el año medio del período utilizado para el cálculo del respectivo promedio. En ambos casos se ajusta por mínimos cuadrados una recta de tendencia general para el período. La pendiente de la recta de tendencia ajustada, revela un descenso promedio anual de precipitación de 1,33 mm en el caso de La Pampa, y de 1,57 mm en el caso de El Tránsito. Estas tendencias decrecientes son bastante significativas, dadas las pequeñas magnitudes de los totales anuales de precipitación que se registran en la zona. Al observar los promedios móviles de La Pampa, que abarcan un mayor período, se aprecia que la tendencia decreciente se comienza a manifestar en forma ostensible sólo a partir de la mitad de la década de los años cuarenta.

6. Análisis de precipitaciones máximas en 24 horas.

De todas las estaciones pluviométricas ubicadas aguas arriba de los posibles lugares de emplazamiento de los embalses Sta. Juana y El Toro, se han

seleccionado tres, para los efectos de realizar un análisis de frecuencia de precipitaciones máximas en 24 horas. Las tres estaciones seleccionadas son: La Pampa (DMC), El Tránsito (DMC) y Junta del Carmen (DGA). En primera instancia, se había contemplado también realizar este análisis con las estadísticas de la estación San Félix; sin embargo esto se desestimó, debido a la existencia de demasiados vacíos importantes en cuanto a precipitaciones diarias. Por otro lado, las restantes estaciones de la zona alta tienen períodos de registro demasiado cortos para los efectos del presente análisis.

En los cuadros del anexo N° III.D.1-3 se presentan las estadísticas originales de precipitaciones máximas en 24 horas, y el mes del año en que ésta se produce, para las tres estaciones seleccionadas. Los períodos de registro utilizados son:

La Pampa	1919 a 1981
El Tránsito	1936 a 1980
Junta del Carmen	1948 a 1981

La estadística original recopilada, en varios años, registra un valor máximo anual en 24 horas, pero trae una nota en que se deja constancia que para ese año particular faltan los registros de uno o más meses.

El procedimiento utilizado contempla en primer lugar, un análisis de los meses faltantes en las estadísticas de las tres estaciones, de tal forma de apreciar si estos son relevantes y si pueden modificar el valor de precipitación máxima en 24 horas asignado al año correspondiente. Este análisis revela que en todos los casos, puede aceptarse como registrado el valor de precipitación máxima en 24 horas del año. Además, para las estaciones La Pampa y Junta del Carmen, se ha decidido corregir los valores de precipitaciones máximas en 24 horas, correspondientes a aquellos años que han sido corregidos en el análisis de homogeneidad de las estadísticas pluviométricas. Los factores de corrección utilizados, son los mismos creados para la modificación de las precipitaciones anuales. La decisión de efectuar esta corrección para los valores máximos diarios, que no es en general un procedimiento muy aceptable, se adopta considerando que en esta zona la precipitación máxima en 24 horas de un año en particular, es en general una parte muy importante del total anual. Consecuentemente, si este último ha sido corregido, parece procedente corregir también el valor máximo diario. Cabe señalar en todo caso, que estas correcciones afectan a no más de un par de valores relevantes para el presente análisis.

Para realizar el análisis de frecuencia de cada estación, se intenta en primer lugar, establecer un ajuste analítico con cada una de las tres distribuciones de frecuencia siguientes: log-normal, Gumbel y log-Pearson tipo III. En ninguno de los casos dicho ajuste es adecuado. Consecuentemente se realiza un análisis de frecuencia gráfico, con ajuste y extrapolación de curva, y usando la fórmula de Weibull para determinar las probabilidades empíricas. Este análisis se presenta en las figuras N° III.D.1-18 a III.D.1-20. En el caso del ajuste realizado para la estación de La Pampa (figura N° III.D.1-18), se observa que la curva ajustada no toma en cuenta el punto más alto de la serie;

esto se ha hecho así, debido a que este registro, que corresponde a 1919, está muy alejado de la tendencia del resto de la serie, y se estima que puede corresponder a la lluvia acumulada en más de un día, cosa que frecuentemente se detecta en distintas estaciones pluviométricas del país, incluso en años recientes. En los casos de las estaciones de El Tránsito y Junta del Carmen, las series usadas contienen algunos valores nulos; consecuentemente se realiza el análisis de frecuencia sólo con los valores no nulos, y luego se aplica la corrección explicada. La curva corregida se presenta también en las figuras N° III.D.1-19 y III.D.1-20.

En todos los casos, aquellos valores más altos, que iban a ser determinantes en la forma de extrapolación de las curvas ajustadas gráficamente, se han revisado especialmente, comparándolos con valores registrados en estaciones vecinas en las mismas fechas. Normalmente, los mayores valores de una serie estadística tienen probabilidades de excedencia diferentes a las determinadas según su ubicación en la serie ordenada. Por ejemplo, el mayor valor en un período de 20 años en que existen mediciones, puede seguir siéndolo en un período mayor de años, y por lo tanto le correspondería una probabilidad de excedencia diferente. Por esta razón se intentó asignar probabilidades distintas a estos mayores valores, tomando en cuenta antecedentes cualitativos extraídos de series de mayor longitud en otras estaciones. Este último análisis no arroja conclusiones positivas con respecto a ningún valor, y en consecuencia, no es finalmente utilizado.

En el cuadro N° III.D.1-4 se presentan algunos valores seleccionados, extraídos de las curvas ajustadas, de precipitaciones máximas en 24 horas.

7. Recomendaciones.

El Servicio Agrícola y Ganadero del Ministerio de Agricultura ha estado llevando a cabo en los últimos años un programa de estimulación de precipitaciones en una amplia zona, en la que queda incluida la cuenca del río Huasco (1), (2). De acuerdo con los antecedentes de tipo cualitativo consignados en los informes citados, este programa habría logrado resultados satisfactorios, en el corto lapso en que ha sido llevado a cabo.

Cabe señalar en todo caso, que con el objeto de medir cuantitativamente los resultados de un programa de este tipo, desde el punto de vista del aumento de los recursos de agua aprovechables en una cuenca hidrográfica, resulta indispensable diseñar experimentos que permitan cuantificar estadísticamente estos aumentos. Este hecho en todo caso es reconocido explícitamente en el informe citado (1), señalándose que se requerirían, por lo menos, ocho años de datos experimentales para llevar a cabo una cuantificación estadística. En dicho informe, el análisis de beneficios del programa se realiza sólo a base de cifras de aumentos de la precipitación observados estadísticamente en otros lugares del mundo.

En caso de que este programa de estimulación de precipitaciones vaya a continuarse, parecería deseable diseñar un sistema de recolección de datos que permita, mediante adecuados controles, cuantificar estadísticamente los aumentos de recursos de agua disponibles. Este período experimental debería prolongarse durante unos diez años por lo menos, y probablemente, concentrarse en una zona geográfica más reducida que la abarcada hasta ahora.

Es preciso señalar también que para hacer aprovechables los mayores recursos de agua que un programa de estimulación de precipitaciones puede proporcionar, debe contarse con capacidad de regulación natural o artificial en las distintas cuencas. Este hecho también es señalado en el informe citado (1), y es de suma importancia, pues los mayores aumentos de precipitación por efecto del programa, se obtendrán justamente en aquellos años en que en forma natural también se producirían las mayores precipitaciones, por ser en estos años cuando se dan con mayor frecuencia las condiciones meteorológicas favorables para lograr operaciones exitosas de sembrado de nubes.

En todo caso, en el presente trabajo no se han considerado aumentos de recursos hidrológicos disponibles a futuro debidos a un programa de estimulación artificial de precipitaciones. Lo anterior se debe a dos motivos fundamentales:

- Con los antecedentes actualmente disponibles, no es factible cuantificar los posibles aumentos de recursos de agua por este concepto.
- A la fecha no es posible asegurar que el programa de estimulación de precipitaciones se seguirá llevando a cabo.

En las condiciones señaladas, y a base de que se estima que un programa de este tipo presenta características provisorias, parece sumamente incierto pretender valorizar situaciones basadas en él.

- (1) S.A.G. Ministerio de Agricultura "Análisis de Beneficios Sociales y Económicos de un Programa de Estimulación de Precipitaciones destinado a aumentar las Disponibilidades de Aguas en las Regiones I, III y IV". Santiago, Mayo de 1981.
- (2) S.A.G. Ministerio de Agricultura "Informe Preliminar de las actividades del Programa de Estimulación de Precipitaciones. Período Abril a Octubre de 1981. III y IV Región".

III.D.2 FLUVIOMETRIA.1. Introducción.

La cuenca del río Huasco está formada en su parte alta por las subcuencas correspondientes a los ríos El Carmen y El Tránsito. Estos dos ríos, al confluir, dan origen al río Huasco. Los recursos de agua superficial en esta cuenca se generan en su mayor parte en la zona alta, vale decir en las subcuencas de los ríos ya nombrados.

La influencia en los recursos superficiales, de las precipitaciones que caen aguas abajo de la junta de los ríos mencionados, es mínima. En toda la cuenca se aprecian claramente los efectos que tienen las extracciones para riego sobre los gastos superficiales. En efecto, las disminuciones de caudal que registran las estaciones fluviométricas de la cuenca, se observan a lo largo de los ríos El Tránsito, El Carmen y con mayor intensidad en el río Huasco. En este sentido, la estación fluviométrica Huasco en Puente Atacama, que es la ubicada mas aguas abajo en dicho río, registra fundamentalmente recuperaciones y derrames de riego y aportes de la napa subterránea; esta estación, solamente en años muy lluviosos muestra leves aumentos de caudal a consecuencia de las lluvias de invierno y también algún efecto de los deshielos.

En el anexo N° III.D.2-1 se incluye la recopilación de los antecedentes fluviométricos en las estaciones existentes y las operaciones necesarias de corrección y extensión para llegar a disponer de estadísticas de un período que abarca desde Mayo de 1942 a Abril de 1981. Con las estadísticas definitivas, se realiza un análisis de frecuencia mensuales en tres estaciones (Tránsito en Angostura, Carmen en San Félix y Huasco en Algodones) para confeccionar las curvas de variación estacional correspondientes. Finalmente, en las estaciones Tránsito en Angostura y Carmen en San Félix, se confeccionan curvas de duración general de gastos medios diarios.

En la figura N° III.D.2-1 se presenta un plano esquemático de ubicación de las estaciones fluviométricas de la cuenca, y en la figura N° III.D.2-2 se señala gráficamente la longitud del período de estadísticas disponibles en cada una de ellas. En el plano N° 4 del álbum aparece también la ubicación de las estaciones fluviométricas.

(En los documentos internos del estudio (DIE N° III.D.2), se incluyen las estadísticas originales de caudales medios mensuales registrados en las nueve estaciones fluviométricas de la hoya del río Huasco).

2. Curvas de variación estacional.

Con las estadísticas definitivas de caudales medios mensuales para el período comprendido entre los años hidrológicos 1942-43 y 1980-81, se obtienen las curvas de variación estacional para tres estaciones de la cuenca: Carmen en San Félix, Tránsito en Angostura y Huasco en Algodones. A partir de un análisis de frecuencia gráfico de los caudales medios mensuales se obtienen, para cada estación, los valores del gasto medio mensual correspondiente a las probabilidades de excedencia de 20, 50, 80 y 95%. Para esto se emplea el método gráfico, utilizando la fórmula de Weibull. En el cuadro Nº III D.2-1 se presentan los valores indicados.

En las figuras Nº III.D.2-3 a III.D.2-5 se presentan las curvas de variación estacional, para cada una de las estaciones correspondientes a las probabilidades de excedencia señaladas.

(En los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.2) se incluyen las tablas de valores utilizados para la confección de las curvas de variación estacional).

3. Curvas de duración general de los caudales medios diarios.

Otra forma de presentación de los caudales en una estación fluviométrica son las curvas de duración general o de gastos clasificados.

Estas curvas de duración se pueden construir para cualquier unidad de tiempo (anual, mensual o diaria), y corresponden a funciones de distribución de frecuencias acumuladas que indican el porcentaje de tiempo, en que un caudal iguala o excede diferentes valores especificados.

En este estudio se confeccionan las curvas de duración general de caudales medios diarios para las estaciones río El Tránsito en Angostura de Pinte y río El Carmen en San Félix. Para ello se ha recopilado toda la estadística de caudales medios diarios medidos en ambas estaciones.

Para la estación Tránsito en Angostura se toma el período 1965 - 1966 hasta 1979 - 1980 (15 años), y en el caso de Carmen en San Félix, 1965 - 1966 hasta 1980 - 1981 (16 años). Ambas estaciones, en el período considerado tienen algunos meses sin información. La teoría recomienda utilizar años hidrológicos completos, vale decir, no considerar aquellos años que tienen estadísticas incompletas. En el caso de las estaciones estudiadas, por ser muy pequeña la información faltante en cada año, se ha preferido considerar toda la información existente.

(En los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.2-6) se incluyen las estadísticas básicas con las que se calculó las curvas de duración general de los gastos medios diarios).

En la figura N° III.D.2-6 se muestran las curvas de duración para ambas estaciones estudiadas.

Se observa en la figura que las curvas de duración no difieren mayormente para porcentajes de tiempo bajo. Sin embargo, a medida que éste aumenta se acentúa cada vez más la diferencia entre ambas curvas. Cabe destacar que para el caso del río El Carmen en San Félix, en un 90% de los días el caudal es inferior a 0,01 m³/seg. En cambio, para el río El Tránsito en Angostura esa misma situación se produce para caudales de 0,32 m³/seg.

4. Recomendaciones.

En la cuenca del río Huasco la mayor parte de los recursos de agua tienen su origen en la alta cordillera, y provienen de la precipitación que durante la época de invierno se produce en forma de nieve. Para que la utilización del agua en el riego durante la época de primavera-verano se realice en forma óptima, resulta de suma importancia que puedan hacerse pronósticos de deshielo. Para poder llevar a cabo estos pronósticos de deshielo, en forma cuantitativamente apropiada, es imprescindible tener índices de la precipitación anual acumulada en forma de nieve; con estos índices, registrados durante un lapso adecuado (unos 10 años por lo menos), es posible elaborar relaciones matemáticas (modelos) que permitan, para un año en particular, pronosticar el volumen de deshielo y su distribución estacional, a base del valor que uno o más índices hayan tomado en ese año.

Como índices para elaborar estas relaciones de pronósticos pueden usarse variables tales como: precipitación de invierno en uno o más puntos de la zona alta de la cuenca; equivalente en agua de la nieve acumulada en uno o más puntos de la cuenca, en determinadas fechas; área de cobertura nival en fechas determinadas, etc.

En la actualidad, la información pluviométrica en la zona alta de la cuenca es escasísima y la información de nieve acumulada es inexistente. Resulta indispensable establecer, a la brevedad posible, estaciones de medición pluviométrica y nivométrica en lugares representativos de la zona alta de la cuenca. En particular se recomienda que se instale una plataforma tipo DCP, en algún lugar apropiado y representativo de la cuenca, que permita registrar y transmitir a distancia la información de equivalente en agua de la nieve acumulada. Esto debería ser complementado por lo menos con un par de estaciones pluviométricas a cota alta, cerca de donde se sitúa la línea de nieves promedio en la zona.

Cabe señalar aquí, que a futuro, si es que se llega a construir algún embalse de regulación de los recursos superficiales, se acrecentará la necesidad de contar con relaciones de pronóstico adecuados, con el objeto de poder operar una obra de este tipo, en forma apropiada, en "tiempo real".

III.D.3 HIDROGEOLOGIA.

1. Introducción.

La visión hidrogeológica del valle del río Huasco que a continuación se desarrolla, procura proporcionar una caracterización cualitativa y cuantitativa de los recursos subterráneos existentes en el valle.

Producto tanto de la densidad de sondajes existentes como de la calidad de los antecedentes disponibles, el estudio ha debido subdividir el valle en dos grandes áreas, a las cuales se ha dado diversa profundidad en su análisis.

La primera área comprende los valles de los tributarios El Carmen y El Tránsito, junto al río Huasco desde su nacimiento hasta la quebrada El Jilguero, inmediatamente aguas arriba de Vallenar. La segunda área se inicia en la singularidad citada anteriormente y abarca el valle del río Huasco hasta su desembocadura en el mar.

Bajo tales condiciones, el estudio ha comprendido un análisis de la geología regional y de subsuperficie que permite establecer el marco bajo el cual se desarrolla el recurso. Posteriormente se establecen las condiciones de ocurrencia y alimentación del agua subterránea, para finalmente, culminar en un balance hidrogeológico que permite definir la importancia y destino de cada uno de los parámetros involucrados.

2. Antecedentes.

Al mes de Marzo de 1982, el valle del río Huasco poseía un total de 77 sondajes, abarcando pozos de producción y reconocimiento. Dicho total se distribuía en 55 sondajes concentrados en el área 2 y 22 en el área 1, definidas más arriba.

Antecedentes estratigráficos se obtuvieron de 63 sondajes así como pruebas de agotamiento, incluyendo como tal las curvas de agotamiento de 47 sondajes. Paralelamente se ha dispuesto del control de fluctuación de niveles para un total de 31 sondajes.

(Entre los documentos internos del estudio, DIE Nº III.D.3, se incluye un catastro de los pozos considerados y sus principales características).

En los planos Nº 5.1 y 5.2 se señala la ubicación de los sondajes.

3. Geología.

3.1 Marco geológico regional.

El valle del río Huasco es una estructura fluvial cuyas cabeceras se emplazan en la alta cordillera y cuya desembocadura se ubica en el litoral chileno a una latitud de aproximadamente los 28°30' sur.

La litología que hace de marco a esta estructura, agrupa los más variados tipos de roca, de manera que para facilitar una visión de conjunto se describen las unidades principales que aparecen tanto en la cordillera de la costa como en la cordillera de los Andes.

i) Cordillera de la costa.

En el área de la desembocadura del río Huasco afloran rocas fundamentales plutónicas y metamórficas. Dentro de las primeras cabe señalar rocas tales como granitos, tonolitas y granodioritas que intruyen al basamento metamórfico, en el sector sur de esta franja costera. Hacia el norte del valle se han reconocido tonalitas anfibólicas, dioritas y en menor proporción algunos pórfidos gabroicos. Las unidades metamórficas de esta parte del valle están constituidas esencialmente por esquistos, cuarcitas y filitas.

ii) Cordillera de los Andes.

A lo largo del valle de Huasco es posible evidenciar la existencia de grandes intrusivos de carácter fundamentalmente granodiorítico que se encuentran intruyendo secuencias tanto volcánicas como sedimentarias.

Las rocas volcánicas de mayor difusión son andesitas, tobas y brechas de origen mesozoico principalmente, y hacia las cabeceras del valle se advierten unidades volcánicas recientes.

Las rocas sedimentarias de más representatividad a lo largo del valle son areniscas de variado estilo, brechas y subordinadamente lutitas y limolitas.

Las rocas estratificadas del área del estudio exhiben un rumbo de preferencia norte-sur y se disponen en algunos casos de manera discordante entre sí.

La generalidad de las rocas se presentan con grados de intemperización media a alta y rangos de alteración más bien bajos.

En el sector bajo y medio del valle se presentan grandes estructuras aterrazadas, que se adosan a las rocas que constituyen las vertientes de la

estructura fluvial. Estas unidades están formadas por sedimentos antiguos, en parte semiconsolidados, que son de origen fluvial. Sobre estos rellenos retrabajó el río, excavando el valle a gran profundidad y depositando en el sector más deprimido sedimentos de granulometría media a gruesa de origen reciente.

3.2 Geología de subsuperficie.

Para los efectos de visualizar las unidades estratigráficas depositadas en los fondos de los valles que conforman la hoya hidrográfica del río Huasco, se ha subdividido la hoya en los siguientes tramos principales: valle del río El Tránsito, valle del río El Carmen, valle del río del Huasco Alto, Huasco Medio y Huasco Inferior. Los primeros tres tramos pertenecen al área 1 y los dos restantes al área 2.

A su vez, cada uno de los valles anteriores, se ha dividido en sectores homogéneos, sobre la base de la información que aportan los sondeos que se han construido en cada uno de ellos.

3.2.a Valle del río El Carmen.

El valle del río El Carmen tiene una orientación general sur-norte, y es uno de los dos tributarios principales del río Huasco, el cual se denomina así a partir de la confluencia del río El Carmen con el río El Tránsito.

Este valle presenta un ancho promedio del orden de 200 mts y se encuentra enmarcado por cerros de altura imponente, (algunos sobrepasan los 1.000 mts con respecto al fondo del valle) que conforman flancos subverticales que caracterizan al valle del río El Carmen como una unidad geomórfica angosta y profunda.

Las quebradas afluentes del valle principal poseen pendientes relativamente altas, las que contribuyen a generar numerosos conos de deyección también de alta pendiente, adosados a las paredes del valle.

A lo largo de su curso, el valle presenta en general una amplitud más o menos constante, salvo en unos cuantos lugares donde se ensancha al doble del promedio, como es el caso de la localidad de San Félix, Pedregal-El Rosario y La Huerta-La Vega - Las Juntas. Por otra parte, existe un lugar donde el valle tiene una angostura notable, que corresponde al tramo Algarrobal-Cerro Blanco.

En los tramos superiores, es decir en la parte sur, se visualizan algunos pequeños niveles aterrizados adosados a los flancos del valle. El nivel inferior lo constituye el cauce del río El Carmen. Este es bastante

reducido en cuanto a su ancho, en los lugares donde los conos de deyección de quebradas laterales han invadido el valle principal. En el sector comprendido entre El Retamo y La Huerta, el cauce adquiere un ancho de magnitud interesante e incluso ha formado un área de inundación que prácticamente cubre el valle en todo su ancho.

Los antecedentes estratigráficos para este valle se obtienen de los siguientes sondeos:

2850/7020 C-2	La Higuera
2850/7020 C-1	San Félix
2850/7020 A-1	Crucesita
2840/7020 C-5	Retamo
2840/7020 C-4	Retamo A
2840/7020 C-3	La Vega
2840/7020 C-2	Alto del Carmen

En el valle del río El Carmen se ha depositado un paquete sedimentario uniforme, con una potencia variable entre 25 y 51 m según lo confirman todos los sondeos entre La Higuera y Retamo A. En la parte inferior, la roca se encuentra a una profundidad mayor de 50 m (La Vega) y a 48 m en Alto del Carmen.

El paquete sedimentario conforma una área acuífera, dentro de la cual se distinguen algunas unidades, que pueden identificarse por su distinta granulometría.

i) Unidad A.

Es la que se encuentra inmediatamente bajo la superficie del terreno, constituida principalmente por fracciones gruesas del tipo bolonés, ripio, grava y arena, con una matriz arcillo-limosa muy subordinada. Posee alta permeabilidad y constituye un acuífero libre.

Su potencia es variable, siendo ésta mayor en la parte alta del valle (24,5 m en la Higuera), disminuye en la parte central (5 a 8 m en Crucesita-Retamo), para volver a aumentar su potencia en la parte baja (12 a 19 m en La Vega-Alto del Carmen).

ii) Unidad B

Subyace a la unidad A, y está conformada principalmente por material sedimentario de granulometría inferior del tipo ripio-arena, con una matriz importante de limos y arcillas. Posee regular a baja permeabilidad y constituyen acuíferos semiconfinados.

Sobreyace directamente a la roca fundamental, y presenta cierta interes-tratificación de pequeñas unidades de granulometría mayor.

En el cuadro Nº III.D.3-1,A se entrega la potencia de cada unidad, así como la profundidad de la roca fundamental de cada sondeo (este último valor indica la potencia total de sedimentos).

La génesis de la unidad A se encuentra en los aportes del río El Carmen, el cual ha depositado sedimentos de gran granulometría, conformando así una unidad hidrogeológica de alta permeabilidad.

La unidad B tiene una génesis similar, salvo que la capacidad de arrastre y transporte de sedimentos del río El Carmen ha sido inferior en épocas pretéritas y ha cobrado un valor significativo el aporte de quebradas y pequeños valles tributarios, los que generan probablemente umbrales hidrogeológicos, es decir, barreras sedimentarias de permeabilidad inferior.

3.2.b Valle del río El Tránsito.

Este valle presenta una orientación general sur-norte hasta la localidad de Chancoquín, desde donde cambia a una dirección este-oeste.

El ancho promedio de este valle es del orden de 500 m, y su característica principal es la alta pendiente de sus flancos, los que son coronados por cumbres de alturas superiores a 2.000 m.s.n.m.

Este valle, a diferencia del valle vecino del Carmen, posee tributarios mayores, los que generan frecuentes conos de deyección y abanicos aluviales cuyos sectores distales generalmente cubren todo el ancho del valle, lo que ha provocado en épocas pretéritas probables represamientos del río El Tránsito, hasta que éste ha sido capaz de abrirse paso nuevamente. Estos casos están tipificados plenamente por las quebradas Pinte, la Pirca, El Naranjo, Los Loros, La Placeta, El Terrón, Punta Negra, Del Tabaco y La Higuera.

Son frecuentes los niveles aterrazados en los sedimentos aluviales del río El Tránsito, especialmente en los sectores altos del valle (El Tránsito-Chancoquín), y en general, tanto aguas arriba como aguas abajo de los accesos de las quebradas tributarias al valle principal.

En este valle, desde El Tránsito hasta su unión con el río El Carmen, donde se forma el río Huasco, se tienen los siguientes antecedentes de sondeos:

2850/7010 A-1	El Tránsito
2870/7010 A-2	Chancoquín
2850/7010 C-1	Chigüinto
2840/7020 D-1	Chigüinto
2840/7020 C-1	Asto - Ramadilla

La potencia del relleno sedimentario del valle El Tránsito es probablemente bastante mayor que en el valle tributario del Carmen. Ninguno de los sondeos señalados ha detectado la roca fundamental, siendo éstos en general sondeos de regular profundidad.

i) Unidad A.

En el valle del río El Tránsito, al igual que en el valle del Carmen, se detectó la unidad A desde la superficie del terreno hasta una profundidad variable entre 3 y 11 metros, siendo ésta mayor en la parte media del valle y menor en los sectores alto y bajo.

La conformación de esta unidad es principalmente de sedimentos de granulometría grande, del tipo bolones, ripio, grava y arena, con una proporción insignificante de sedimentos finos del tipo limo y arcilla. Posee alta permeabilidad y conforma un acuífero de escurrimiento libre.

ii) Unidad B.

Similar a aquella definida en el valle del Carmen, en el valle del Tránsito posee una potencia reconocida variable entre 21 y 56 metros.

Consiste en una alternancia de estratos de regular y baja permeabilidad, estando constituidos los primeros por fracciones gruesas con matriz arcillo-limosa, y los segundos, constituidos por fracciones medias inmersas en una matriz arcillo-limosa preponderante.

Los estratos de regular permeabilidad conforman acuíferos del tipo semiconfinados, provocando en ciertos lugares surgencia en los pozos (2840/7020 D-1).

En el cuadro Nº III.D.3-1, B se indica la potencia de cada una de estas unidades estratigráficas, así como la profundidad de la roca fundamental.

La génesis de estas unidades se encuentra en la acción depositacional del río El Tránsito, donde dependiendo de su capacidad de transporte ha depositado sedimentos gruesos o sedimentos preponderantemente finos.

También, cobra importancia en el tipo de sedimentos que existen depositados en este valle, la acción de valles tributarios, tales como la quebrada Chanchoquín, quebrada Las Pircas, quebrada Las Placetas y otras quebradas menores, según se vió precedentemente.

3.2.c Valle del Huasco superior (entre El Toro y El Jilguero).

Corresponde este tramo al comienzo del valle de Huasco propiamente tal. Presenta una dirección general Nor-Oeste, con paredes abruptas y ancho medio de aproximadamente 300 mts. Existen notables angostamientos, donde prácticamente no existe un relleno sedimentario depositado en el fondo del valle. Destacan en este sentido la localidad de la Laja, Santa Juana y sector aguas abajo de Chañar Blanco y El Jilguero.

Estos angostamientos condicionan fuertemente el escurrimiento subterráneo y producen en general, áreas de recuperación hacia aguas arriba de ellos.

Los antecedentes de sondajes perforados en este sector son escasos y sus coordenadas son las siguientes:

2840/7020 A-1	Angostura El Toro
2840/7020 A-2	Angostura El Toro
2840/7020 A-3	Angostura El Toro
2840/7030 A-1	Santa Juana
2840/7030 B-1	La Laja

i) Unidad A.

Al igual que en sus tributarios principales, El Tránsito y El Carmen, el Huasco superior presenta esta unidad permeable con características de acuífero libre en toda su extensión (incluso en las angosturas) con potencia variable entre 4 y 10 mts.

Esta conformada por sedimentos fluviales, del tipo bolones, ripio y grava y arena, con una matriz subordinada de sedimentos finos del tipo limo y arcilla.

ii) Unidad B.

Consiste principalmente en una alternancia de estratos permeables y otros semipermeables dependiendo del mayor o menor contenido de arcilla. Su potencia en el Huasco superior varía entre 15 metros y más de 60 mts, según sea el lugar donde se le ubique.

De acuerdo con los antecedentes disponibles, en el cuadro Nº III.D.3-1,C se entregan las potencias de cada unidad.

La génesis de las unidades estratigráficas definidas en los sedimentos aluviales cuaternarios del valle de Huasco superior, está directamente relacionada con la influencia muy significativa de los abanicos aluviales y conos de deyección de las quebradas tributarias. Estas producen umbrales

hidrogeológicos de menor permeabilidad, lo que genera normalmente, hacia aguas arriba, áreas de nivel estático muy somero, que en algunos casos corresponden a áreas de recuperación del río Huasco, cuando el nivel estático coincide con el nivel del cauce del río.

Tal son los siguientes sectores del valle: El Maitén, La Hoya, Camarones, Pedro León Gallo-La Verbena y Chañar Blanco.

3.2.d Huasco medio (Vallenar a Freirina).

Esta parte del valle de Huasco, desde el punto de vista geológico y geomorfológico, al igual que hidrogeológico, difiere notablemente de las características que existen hacia aguas arriba de Vallenar.

La característica más relevante que aquí se aprecia corresponde a las unidades geomórficas de terrazas fluviales y extensas llanuras horizontales y subhorizontales. El origen de estas unidades se encuentra en episodios geológicos que ocurrieron probablemente en sus inicios en el Plioceno, continuaron durante todo el Pleistoceno y se registran hasta hoy día.

Con ocasión de subsidencia del continente y fluctuaciones del nivel del mar, ocurrieron cambios notables en el nivel base de erosión. A ello se une la dislocación de las rocas preterciarias a través de fallas normales, que condujeron a períodos de grandes acumulaciones de sedimentos aluviales, los que posteriormente fueron erodados en parte por los cauces actuales de la hoya hidrográfica.

Así, se han labrado todos los niveles de terrazas del valle de Huasco, a partir del sector de El Jilguero hasta el puerto de Huasco. La erosión, tanto del Huasco superior como del sector medio e inferior, ha aportado los sedimentos que se han depositado en el fondo actual del valle.

Desde el punto de vista hidrogeológico, todo el material sedimentario que se observa en las terrazas del Huasco, debe descartarse como productor de agua subterránea.

Por lo anterior, las unidades hidrogeológicas que se definirán en este sector, se limitarán a la parte del fondo plano del valle.

En este sector del valle de Huasco, se cuenta con una buena densidad de antecedentes sólo en el área de la ciudad de Vallenar, y en el área de Ventanas. Hacia aguas abajo, se dispone de información de subsuperficie solo en puntos aislados.

Los antecedentes stratigráficos de sondajes se obtienen de las siguientes prospecciones:

2830/7040	A	- 1	-	Hacienda Ventanas-Vallenar
2830/7040	A	- 2	-	Hacienda Ventanas-Vallenar
2830/7040	A	- 3	-	Hacienda Ventanas-Vallenar
2830/7040	A	- 4	-	Hacienda Ventanas-Vallenar
2830/7040	A	- 5	-	Hacienda Ventanas-Vallenar
2830/7040	A	- 6	-	Quinta Bernabé, Cap-Vallenar
2830/7040	A	- 7	-	Cap, Vallenar
2830/7040	A	- 8	-	Enami-Vallenar
2830/7040	A	- 9	-	Enami-Vallenar
2830/7040	A	- 10	-	Enami-Vallenar
2830/7040	A	- 11	-	Fassa-Vallenar
2830/7040	A	- 12	-	Fassa-Vallenar
2830/7040	A	- 13	-	Dos Nº 2-Vallenar
2830/7040	A	- 14	-	Agro industrias del Huasco Nº 1-Vallenar
2830/7040	A	- 15	-	Agro industrias del Huasco Nº 2-Vallenar
2830/7040	B	- 3	-	Fundo Las Rutas Nº 1-Vallenar
2830/7040	B	- 5	-	Fundo Las Rutas Nº 2-Vallenar
2830/7040	B	- 9	-	Dos Nº 1 Vallenar
2830/7040	B	- 11	-	Pobl. Oliviar Valle, Cap-Vallenar
2830/7050	A	- 1	-	Tatara
2830/7050	A	- 3	-	Maitencillo, Cap-Vallenar
2830/7050	A	- 4	-	Maitencillo, Cap-Vallenar
2830/7050	D	-1,2	-	Ojos de agua, Cap-Vallenar
2830/7100	B	- 1	-	Cap-Freirina

En subsuperficie, el rasgo más significativo que presenta la secuencia estratigráfica corresponde a dos unidades claramente distintivas, las que en general son correspondientes con las unidades estratigráficas definidas hacia aguas arriba, en el valle del Huasco superior, en el Tránsito y en el Carmen, aunque con una génesis distinta a la unidad inferior (B).

i) Unidad A.

Corresponde a la primera unidad cuyo límite superior equivale a la superficie del terreno, y su límite inferior al techo de la unidad B, o a la roca fundamental. Su granulometría es en general gruesa, y está constituida por fracciones del tipo bolones, ripio, grava y arena. Presenta una proporción muy baja de sedimentos finos del tipo limo y arcilla.

Presenta una potencia variable entre 4 y 38 metros, estando en general su espesor mayor en los entornos de la ciudad de Vallenar.

Esta unidad superior constituye un acuífero neto, con una alta permeabilidad, lo que permite una eficiente conexión con el río Huasco.

ii) Unidad B.

Unidad constituida por sedimentos regularmente finos, donde prevalecen las fracciones finas del tipo limo-arcilla, que conforman una matriz dentro de la cual existen fracciones mayores del tipo ripio, grava y arena, estando en menor proporción las fracciones mayores.

Esta unidad subyace a la unidad A y la potencia máxima reconocida es de 200 m (sondaje 2830/7040 A-4). En este caso no se detectó la roca fundamental.

Puede presentar pequeños estratos de mayor permeabilidad comparada con el resto, la cual es muy baja.

En el cuadro Nº III.D.3-2 se identifica la potencia de estas unidades, así como la profundidad a que se ha detectado la roca fundamental.

La génesis de estas unidades se encuentra en la acción depositacional del río Huasco, en el caso de la unidad A, y en las depositaciones precuaternarias para la unidad B.

3.2.e Huasco inferior (Miramar a Huasco)

De acuerdo con la información existente, en los sedimentos recientes del fondo del valle de Huasco aguas abajo de Freirina, se produce un cambio notable en la continuidad de las unidades definidas e identificadas aguas arriba de este punto.

En este sector del valle, en subsuperficie se desarrolla una secuencia conformada por acuíferos y acuífijos, constituidos los primeros por sedimentos de granulometría gruesa y los segundos, por sedimentos finos, fundamentalmente arcillosos.

Los antecedentes estratigráficos de sondajes de que se ha dispuesto, son los siguientes:

2820/7100	C	-	1	Olivarera Huasco Bajo
2820/7100	C	-	2	Huasco Alto
2820/7100	C	-	3	Huasco Alto
2820/7100	C	-	4	Huasco Alto
2820/7100	C	-	5	Canal Madariaga
2820/7100	C	-	6	Canal Bellavista
2820/7110	D	-	2	Olivarera Huasco
2820/7110	D	-	3	Olivarera Huasco
2820/7110	D	-	4	Olivarera Huasco
2820/7110	D	-	5	Olivarera Huasco
2820/7110	D	-	6	Huasco Alto

2820/7110	D	-	7	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	8	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	9	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	10	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	11	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	12	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	13	Cap-Huasco Bajo
2820/7110	D	-	14	Cap-Huasco Bajo

De acuerdo con la información de estratigrafía de los sondajes indicados precedentemente, en el Huasco inferior se ha identificado cinco unidades cuyas características más relevantes son las que se describen a continuación y que se han tipificado en el perfil transversal al valle del Huasco, en la latitud de Huasco Alto, mediante los sondajes 2820/7110 D-6, 2820/7100 C-4, C-3 y C-2, que se esquematiza en la figura N° III.D.3-1.

i) Unidad 1.

Está constituida principalmente por sedimentos finos, del tipo limo y arcilla, con proporciones subordinadas de fracciones de granulometría mayor, del tipo arena, grava y ripio. Excepcionalmente puede presentar bolones. Conforman un acuífijo con potencias variables entre 5 y 12 metros.

Eventualmente puede tener pequeños lentes de sedimentos de mayor permeabilidad, los que tienden a encontrarse principalmente hacia el techo de esta unidad.

Su posición estratigráfica corresponde a la unidad superior del relleno sedimentario, es decir, su techo está constituido por la superficie del terreno y su base por el techo de la unidad 2.

ii) Unidad 2.

Corresponde a un acuífero confinado por la unidad 1. Su granulometría es gruesa, predominando las fracciones del tamaño ripios y grava. Las fracciones finas del tipo limo y arcilla se encuentran subordinadas.

Presenta esporádicamente ciertos niveles arcillosos, los cuales presumiblemente corresponden a unidades lenticulares delgadas de poco desarrollo areal.

Su potencia media es de aproximadamente 10 mts.

iii) Unidad 3.

Corresponde a un acuífijo muy arcilloso, que tiene la particularidad de contener restos de materia orgánica y conchuela, y es de color gris o negro. Se le ha utilizado como estrato guía, puesto que se encuentra presente en prácticamente todo el Huasco inferior.

Tiene la forma de cuña que se adentra desde la costa hacia aguas arriba, hasta desaparecer (de acuerdo al registro de la columna estratigráfica de los sondeos) en la latitud aproximada de Miramar, poco aguas abajo de Freirina

La potencia máxima reconocida en Huasco Bajo a través del sondeo, es del orden de 20 mts. Su techo lo constituye la unidad 2, y su base la unidad 4.

iv) Unidad 4.

Esta unidad constituye un acuífero confinado. Su granulometría es gruesa, del tipo bolones a arena. Su potencia en el Huasco inferior es variable entre 5 y 15 m siendo su espesor mayor en la ribera sur del valle.

Su techo corresponde a la unidad 3 y su base a la unidad 5.

v) Unidad 5.

Es la unidad más profunda; subyace a la unidad 4 y corresponde a un acuífijo cuya potencia máxima reconocida es del orden de 110 m (sondeo 2820/7100 C-4). Su granulometría corresponde fundamentalmente a arcillas y limos, con escaso material sedimentario grueso.

Su base no ha sido reconocida. Sin embargo, es probable que corresponda a la roca fundamental impermeable.

4. Características elásticas.

Como es conocido, el valle de Huasco no ha sido sometido a una investigación hidrogeológica, a excepción de ciertos trabajos puntuales realizados por la CORFO. Dicha situación establece restricciones en cuanto a la bondad de los antecedentes disponibles para la determinación de constantes elásticas.

Tal como se señaló anteriormente, el total de sondeos perforados en el valle al 31 de Marzo de 1982 alcanza a 77. Su distribución según las dos grandes áreas en que se ha subdividido el estudio, es de 22 en el área 1 y 55 en el área 2.

En el área 1 el total de sondajes con antecedentes aptos para la obtención de características elásticas alcanza a 13. Todos ellos permiten sólo la obtención de la transmisibilidad.

En el área 2 se presenta una concentración de sondajes en torno a Huasco (20) y en torno a Vallenar(27). Ello significa que la parte intermedia solo es cubierta por 8 sondajes, 2 de los cuales se encuentran en una quebrada lateral.

Del total de sondajes indicados, 39 poseen antecedentes válidos para la transmisibilidad y solo 1 permite la deducción del almacenamiento.

El análisis se ha realizado utilizando JACOB y MEYER para la transmisibilidad y HANTUSH-JACOB para el almacenamiento.

4.1 Area 1.

A través del análisis de geología de subsuperficie se ha identificado la existencia de dos unidades acuíferas presentes en el paquete sedimentario.

La primera, considerada de mayor interés, se sitúa entre los 3 y 25 metros de profundidad, con una potencia variable entre 4 y 20 metros. El acuífero se caracteriza por poseer una buena permeabilidad y un estrecho contacto con el río. Su carácter es netamente freático.

La segunda unidad se desarrolla a continuación de la primera y presenta una potencia variable entre 10 y 56 m. El acuífero se caracteriza como semiconfinado y su permeabilidad se estima sustancialmente inferior al estrato superior.

En el cuadro Nº III.D.3-3, se presenta la tabla de transmisibilidad del sector. En general puede afirmarse que el valor general válido para el área es de 2.000 m²/día, no mostrando grandes variaciones a lo largo de los valles. Excepcionalmente el sondaje 2840/7030 B-1 A.P., La Laja, muestra una situación singular, tal como aquellas descritas en el capítulo de geología de subsuperficie.

El valor de transmisibilidad señalada debe considerarse preferentemente influido por la alta permeabilidad del acuífero superior.

Debe destacarse el hecho que aún cuando el coeficiente de almacenamiento es atractivo, el acuífero embalsa y desembalsa volúmenes con gran facilidad. Dicho fenómeno proviene fundamentalmente de la alta permeabilidad que posee la capa superior en íntimo contacto con el río. Semejante característica torna extremadamente vulnerable al sistema y conduce a anular las ventajas de regulación que posee un sistema hidrogeológico. En la práctica ello se traduce en no recomendar la realización de explotaciones concentradas.

La variación del caudal del río, fuente principal de recarga, se refleja en forma inmediata en el volumen almacenado, y en consecuencia en el nivel estático. El descenso del nivel estático disminuye el espesor saturado y como consecuencia final, los sondajes sufren una fuerte disminución en su caudal.

4.2 Area 2.

Definida a partir de la quebrada El Jilguero y abarcando hasta la desembocadura, esta área si bien posee información de mayor valor, presenta el inconveniente de concentrar los antecedentes en dos sectores principales: Vallenar y Huasco.

El primero de ellos se caracteriza por la presencia de un acuífero freático, reconocido satisfactoriamente entre Vallenar y Chamonate y cuya potencia varía entre 4 y 38 m. Los mayores espesores se ubican al comienzo del sector, disminuyendo paulatinamente a medida que se avanza hacia la angostura de Chamonate, sector donde la roca basal se encuentra próxima a la superficie. A partir de Chamonate la existencia de dicho acuífero se ha inferido y considerado su presencia hasta Freirina.

La transmisibilidad en el sector antedicho muestra una variación acorde con la disminución del espesor saturado. En efecto, la cabecera del sector inmediatamente aguas abajo de la angostura del Jilguero, acusa valores que fluctúan entre 1.500 a 3.000 m²/día con un valor medio de 2.200 m²/día.

Al avanzar hacia Chamonate, el valor desciende hasta alcanzar una transmisibilidad media de 1.200 m²/día.

A partir de Chamonate, se dispone de antecedentes aislados hasta la localidad de Huasco. Los antecedentes indicados señalan una disminución de la transmisibilidad hasta alcanzar 200 a 300 m²/día en el sector de Tatara. Se estima sin embargo que dichos valores se encuentran influídos por el aporte de las quebradas Maitencillo y Tatara. Es así como a la altura de Freirina la transmisibilidad vuelve a retomar un valor acorde a los considerados válidos para el valle, alcanzando a 1.600 m²/día.

A partir de Freirina el sistema hidrogeológico acusa el nacimiento de un complejo acuífero confinado, desarrollado a lo largo de dos niveles cuya potencia, sin incluir las capas confinantes, no sobrepasa los 20 m.

Consecuentemente con ello, la transmisibilidad acusa un descenso sustancial producto del mayor aporte de finos que presenta el sistema. Los valores no superan los 800 m²/día y un valor representativo del sector es de 600 m²/día. Las figuras N° III.D.3-2 y III.D.3-3 reflejan lo anteriormente señalado.

El coeficiente de almacenamiento por su parte se ha determinado exclusivamente a base de las pruebas de agotamiento ejecutadas por la CORFO en el perfil Ventanas y CELZAC en Huasco Bajo. La intención de realizar pruebas adicionales durante el transcurso del estudio se ha visto anulada debido a la ausencia de estaciones de bombeo aptas para la ejecución de dicho tipo de pruebas.

Bajo tales circunstancias, el valor obtenido ($S_y=0.01$) deberá considerarse válido a lo menos para el sector inicial. A dicho sector igualmente es factible asignarle un coeficiente de almacenamiento de largo plazo de $S_e = 0.15$.

El carácter confinado que adquiere el sistema acuífero en el último tramo de el área queda reflejado a través de los valores obtenidos. Todos ellos coinciden en asignarle un coeficiente $S_y = 10^{-4}$. El coeficiente de largo plazo puede representarse satisfactoriamente a través de un $S_e = 0.01$.

(Entre los documentos internos del estudio, DIE N° III.D.3, se incluyen los gráficos correspondientes a las pruebas de bombeo).

5. Movimiento.

La caracterización del movimiento del agua subterránea a lo largo del valle se ha realizado a través del levantamiento de la superficie piezométrica. Dicha superficie se ha construido apoyándose en la medición de niveles efectuada en Abril de 1982 y las cotas de los sondajes obtenidos por la D.G.A. Dada la escasa densidad de sondajes existentes en el área 1, no ha sido posible elaborar una superficie representativa del sector. En los planos N° 5.1 y 5.2 se representa por lo tanto sólo la situación del área 2.

(Entre los documentos internos del estudio, DIE N° III.D.3, se incluyen los antecedentes sobre fluctuación de niveles).

A través de los antecedentes aislados recogidos para el área 1 es factible afirmar que el movimiento está ligado, en dirección, a la orientación general de los valles. El gradiente asociado a dichas direcciones se estima altamente variable y en correspondencia muy estrecha con la presencia de angostamientos y afloraciones rocosas.

Como un ejemplo para verificar los caudales involucrados, se ha determinado el caudal escurriente en dos secciones seleccionadas. El cálculo se ha realizado a través de DARCY. Como transmisibilidad se ha adoptado un valor de $T : 2.000 \text{ m}^2/\text{día}$ y los gradientes se indican en cada caso.

<u>Hoya</u>	<u>Sección</u>	<u>i</u>	<u>L (m)</u>	<u>Q (l/s)</u>
El Carmen	La Vega	0.006	40	5
Tránsito	Chanchoquín	0.013	670	200

Los valores resultantes evidencian la alta variación que posee el sistema en cuanto a su capacidad para conducir el escurrimiento, producto básicamente de los continuos ensanchamientos y angostamientos que acusan los valles. Ello se manifiesta en continuas evidencias de afloramientos e infiltración y un permanente contacto con el río.

El área 2 muestra la presencia de un escurrimiento mas definido. Ella se inicia con la singularidad del Jilguero, en la cual puede afirmarse que el caudal subterráneo es nulo. Inmediatamente sobrepasada, el valle se ensancha y la superficie evidencia la existencia de un sector netamente influente, es decir el río acusaría pérdida. Dicho sector sin embargo no alcanza más allá de 2 km., distancia a partir de la cual la superficie se transforma en efluente, manteniendo dicha característica hasta la desembocadura.

Aún cuando a partir de Freirina el acuífero acusa confinamiento, la capa superior no impide la conexión con el río, según lo acusa la superficie piezométrica. Al igual que en el caso del área 1, se ha determinado el escurrimiento en secciones seleccionadas a través de DARCY.

<u>Sección</u>	<u>i</u>	<u>T (m²/día)</u>	<u>L(m)</u>	<u>Q(l/s)</u>
Vallena	0.008	2.200	700	143
Pte. Carretera	0.01	1.200	200	28
Freirina	0.01	1.600	700	130
Huasco Bajo	0.005	600	1.500	52

Los valores deducidos permiten establecer una apreciación clara de los caudales involucrados.

6. Profundidad del nivel estático.

El interés por establecer la profundidad a la cual se presentan los niveles estáticos, se funda no solo en el tipo y características de las posibles captaciones, sino también en la conveniencia de identificar las áreas de descarga natural.

La caracterización se ha basado en los antecedentes recogidos a través de la medición general de niveles estáticos efectuados en Abril de 1982. Atendiendo a la densidad de sondajes existentes, no ha sido posible la construcción de un plano de isoprofundidad.

El valle del río El Tránsito acusa a partir de la localidad de igual nombre, y hasta la altura de Chigüinto, profundidades del nivel estático del orden de 5 a 7 m. A partir de ese punto el nivel supuestamente comienza a elevarse, para finalizar en Ramadillas, prácticamente en la Junta, a nivel del terreno. La densidad de sondajes impide una caracterización de mayor detalle.

La situación en El Carmen no es sustancialmente distinta. La cabecera del valle acusa profundidades en torno a 4 m para posteriormente, a la altura de Crucesita, elevarse a nivel del terreno. Dicha condición se atribuye a la existencia de un umbral rocoso en las inmediaciones. Aguas abajo, los antecedentes muestran la profundización del nivel estático, alcanzando en el Rosario prácticamente 10 m. Inmediatamente aguas abajo, a la altura de La Vega, el nivel vuelve a elevarse aproximándose a los 5,0 m y continúa ascendiendo hasta casi alcanzar el nivel de terreno en la Junta.

Tal como se observa, ambos valles se conforman de una cadena de sectores, independizados por umbrales y angostamientos, en los cuales el nivel se profundiza y eleva producto de las singularidades antedichas. Dicha situación corrobora el permanente contacto que el acuífero posee con el río en ambos valles.

A partir de La Junta, los antecedentes muestran una situación similar. A la altura de La Laja el nivel estático se encuentra a menos de 2 m. Sin embargo en Santa Juana, aproximadamente 12 km aguas abajo, el nivel se ha profundizado a 11 m. Nuevamente la variación de la profundidad está íntimamente ligada a los angostamientos y posteriores ensanchamientos del valle.

A partir de Vallenar, el nivel estático muestra un comportamiento más acorde a la mayor importancia relativa que presenta el acuífero. Inmediatamente sobrepasada la singularidad del Jilguero, en la cual el nivel se encuentra en la superficie, se presenta un sector con profundidades de 15 a 20 metros. Dicho sector se extiende prácticamente hasta el límite urbano de Vallenar. A partir del límite poniente de esa ciudad, el nivel estático se encuentra en la superficie permanentemente y da origen a "Las Vegas" que se extienden desde ese punto hasta el puente carretero. Dicha situación se mantiene invariable hasta la altura de Freirina.

Aguas abajo de dicha localidad y producto de la presencia de la capa confinante se detecta la aparición de surgencia (sondaje 2820/7100 C-6). Dicha condición deberá permanecer hasta la desembocadura. Sin embargo, y con alta probabilidad producto del bombeo que la CAP realiza, los sondeos en Huasco Bajo no acusan la condición antedicha. En todo caso, los niveles en esta última área no superan los 2 m en el fondo plano. Es necesario considerar a su vez que alejándose del fondo plano del valle y elevándose a la terraza, el nivel obviamente alcanza profundidades mayores. Si se descuenta la diferencia de cota, los niveles se encuentran a las profundidades anteriormente señaladas.

7. Fluctuación de niveles.

Se ha dispuesto de un total de 31 antecedentes de fluctuación de niveles estáticos asociados a igual número de sondeos. Sin embargo, atendiendo a la longitud de los registros, solo 14 de ellos se consideran de utilidad.

La mayor densidad de antecedentes se concentra en el área 2, con un total de 11 registros. Preferentemente éstos abarcan sondajes en torno a Vallenar y Huasco Bajo. El período de mayor interés abarca desde 1969 hasta 1976. Con posterioridad la frecuencia y densidad de las mediciones ha disminuído considerablemente.

(Los antecedentes de fluctuación de niveles estáticos se incluyen entre los documentos internos del estudio, DIE Nº III D.3.

Los escasos antecedentes existentes del área 1 se concentran en los siguientes sondajes:

<u>Hoya</u>	<u>Coordenadas</u>	<u>Sondajes</u>
Tránsito	2850-7010 A-1	El Tránsito
Tránsito	2850-7010 A-2	Chanchoquín
Tránsito	2840-7020 C-1	Ramadillas

En general, los registros evidencian lo señalado en acápite anteriores referente a la íntima conexión entre el acuífero y el río. El nivel fluctúa en forma concordante con el caudal superficial escurrido. Las fluctuaciones demuestran ser de mayor amplitud en la parte alta del valle, disminuyendo al avanzar hacia La Junta.

Aún cuando no se dispone de antecedentes para el caso del valle del río El Carmen, se estima que el comportamiento obedece a un patrón similar.

El área 2 por su parte muestra en forma similar una acentuada correspondencia con el caudal del río, y en forma muy especial con los caudales de invierno y de deshielo.

El efecto se percibe en forma notoria en la cabecera (sondaje 28º30' - 70º40' B3), con una amplitud máxima de fluctuaciones para el período de registro, de 14 metros. El efecto es máximo en el período de deshielo, apareciendo a su vez un efecto menor, correlacionable con el caudal de invierno. Avanzando hacia aguas abajo, se evidencia una paulatina disminución de amplitud de las fluctuaciones, siempre ligadas al río.

A la altura del perfil Ventanas (sondajes 28º30' - 70º40' A 1 - A 3), la amplitud de fluctuaciones se ha reducido considerablemente, alcanzando a valores no superiores a 1 m. Dicha situación se correlaciona en forma muy exacta con el comienzo de la área de efluencia que demuestra el sistema.

De la parte intermedia, ubicada entre Vallenar y Huasco, solo se dispone de antecedentes aislados. El registro de mayor continuidad corresponde al sondaje 2830-7050 A-1. Las fluctuaciones prácticamente son inexistentes.

Es factible sin embargo correlacionar las pequeñas variaciones con los caudales del río, en forma similar al sector superior.

El sector de Huasco Bajo concentra finalmente el resto de los registros disponibles, permaneciendo válida la correlación con el río. Esta vez sin embargo, es el caudal de deshielo el que se evidencia en forma mas destacada. El efecto del invierno se demuestra atenuado. La amplitud máxima de las fluctuaciones no superan en general más alla de los 2 m, con una marcada atenuación a medida que los sondajes se distancian del río en sentido transversal. El hecho que las fluctuaciones muestren ser correlacionables con los caudales del río, desfasadas en un plazo cercano a los 2 meses, indicaría que el acuífero recibe el efecto de infiltración aguas arriba del sector.

En general, los registros analizados a lo largo del área 2 no muestran un efecto atribuible al riego. Debe entenderse que ello es producto de la superposición del efecto del río, y que a todas luces la contribución es inferior al drenaje natural del sistema. Como indicador de la variación que experimenta el volumen almacenado, se ha determinado el efecto para dos períodos de distinta amplitud. El cálculo se ha efectuado para el área de Vallenar y el área de Huasco:

<u>Area</u>	<u>Período</u>	<u>Δv (10^6 m³)</u>
Vallenar	Ago 71-Jun 72	- 1,680
Vallenar	Jun 72-Ene 73	+ 3,500
Huasco	Ago 71-Jun 72	- 0,019
Huasco	Jun 72-Ene 73	+ 0,130

Si se atiende a las cifras reflejadas anteriormente, se concluye que la capacidad de regulación del sistema es extremadamente limitada. En efecto, los períodos seleccionados corresponden tanto a la recesión mas profunda del registro como a la acumulación más elevada. A su vez si se considera que Vallenar representa el sector de mayor acumulación del área 2, dado que a lo largo del resto del área las fluctuaciones son mínimas, se confirma el escaso atractivo que presenta el valle como sistema hidrogeológico.

8. Recarga.

En términos generales, los factores principales que contribuyen a la alimentación de un sistema hidrogeológico se resumen en: infiltración de precipitaciones, infiltración de riego y conexión río - acuífero.

En el caso del valle de Huasco, el primer factor carece de relevancia. Tanto el monto anual de las precipitaciones como su distribución, contrastadas con la tasa de evapotranspiración, conducen a desestimar dicho factor. La alimentación del sistema queda por lo tanto reducida al aporte del riego y la conexión con el río. El análisis se ha realizado exclusivamente para el área 2, puesto que, tanto las características que presenta el sistema hidrogeológico en el área 1 como la escasa disponibilidad de antecedentes, impide el análisis en ese caso.

8.1 Infiltración de riego.

Como infiltración de riego se ha definido el exceso de agua aplicada en cada riego que percola a través del suelo y finalmente se incorpora al embalse subterráneo. Al respecto, el valle de Huasco presenta ciertas particularidades convenientes de destacar.

La superficie de riego del área 2 se desarrolla preferentemente a lo largo del sistema de terrazas altas que caracteriza al valle. Tal como se ha indicado en acápites anteriores, dichas terrazas altas corresponden a depósitos aluviales antiguos consolidados, de nulo interés hidrogeológico. Tales características han conducido a descartar dichos rellenos como fuentes de recarga del sistema. Es altamente probable que el exceso de agua aplicada se transforme exclusivamente en flujo subsuperficial, apareciendo posteriormente en niveles más bajos y finalmente en el río como retorno de riego. La permeabilidad de los materiales que constituyen las terrazas señaladas torna altamente improbable la contribución al sistema principal en forma de infiltración profunda.

Como aporte directo del riego debiera por lo tanto considerarse el agua infiltrada en las terrazas bajas, inmediatas al río. Dicho aporte sin embargo, se ha descartado considerando el estado de saturación del sistema a partir de Vallenar. La condición de saturación, evidenciada a través de la profundidad de niveles estáticos y sus fluctuaciones, significa que el agua que percola, rápidamente retorna al cauce, adquiriendo más bien el carácter de retorno de riego antes que afloramiento. En términos prácticos, el río ejerce una barrera de control y la contribución del riego será despreciable mientras dicha situación subsista.

8.2 Conexión río-acuífero.

Como contribución del río es necesario considerar las pérdidas que éste sufre a lo largo de su cauce.

Tanto la profundidad de los niveles como la fluctuación que ellos evidencian, indican como único sector susceptible de recibir aporte del río, el tramo entre El Jilguero y la ciudad de Vallenar. Aguas abajo de éste, el estado de saturación del sistema no permite la existencia de aportes.

Lamentablemente, las experiencias de pérdidas y recuperaciones disponibles no consideran cierres parciales en el sector anterior, por lo cual se desconocen las pérdidas que el río experimenta.

Con el afán de levantar parcialmente dicha incógnita, se ha recurrido al análisis de fluctuaciones de niveles. Tal como se señalara en el capítulo correspondiente, el período Junio 1972-Enero 1973 es el lapso histórico con registro en el cual se produjo la mayor acumulación en el embalse.

Dado que el tramo carece en términos prácticos, de caudal subterráneo ingre-
sante, la ecuación posible de establecer en términos de volumen es:

$$V_{ss} + \Delta v = V_{río}$$

en que:

V_{ss} : Volumen subterráneo saliente
 $V_{río}$: Volumen del río
 ΔV : Variación de volumen almacenado

Se ha despreciado el aporte del riego, que en todo caso es mínimo dado la
reducida área involucrada.

Reemplazando por los términos deducidos en capítulos anteriores, se obtiene:

$$V_{río} : 3,5 \times 10^6 + 2,6 \times 10^6$$

$$V_{río} : 6,1 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Dicho volumen equivale a un caudal continuo de:

$$Q : 0,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

Si se considera que ello representaría el máximo aporte histórico al sistema,
se vuelve a confirmar la escasa relevancia que poseen los recursos subterrá-
neos del valle.

9. Descarga.

Como factores de descarga netos se identifican las recuperaciones detectadas
en el lecho del río, la evapotranspiración de freatófitas y la explotación que
se realiza en el valle. El análisis se centrará en el área 2 atendiendo a la
mayor densidad de antecedentes.

9.1 Recuperaciones.

Se cuenta con antecedentes de pérdidas y recuperaciones realizadas por Kleiman
y Torres en 1961. Los antecedentes señalados permiten obtener los siguientes
resultados:

<u>Fecha</u>	<u>Tramo</u>	<u>Recuperación (m³/s)</u>
09.09.61	Vallenar-Nicolasa	1.55
	Nicolasa-Huasco Bajo	0.41
15.10.61	Vallenar-Nicolasa	1.45
	Nicolasa-Huasco Bajo	0.42
20.11.61	Vallenar-Nicolasa	1.20
	Nicolasa-Huasco Bajo	0.53

De las cifras anteriores se desprende una recuperación total a lo largo del área 2, cercana a 2 m³/s.

Dicha cifra se demuestra totalmente incompatible con los caudales deducidos en capítulos anteriores. Se presume que la cifra refleja más bien el aporte del flujo subsuperficial antes que la efluencia del acuífero, ya que el aporte de éste se situaría en un orden inferior. Los antecedentes disponibles no permiten dilucidar dicha situación.

9.2 Descarga artificial.

El total de sondajes alcanza a 77. Dicho total se desglosa en 10 sondajes de reconocimiento y 67 de producción. El total de sondajes de producción se desglosa a su vez en 50 concentrados en el área 2 y 17 en el área 1. En Abril de 1982, se encontraban en explotación sólo 12 sondajes en el área 2 y 2 en área 1.

En general, puede afirmarse que gran parte de los sondajes del valle se encuentran abandonados o embancados con piedras. Como cifra significativa puede señalarse que 20 sondajes en el área 2 carecen de equipo de bombeo o están embancados. En el área 1, los sondajes en igual situación alcanzan a 8. El resto, hasta completar el total sin uso, poseen equipo pero no se explotan.

La extracción se concentra en Huasco a través de las instalaciones de CAP y en Vallenar en el campo de sondajes de SENDOS. No ha sido posible hasta la fecha obtener antecedentes fidedignos del volumen anual explotado, aunque cifras preliminares recogidas en el valle señalan que el caudal extraído por CAP bordea los 80 l/s. A su vez, la extracción de SENDOS en Vallenar sería del orden de 120 l/s, por lo que el total alcanzaría a los 200 l/s. Sin embargo, se desconoce la validez que dicha cifra posee como caudal continuo anual.

9.3 Descarga por freatófitas.

Dado el estado de situación en que se encuentra el acuífero a lo largo de la área, se ha visto favorecido el desarrollo de vegetación freatófita. Este tipo de vegetación, se caracteriza por extraer del acuífero el agua que requiere para su proceso evapotranspirativo, constituyendo un mecanismo de descarga imposible de despreciar.

La tasa de evapotranspiración anual adoptada para calcular la descarga, corresponde al valor de uso-consumo deducido en la sección del estudio denominada "Uso actual del agua".

El área cubierta por freatófitas se ha determinado mediante fotointerpretación. A su vez se ha corroborado a través del informe "Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco" CICA HIDROCONSULT 1980, utilizando las series MAL, MPT y MPT 1-2 que corresponden a Misceláneo Aluvial y Pantano respectivamente. La subdivisión de este último corresponde a terrenos muy húmedos, con nivel estático en la superficie pero escasa vegetación (MPT 1), y terrenos húmedos y muy salinos con similar cobertura en el caso de MPT 2.

Ambos antecedentes han conducido a determinar distintos tipos de cobertura de vegetación freatófita. Para el caso de la serie MAL se ha alcanzado una cobertura ponderada del 46%, aceptándose en cambio para la serie MPT y sus variaciones, una cobertura del 90%.

Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro siguiente:

<u>Suelo</u>	<u>Cobertura %</u>	<u>Superficie (há)</u>	
		<u>Total</u>	<u>Real</u>
MAL	46	1.538	707
MPT	90	342	308
MPT 1-2	90	112	101
			1.116

Considerando la tasa evapotranspirativa base de 1.308 mm/há/año aplicable en forma total para el caso de 90% de cobertura, y una tasa equivalente a 0,75 de la tasa anual para el caso de cobertura 46%, se obtiene una pérdida global de $12,3 \times 10^6$ m³/año, equivalente a 0,389 m³/s continuos.

La cifra parece exagerada para los volúmenes involucrados como caudales subterráneos. Es altamente probable que la alimentación provenga preferentemente de retornos emboscados dentro del caudal de recuperaciones. En todo caso, la descarga neta del acuífero debe ser de importancia, quedando esto corroborado por el deterioro paulatino que experimenta la calidad del agua subterránea a medida que se avanza hacia aguas abajo.

10. Balance hidrogeológico.

Las particulares características que presenta el valle de Huasco obligan a desarrollar una metodología diferente para reflejar las reglas de operación que regulan su funcionamiento.

A lo largo de los acápite anteriores se ha caracterizado el valle, y en especial el área 2 sobre la cual se concentrará el interés, como un sistema condicionado en sus posibilidades de extracción a la alimentación del río. El

sistema concentra su recarga en un área de pequeña extensión, situada aguas arriba de Vallenar, la cual es alimentada por infiltración del río, cuando éste no es agotado por la extracción de los canales. Preferentemente dicha situación se producirá en invierno, a raíz de lluvias intensas y en el período de deshielo. El sistema acuífero inicia un proceso de descarga decidido una vez sobrepasada la ciudad, manteniendo dicho proceso hasta la desembocadura. El acuífero a partir del sector señalado se encuentra en estado de saturación, estableciendo el río una verdadera barrera de control.

Del mecanismo descrito anteriormente, se desprende el hecho que parte de los recursos del río, aguas abajo de Vallenar, dependen del estado del embalse en la área de cabecera. El resto de los recursos del río se atribuyen a retornos de riego.

Bajo tales condiciones resulta posible plantear una ecuación de balance que permita generar recuperaciones a partir del estado del embalse.

La idealización se basa en seleccionar dos secciones relativamente próximas, una de las cuales posee la particularidad de mantener un nivel estático con mínimas oscilaciones, lo cual significa un caudal subterráneo prácticamente constante. La otra, situada aguas arriba, presenta variaciones en el caudal pasante ligadas a los distintos estados del embalse. El mecanismo anterior supone que el gradiente hidráulico refleja los cambios del embalse, despreciándose los efectos que un mayor espesor saturado posea sobre la transmisibilidad. En otras palabras, se acepta la linealidad entre el caudal subterráneo saliente (Q_{ss}) de la sección de aguas arriba y las variaciones del gradiente hidráulico.

Como verificación de dicho fenómeno y relación básica para el planteamiento posterior, se establece la situación utilizando el sondaje 28°30'-70°40' B3 como sondaje guía. La figura Nº III.D.3-4 muestra la bondad de la relación, representada por la siguiente expresión analítica:

$$i = 0,0114 - 0,000236 \text{ NE}_{B3}$$

en que:

$$i = \text{Gradiente hidráulico}$$

$$\text{NE}_{B3} = \text{Nivel estático sondaje B3 (m)}$$

Como sección representativa de las variaciones del Q_{ss} , se selecciona una sección situada inmediatamente aguas arriba del puente de acceso a Vallenar.

La transmisibilidad en dicho sector alcanza a 2.200 m²/día y su ancho es de 800 metros. Luego el Q_{ss} en dicha sección queda representada por:

$$Q_{ss1} = (0,0114 - 0,000236 \text{ NE}_{B3}) \times 2.200 \times 800 \text{ (m}^3\text{/día)}$$

$$Q_{ss1} = (0,0114 - 0,000236 \text{ NE}_{B3}) \times 20,37 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

en que:

Qss : Caudal subterráneo pasante (m^3/s).
 QR : Caudal de recuperación (m^3/s).

El balance se plantea por lo tanto como:

QR : Qss1 - Qss2

Dicho balance implica que, en el sector seleccionado para realizarlo, las recargas son potenciales dado el estado del acuífero, y que la explotación que se realice no afectará al gradiente.

Como sección invariable se ha seleccionado la angostura del puente carretero. De acuerdo a capítulos anteriores el Qss en dicha sección alcanza a 28 l/s.

La relación finalmente adquiere la siguiente forma:

QR = (0,0114 - 0,000236 NE_{B3}) x 20,37 - 0,028 (m^3/s)

Mediante ella y el registro histórico de niveles del sondaje B3, se ha generado la estadística de recuperaciones que se presenta en el cuadro N° III.D.3-4.

Como comentario final es necesario enfatizar el hecho que la estadística generada ha abarcado el período de mayor acumulación y el de mayor desembalse registrado en el valle. Ello junto a la estadística generada, permiten demostrar la escasa contribución que los recursos subterráneos del valle representan como parte de los recursos totales.

Es necesario recordar que los caudales generados representarían el máximo aporte del sistema subterráneo al río, lo cual permite confirmar que la alimentación aguas abajo proviene fundamentalmente de retornos del riego.

Finalmente, parece conveniente señalar que las recuperaciones se producen considerando la explotación actual que se realiza en Vallenar, concentrada básicamente en el campo de sondajes de SENDOS. Un incremento importante del caudal extraído afectará el régimen de efluencia, máxime si consideramos la reducida extensión que posee el área de recarga neta del sistema y las condiciones para las cuales se produce.

La opción se reduce a un incremento en la extracción de recursos subterráneos hasta alcanzar un caudal similar al caudal medio de recuperaciones, contra la desaparición de dicha contribución al río.

11. Volúmenes explotables.

La factibilidad de extraer agua subterránea en forma masiva a nivel regional, se encuentra condicionada por dos factores fundamentales: volumen almacenado

y renovabilidad anual de dicho volumen.

El primero de los factores señalados representa el potencial máximo teórico susceptible de extraer, sin considerar aspectos económicos relacionados con rendimientos unitarios de sondajes, ni tampoco el nivel de recarga del sistema.

Tales condiciones identifican entonces las circunstancias más desfavorables bajo las cuales puede ser operado un sistema hidrogeológico.

La determinación de dicha reserva potencial se efectúa a través de la utilización del coeficiente de almacenamiento de largo plazo y la asignación de un espesor saturado promedio, de acuerdo a los antecedentes contenidos en acápites anteriores.

Los volúmenes almacenados en los diferentes sectores del valle se presentan en el cuadro N° III.D.3-5.

Al hablar de recursos explotables, es necesario tener presente que en este tipo de acuíferos, esta explotación no significa en condiciones medias, un recurso nuevo. Puede representar sin embargo, un recurso utilizable en períodos de déficit.

Pensando entonces en explotaciones masivas de agua subterránea con el objeto de suplir demandas estacionales, el problema se concentra en minimizar el efecto que dicha explotación tenga contemporáneamente en los recursos superficiales.

Por lo tanto, el análisis requiere ser realizado en condiciones dinámicas, integrando simultáneamente los distintos procesos de recarga, la geometría de las captaciones y la sollicitación que ellas representan.

Toda esta gama de procesos y variables no pueden ser rigurosamente tratadas sin el auxilio de modelos de simulación, metodología que en el caso de Huasco, es inaplicable debido a la escasez de antecedentes para construirlos.

La alternativa, para estimar el volumen factible de explotar, se reduce por lo tanto a la adopción de coeficientes empíricos, sustentados en la experiencia obtenida en otros valles del país.

El análisis se ha concentrado en el área 2 del valle y en especial en los subsectores Vallenar y Huasco Bajo.

11.1 Sector Vallenar.

Si se atiende a las determinaciones efectuadas en acápites anteriores, es factible considerar como recarga máxima del sector un volumen anual de $6,1 \times 10^6$ m³, equivalentes a un caudal de 0,34 m³/s.

Dicha cifra constituirá el máximo caudal posible de extraer, sin producir efectos sobre el rendimiento de los sondeos. En términos medios, si se considera como condición forzada la preservación de recuperaciones equivalentes a 0,137 m³/s, el caudal factible de explotar alcanza a 0,20 m³/s. De acuerdo a los antecedentes disponibles, dicho caudal se encontraría comprometido parcialmente a través de la explotación que realiza SENDOS (0,12 m³/s). Resta por lo tanto un caudal no comprometido del orden de 0,08 m³/s. Se considera en todo caso que dicho caudal disponible es ampliamente superado por la capacidad instalada actual.

Como verificación del cálculo anterior se ha recurrido a considerar como volumen factible de explotar un porcentaje del volumen almacenado. A base de resultados obtenidos en modelos de simulación construidos y operados para otros valles, se ha adoptado un coeficiente equivalente al 20% del volumen embalsado.

El área posee un volumen total equivalente a:

$$\text{Volumen total} \quad : \quad 153 \times 0,15 \times 10^6 = 22,95 \times 10^6 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen explotable} \quad : \quad 4,59 \times 10^6 \text{ m}^3$$

Dicho volumen equivale a un caudal continuo de 0,150 m³/s. Si bien ambos caudales difieren sustancialmente, no es posible olvidar que las primeras cifras se sustentan en la recarga máxima conocida, y en consecuencia, pueden considerarse optimistas, debiendo concluirse por lo tanto que el área de Vallenar no estaría en condiciones de aceptar un incremento de la extracción de recursos subterráneos sin afectar el caudal de recuperaciones.

11.2 Sector Huasco.

El sector de Huasco posee la particularidad de encontrarse en situación de saturación, lo cual significa la existencia de una recarga potencial que se encontraría disponible ante incrementos de la explotación actual. Sin embargo, dado el carácter confinado del sistema, es conveniente señalar que la alimentación provendría fundamentalmente de pérdidas en el río en el sector de las nacientes del sistema confinado. Ello obviamente significaría una reducción en los recursos superficiales disponibles para el sector bajo del valle. Tanto la velocidad con que dicho efecto se manifestaría, como la eventualidad de aminorarla a través de extracciones estacionales, no es posible determinarlas con los antecedentes actuales. La ausencia de información ha obligado a determinar el volumen explotable suponiendo un coeficiente como factor del volumen embalsado. En este caso el coeficiente, considerando el carácter confinado, es de un 10%.

Así, el volumen explotable anual alcanza a:

Volumen embalsado : $7,9 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volumen explotable : $0,8 \times 10^6 \text{ m}^3$

Dicho volumen desde luego no concuerda con la explotación que actualmente se realiza y con la respuesta que el acuífero ha mostrado frente a ésta. Es indudable que la extracción se encuentra sustentada en la incorporación contemporánea de recursos superficiales, lo cual implica una disminución de la disponibilidad de aquellos en el sector bajo.

En todo caso, y como volumen susceptible de explotar en términos de equilibrio, la cifra actualmente extraída ($0,08 \text{ m}^3/\text{s}$) debe considerarse límite.

12. Captaciones tipo.

Como captación tipo se define a un sondaje que representa en forma satisfactoria las características hidrogeológicas de un determinado sector.

De la definición anterior, se desprende la conclusión que a mayor densidad de antecedentes en un determinado sector, mayor será la confiabilidad de una captación tipo.

Bajo tales condiciones, el sector que a través de este estudio se ha identificado como área 1, carece de antecedentes suficientes para definir captaciones tipo. Las características hidrogeológicas descritas a lo largo del estudio, permiten establecer una alta variación de las condiciones a lo largo de los valles de los ríos El Carmen y El Tránsito, producto especialmente de los continuos ensanches y estrechamientos que presentan. Ello, unido a la escasa densidad de sondajes con antecedentes disponibles, torna extremadamente débil la sustentación de una captación tipo. Si bien la situación en el área 2 no es sustancialmente mejor, existen dos sectores que escapan a la regla general. Sobre ellos, Vallenar y Huasco Bajo, se ha concentrado el interés.

12.1 Sectores de captación tipo.

i) Sector Vallenar.

Abarca desde la quebrada El Jilguero hasta la carretera Panamericana. En él se han distinguido dos captaciones tipo. La primera es representativa del subsector quebrada El Jilguero hasta el límite oriente de la ciudad de Vallenar.

Las características de la captación son las siguientes:

Profundidad : 30 - 35 m
Caudal : 25 - 30 l/s

Nivel estático : 15 - 20 m
 Nivel dinámico : 20 - 25 m

Para el resto del sector, la captación tipo se ajusta a las condiciones siguientes:

Profundidad : 25 - 30 m
 Caudal : 20 - 25 l/s
 Nivel estático : 0 - 25 m
 Nivel dinámico : 10 - 25 m

ii) Sector Huasco Bajo.

Este sector se extiende desde la Quebrada Socavones hasta el límite de los depósitos no consolidados aterrazados. El sector se considera satisfactoriamente representado a través de la siguiente captación tipo:

Profundidad : 40 - 50 m
 Caudal : 20 - 30 l/s
 Nivel estático : 0 - 2 m
 Nivel dinámico : 20 - 30 m

12.2 Costo de explotación.

Para las captaciones tipo anteriormente señaladas, se ha determinado el costo de extracción del m³ de agua subterránea, adoptando tasas de interés del 10%, 15% y 20% anual. Los costos deducidos se refieren a un sondaje aislado, careciendo de validez para la operación conjunta de varios sondajes, situación en la cual deben incorporarse otras variables.

12.2.a Hipótesis.

- Se ha considerado un horizonte de 30 años para el análisis.
- Se ha supuesto que el sondaje descarga directamente a nivel de terreno.
- Para el caso de rango de caudales y alturas de elevación se ha adoptado un punto intermedio como condiciones de operación.
- Se ha adoptado los siguientes valores de vida útil:

Bomba : 20.000 horas
 Sondaje : 30 años
 Instalaciones eléctricas : 30 años

- Se ha considerado los siguientes valores residuales :

Bomba : 20% valor inicial
 Sondaje : 0
 Instalaciones eléctricas : 0

- El costo de sondaje se ha fijado a través de considerar un precio unitario de \$ 16.500 por metro habilitado.
- El costo de equipos de bombeo e instalaciones eléctricas se ha obtenido de las empresas del ramo.
- Como costo de energía eléctrica se ha utilizado las tarifas de ENDESA.

12.2.b Metodología.

Considerando que la generalidad de los sondajes en uso se destinan a abastecimiento industrial o agua potable, se ha adoptado tiempos de bombeo de 20 hrs/día y 12 hrs/día. Con ellos a su vez se abarcan usos en riego.

El costo del m³ se obtiene a través de la determinación de los costos anuales totales, incluyendo bajo este concepto las inversiones iniciales y de reposición y los gastos directos de operación, contrastados con el volumen anual extraído.

Como inversiones iniciales se ha considerado el costo del sondaje, el equipo de bombeo e instalaciones eléctricas necesarias (transformador, equipo de medida, etc). No se ha incluido la instalación de alta tensión por tratarse de una obra en la cual inciden factores ajenos al sondaje.

Las inversiones diferidas en el tiempo corresponden exclusivamente a la reposición del equipo de bombeo, una vez alcanzada su vida útil.

En caso que el equipo no alcance su vida útil, se ha considerado un valor residual adicional, suponiendo una depreciación lineal anual.

La actualización de las inversiones a valor presente, se ha realizado a través de la siguiente relación :

$$VPB = VB \frac{1 - (X + Y)}{(1 + i)^n}$$

donde :

VPB = Valor presente del equipo de bombeo.
 VB = Valor inicial del equipo de bombeo.
 i = Tasa de interés (10%, 15% y 20%) expresada en tanto por uno.

- n = Número de años.
 X = Proporción de VB, correspondiente al valor residual después de su vida útil.
 Y = Proporción de VB, correspondiente al valor residual debido al período no utilizado.

El costo anual equivalente se ha determinado de acuerdo a la siguiente relación:

$$CA \text{ eq} = VPB * \frac{i}{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}$$

El costo anual total (CAT) se determina a través de CA eq, los costos anuales de mantención "CM", considerados como un 2% de "VB", y los costos anuales de energía "CE".

Luego:

$$CAT = CA \text{ eq} + CM + CE$$

Finalmente:

$$\text{COSTO } M^3 = \frac{CAT}{V}, \text{ con } V = \text{Volumen anual extraído}$$

En el cuadro Nº III.D.3-6 se muestran los resultados para los sectores de Vallenar, 1 y 2, y Huasco Bajo, considerando 20 y 12 horas de operación y tres tasas de interés.

Como puede apreciarse, para una tasa de 10% de interés y 20 horas de operación, el costo por metro cúbico varía entre \$ 0,46 y \$ 0,78. Para 12 horas de operación, varía entre \$ 0,57 y \$ 0,78.

13. Resumen y conclusiones.

El valle de Huasco presenta un sistema hidrogeológico que, en términos prácticos y para efectos de estudio, se puede considerar subdividido en dos áreas. La primera abarca los valles de los ríos de El Carmen y El Tránsito, junto al propio río Huasco hasta la singularidad de la Quebrada El Jilguero, inmediatamente aguas arriba de Vallenar. La segunda área comprende desde dicha referencia hasta la desembocadura.

El área 1, presenta un paquete sedimentario dentro del cual se distinguen dos unidades que sobreyacen a la roca fundamental. La primera de ellas, que concentra el interés hidrogeológico, posee espesores máximos de 25 m en el río

El Carmen, 11 m en el río El Tránsito y 9,5 m en el Huasco. La segunda acusa un importante deterioro en la permeabilidad, lo cual la torna escasamente atractiva, aún cuando contribuye al almacenamiento total del sistema. Consecuente con lo anterior, el acuífero superior presenta un íntimo contacto con los cauces superficiales, contribuyendo a presentar un almacenamiento altamente variable, condicionado preferentemente por el caudal superficial que escurre por los valles. La transmisibilidad presenta un valor relativamente constante y una cifra representativa de 2.000 m²/día. El almacenamiento a largo plazo alcanza a un valor estimado de 15%.

En general, y producto de la limitada extensión del acuífero, los caudales subterráneos no superan los 200 l/s, presentando esta cifra fuertes variaciones producto de los continuos angostamientos que muestran los valles y que obligan al afloramiento.

La profundidad del nivel estático se encuentra íntimamente ligada a las singularidades antedichas, presentando profundidades máximas de 10 a 12 m y mínimas inferiores a 1 m. En general, aguas arriba de las angosturas se detectará el nivel estático a las profundidades mínimas y aguas abajo a las profundidades máximas.

La alimentación del sistema se concentra en el río, apareciendo el riego como factor secundario.

Los rendimientos unitarios de los sondeos se muestran altamente variables, dependiendo del estado de saturación del sistema. Los volúmenes embalsados, suponiendo el coeficiente de almacenamiento anteriormente indicado, alcanza a 23 Mm³ en el río El Carmen, 46 Mm³ en el río El Tránsito y 36 Mm³ en el Huasco Superior.

A partir de Vallenar, si bien el sistema adquiere mayor atractivo, presenta igualmente ciertas limitantes.

En términos de unidades acuíferas, desde Vallenar hasta Freirina se presenta la misma situación reconocida en el área 1. El acuífero de mayor atractivo o superior, mantiene su carácter freático y su espesor máximo alcanza a 38 m en los alrededores de Vallenar. La unidad inferior presenta una profundidad máxima reconocida de 200 m y mantiene su característica de baja permeabilidad.

A partir de Freirina se desarrolla una secuencia sedimentaria con evidente influencia marina, que contiene dos unidades acuíferas de carácter semiconfinado a confinado. La primera de ellas, se sitúa entre los 5 y 12 m y presenta una potencia media de 10 m. La segunda se desarrolla a partir de los 30 m de profundidad y posee un espesor variable entre 5 y 15 m.

Las características elásticas muestran plena concordancia con lo señalado anteriormente. La transmisibilidad en las vecindades de Vallenar presenta valores máximos de 3.000 m²/día y mínimos de 1.200 m²/día. Este último valor puede considerarse representativo, como valor medio, hasta Freirina. A partir de dicha localidad la transmisibilidad acusa descenso, alcanzando un valor medio de 600 m²/día.

El almacenamiento de corto plazo determinado a través de pruebas de agotamiento alcanza a 0,01 para el sector Vallenar y 10^{-4} para el sector de Huasco. El coeficiente de largo plazo se ha estimado en 0,15 y 0,01 respectivamente. El sistema presenta gradientes moderadas fluctuantes entre un 5% y un 1%, acusando saturación permanente y efluencia a partir del límite poniente de Vallenar. Consecuentemente con ello, en las condiciones actuales, la única área neta de recarga está constituida por el sector que se desarrolla entre el comienzo del área 2 y el límite oriente de la ciudad de Vallenar. En él, se presentan las mayores fluctuaciones del nivel estático, cuya profundidad media se encuentra en torno a 15 - 20 m. A partir de dicho sector el nivel se eleva rápidamente, para alcanzar profundidades menores a 1 m en el límite poniente de la ciudad. Dicha situación se mantiene, con mínimas variaciones, hasta Huasco. Las fluctuaciones alcanzan, tal como se señaló, su amplitud máxima en la cabecera, registrándose un máximo de 15 m. Aguas abajo, la amplitud de las fluctuaciones no supera el metro.

La alimentación del sistema se encuentra concentrada en la conexión río-acuífero y se muestra particularmente eficiente en el sector superior. El riego presenta una importancia secundaria. Consecuentemente con el estado de saturación existente aguas abajo de Vallenar, la recarga debe considerarse potencial. Los análisis de la variación positiva del volumen embalsado permiten deducir que la máxima contribución conocida del río alcanza a 0,34 m³/s.

El sistema descarga a través de la contribución al río o recuperaciones, uso-consumo de vegetación parásita y explotación artificial.

El primero de los mecanismos de descarga señalados, por su importancia en los recursos disponibles aguas abajo de Vallenar, ha merecido un tratamiento especial, generándose una correlación entre el estado del embalse y el monto de las recuperaciones.

Apoyándose en los registros del nivel estático, se ha alcanzado un caudal medio de 0,137 m³/s de contribución del acuífero al río.

El uso-consumo de freatófitas ha determinado ser de alta incidencia, alcanzando a un caudal continuo de 0,39 m³/s.

Por último, la explotación artificial se ha estimado en 200 l/s, concentrada principalmente en las instalaciones de SENDOS en Vallenar y CAP en Huasco Bajo.

Aún cuando el sistema se demuestra altamente restringido en su capacidad para sustentar niveles de extracción distintos a los actuales, se ha analizado la factibilidad de ello. El sector de Vallenar se considera operando al máximo de su capacidad renovable, si se impone como hipótesis la mantención del caudal de recuperaciones. En caso de levantarse dicha exigencia, podrían desarrollarse nuevas captaciones por un total de hasta 140 l/s como caudal continuo. Dependiendo de la ubicación de dichas captaciones, se han generado dos sondajes tipo representativos de las condiciones del sector. El primero de ellos, válido para aguas arriba de Vallenar, exige profundidades de perforación del orden de 35 m, generando un caudal cercano a 30 l/s con un nivel

dinámico de 25 m. El segundo, válido para la ciudad de Vallenar, requiere una profundidad de 30 m, lográndose un caudal no superior a 25 l/s, con un nivel dinámico asociado de 25 m como máximo. Se ha determinado el costo que alcanzaría el m³ de agua extraída mediante bombas accionadas por energía eléctrica para dichas condiciones, obteniéndose valores fluctuantes entre \$ 0,46 y \$ 0,94 dependiendo de la tasa de interés adoptada y las horas de funcionamiento.

La zona de Huasco Bajo corresponde al segundo sector donde se ha analizado la factibilidad de incrementar la extracción. Se ha determinado que en dicho sector es altamente probable que se esté generando una inducción de recursos superficiales, que mantenga el nivel de extracción actual. Ello lleva a considerar no recomendable un incremento, principalmente por la disminución que ello implicaría en el caudal superficial disponible.

Pese a ello, se ha determinado la captación que representa las condiciones del sector. El sondaje requeriría en este caso de 40 a 50 m de perforación, con un rendimiento de 20 a 30 l/s y un nivel dinámico de 20 a 30 m. El costo del m³ de agua extraída fluctuaría entre \$ 0,69 y \$ 1,09, dependiendo de la tasa de interés y horas de funcionamiento adoptadas.

III.D.4 CALIDAD DEL AGUA.

1. Calidad del agua para usos no agrícolas.

1.1 Introducción.

La calidad del agua para diferentes usos se caracteriza considerando parámetros físicos, químicos y bacteriológicos. La norma chilena NCh 1333: "Requisitos de calidad de agua para diferentes usos", establece límites y condiciones para el agua de riego, para el agua empleada en recreación y estética y para la vida acuática. En relación al agua para consumo humano y para la bebida de animales se remite a la norma NCh 409, que establece los requisitos que debe cumplir el agua potable destinada a la bebida. La NCh 410 define la terminología en relación al agua para fines industriales. A su vez, la norma NCh 777 se refiere a las fuentes de abastecimiento y obras de captación de agua potable, estableciendo terminología, clasificación y requisitos generales.

Para una apreciación de la calidad del agua del río Huasco para usos no agrícolas se cuenta con información recopilada por SENDOS, conformada por análisis de muestras de agua destinada a ser utilizada como agua potable, e información recopilada por la Dirección General de Aguas, constituida por análisis que cubren una gama más reducida de determinaciones.

No se cuenta con análisis de laboratorio realizados para evaluar la calidad del agua para otros usos no agrícolas, distintos de su empleo como agua potable, pero debe tenerse presente que esta finalidad es la que debe cumplir exigencias mayores. A continuación se presentan las características representativas del agua de la zona y se comparan con las exigencias establecidas por las normas citadas.

1.2 Características de las aguas de la cuenca.

1.2.a Características bacteriológicas.

Las características bacteriológicas del agua se controlan verificando su grado de contaminación con desechos de origen humano o animal, a través de la determinación del grupo coliforme por su valor como indicador de posible contaminación fecal.

El grupo coliforme está constituido por bacterias que se detectan por su propiedad de fermentar la lactosa, en un plazo de 48 horas a una temperatura de 35°C. Un subgrupo denominado "coliformes fecales" presentan las mismas

propiedades pero a una temperatura mayor (44°C). Sin embargo, la norma chilena se refiere solamente a las coliformes totales (grupo que incluye otras coliformes, además de las coliformes fecales).

El grado de contaminación bacteriológica se mide a través del "Índice coliforme", que representa la cantidad de bacterias coliformes en 100 ml de agua y se expresa en términos del "número más probable" (NMP) de bacterias cuando la determinación se hace por colimetría de dilución, que es el método generalmente empleado. Cuando se utiliza el método de membrana filtrante, se indica simplemente el número de bacterias.

En el cuadro Nº III.D.4-1, se presenta la información representativa recopilada en el Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS), que incluye determinaciones del índice coliforme (NMP) en 11 muestras de aguas superficiales y 6 muestras de aguas de pozo profundo.

Para el caso de aguas superficiales, la norma NCh 777 establece que la calidad de la fuente será buena, regular o deficiente según la siguiente clasificación:

Índice de Coliformes Totales NMP/100ml	Buena	Regular	Deficiente
Promedio Mensual	50-100	100-5000	Sobre 5000
Máximo Diario	Sobre 100 en no más de 5% de muestras.	Sobre 5.000 en no más de 20% de muestras.	Sobre 20.000 en no más de 5% de muestras.

El parámetro de control es el promedio mensual del índice coliforme. Los datos del cuadro Nº III.D.4-1 son solo puntuales, pero son representativos de la situación promedio.

Entre las muestras de aguas superficiales se incluyen dos del valle del río El Tránsito, de dos fuentes distintas y con índices relativamente altos. El resto corresponde a la captación Los Chorros, que abastece al sistema Freirina-Huasco. Se incluyen tres determinaciones de muestras tomadas en un dren, con un índice coliforme nulo o muy bajo. El resto, correspondientes a la pileta Nº 1 y captación Nº 3, presentan valores medios a altos.

Las muestras de agua de pozos profundos muestran un nivel muy bajo de contaminación.

Las aguas superficiales del valle habría que clasificarlas como regulares.

En todo caso el grado de contaminación que tienen estas aguas crudas siempre es posible reducirlo al máximo sometiendo dichas aguas a un adecuado proceso de desinfección, el cual es obligatorio. En general, cualquier agua que cumpla con los requisitos físicos y químicos (NCh 409) es posible hacerla apta para el consumo humano mediante un adecuado tratamiento de desinfección.

1.2.b Características físicas.

La calidad física se determina por medio del examen físico que permite establecer: la turbiedad, el color, el olor, el sabor, la conductividad específica, la temperatura y el oxígeno disuelto.

Desde el punto de vista de calidad de la fuente, los valores permitidos se indican en el cuadro siguiente:

DESIGNACION	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE
Turbiedad (U.Jackson)	0 - 10	10 - 250	Sobre 250
Color (Pt-Co)	0 - 20	20 - 150	Sobre 150
Oxígeno Disuelto (mg/lt)	4,0 mínimo	4,0 mínimo	Menos 4,0

Desde el punto de vista de potabilidad del agua (NCh 409) las aguas tratadas o de pozo profundo, deben cumplir con los siguientes requisitos:

Turbiedad y color en aguas no filtradas.

La turbiedad máxima tolerable será de 5 unidades Jackson.

El color máximo tolerable será de 20 unidades de la escala de platino - cobalto.

Olor y sabor.

El agua potable, sea o no filtrada, carecerá de olor y sabor susceptibles de provocar desagrado en el consumidor, no obstante, la autoridad competente podrá aceptar aguas que no cumplan este requisito siempre que no constituya peligro para la salud pública y tratándose de casos que sean destinados al abastecimiento de poblaciones menores de 1.000 habitantes.

Conductancia específica

La conductancia específica es una medida de la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica y está relacionada con las sustancias ionizadas en el agua. Ella permite conocer aproximadamente el contenido salino total del agua. Generalmente se incluye entre las determinaciones físicas.

En el cuadro Nº III.D.4-2 se presentan los resultados representativos de determinaciones fisicoquímicas de muestras de aguas superficiales y de pozo, obtenidas de captaciones SENDOS que corresponden a los lugares que se indican y que aparecen señalados en el plano Nº 4 del album de planos.

Por otra parte en el cuadro Nº III.D.4-3 se presentan algunas determinaciones fisicoquímicas correspondientes a análisis representativos realizados por la Dirección General de Aguas en muestras de aguas superficiales tomadas en diversos lugares del valle, cuya ubicación se indica también en el plano Nº 4 del album de planos.

Desde el punto de vista de calidad física de las fuentes, las captaciones de SENDOS son buenas en cuanto a oxígeno disuelto, turbiedad y color, salvo en el caso de la captación Los Chorros (Freirina - Huasco) en que el agua superficial presenta un mayor color probablemente debido a la vegetación existente. Estas aguas también cumplen las exigencias de la norma NCh 409.

Cabe señalar que las características físicas de fuentes de agua potable pueden mejorarse significativamente mediante el proceso de tratamiento para hacerla apta para el consumo como agua potable.

En cuanto a la información de la DGA, si bien cubre toda la cuenca, el número de parámetros determinados es muy reducido. Cabe destacar la alta salinidad, reflejada por los valores de conductancia específica y dureza total, que se hace presente a partir del río Huasco en Nicolasa.

1.2.c Características químicas.

Desde el punto de vista de calidad de la fuente superficial, el agua debe cumplir los requisitos que se indican en la página siguiente :

DESIGNACION	BUENA	REGULAR	DEFICIENTE
Rango de pH	6,0 - 8,5	5,0 - 9,0	3,8 - 10,5
Cloruros (mg/lt)	menor 50	50 - 350	sobre 350
Fluoruros (mg/lt)	menor 1,5	1,5 - 3,0	sobre 3,0
Compuestos Fenólicos (mg/lt)	0	0,005	sobre 0,005

Si la fuente es pozo profundo, la calidad química deberá cumplir con NCh 409 que indica que el agua potable deberá contener en disolución, sustancias minerales que están reconocidas como beneficiosas para el organismo humano.

Por otra parte, no deberá contener impurezas o sustancias químicas en concentraciones que puedan ser peligrosas para la salud de los consumidores.

Tampoco deberá ser excesivamente corrosiva o incrustante hacia el sistema de abastecimiento.

Se rechazarán las aguas de fuentes de abastecimiento que contengan disueltas sustancias nocivas para el organismo humano, en concentraciones que sobrepasen los límites máximos que se establecen a continuación (NCh 409 of.70 Art. 6.5.1.).

SUBSTANCIA	EXPRESADO EN	LIM. MAX. (mg/lt)
Arsénico	As	0,12
Bario	Ba	1,00
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	Cn	0,20
Cromo Hexavalente (Cr 6).	Cr	0,05
Plata	Ag	0,05
Plomo	Pb	0,10
Selenio	Se	0,01
Fluor	Fl	1,20
Nitrógeno de Nitratos	N	10,00 (*)

(*) Hasta 15,00 para aguas subterráneas.

En los cuadros Nº III.D.4-4 y 5 se presentan las características químicas representativas determinadas para las muestras de aguas superficiales y pozos ya señalados en los cuadros Nº III.D.4-2 y 3, obtenidas por SENDOS y DGA.

De acuerdo con los datos del SENDOS, en cuanto a las aguas subterráneas se puede decir que se trata de fuentes buenas que cumplen los requisitos de NCh 777 y NCh 409. Estas aguas subterráneas no presentan elementos tóxicos que hagan objetable su calidad, pero se trata de aguas duras. El tratamiento para eliminar la dureza es aconsejable solo en casos de usos industriales específicos.

En cuanto a las aguas superficiales que provienen de la captación Los Chorros, cabe señalar que por su contenido en cloruros cabría calificarlas como fuentes de calidad regular y en cuanto a las exigencias establecidas para agua potable, exceden el contenido de cloruros y manganeso.

En cuanto a la información sobre las aguas superficiales recopiladas por la DGA, se aprecia que se trata de aguas duras, que cumplen con los requisitos en cuanto al contenido de cloruros, sulfatos y magnesio salvo a partir de río Huasco en Nicolasa, en que el contenido de cloruros y sulfatos sube muy por encima de los máximos tolerables.

En resumen, puede señalarse que para usos no agrícolas, particularmente consumo humano, las aguas subterráneas no presentan ninguna limitación de calidad. Las aguas superficiales presentan un problema de contaminación bacteriológica no grave, perfectamente solucionable por tratamiento de desinfección con cloro o tratamiento en lagunas de estabilización con períodos de retención de 25 días como mínimo. Las aguas superficiales, a partir de Nicolasa, como primer punto controlado en que aparece el problema, tienen serias limitaciones por su alto contenido de cloruros y sulfatos.

2. Calidad del agua para riego.

2.1 Introducción.

La evaluación de la calidad del agua de riego es necesaria para completar el diagnóstico de la situación agropecuaria de una zona, muy en particular de aquellas que como el valle del río Huasco, se encuentran en una zona desértica.

En estas zonas las lluvias son escasas, esporádicas e insuficientes, por lo tanto no permiten la lixiviación de las sales propias del suelo y menos de aquellas que aportan las aguas de riego al ser éstas usadas en forma permanente.

Se reconoce que las aguas de riego pueden ejercer diversos efectos en un suelo; de allí que se hayan elaborado varios métodos para clasificarla y evaluar su efecto potencial en el suelo.

Se ha demostrado la inconveniencia de usar un solo sistema de clasificación para las aguas que se destinan al riego, ya que cada sistema se fundamenta en el uso de ciertos parámetros analíticos, dejando otros de lado. Por estas razones en el presente estudio se han empleado, conjuntamente, diversas pautas de clasificación para asegurar una mayor objetividad en la interpretación de los análisis.

En la evaluación de la calidad de un agua para riego interesan por una parte los efectos del producto agrícola sobre el consumidor, por la posibilidad de transmisión de ciertas enfermedades infecciosas que se propagan por intermedio del agua de riego y por otra parte, los efectos sobre los cultivos mismos que son, a su vez, modificados por las características del suelo y el clima y por el grado de tolerancia de las propias especies y variedades cultivadas.

El empleo en riego de aguas contaminadas con desechos humanos puede tener, dependiendo del tipo de cultivos, riesgos importantes para la salud pública. Está debidamente comprobada la infección a través del agua de riego en el caso de las fiebres tifoidea y paratifoideas, así como en diversas parasitosis.

El uso continuado de aguas salinas provoca modificaciones fisicoquímicas al suelo, ya sea por efecto directo de la cantidad total de sales acumuladas y/o a través del efecto negativo específico de los solutos que ella aporta (sodio, cloruros, sulfatos). Esta condición afecta en forma variable los cultivos según sea la tolerancia específica de cada uno.

Cuando existen condiciones muy favorables de clima, se ha comprobado que el desarrollo de ciertas especies se produce normalmente, aún cuando las condiciones del suelo no sean las óptimas para ese cultivo; a vía de ejemplo puede citarse para este valle cultivos como la alfalfa, el olivo y frutales como el lúcumo.

De lo anterior se concluye que los estándares conocidos sobre la clasificación de aguas tienen un valor relativo, y por lo tanto deben ser tomados solo como guía o pauta para su evaluación. Un antecedente importante que debe ser considerado es la propia experiencia cultural en la zona que muestra resultados concretos de la interacción entre el suelo, el clima y el agua. En este valle existe una larga historia cultural en toda su extensión, con una amplia gama de cultivos que incluyen desde el olivo a diversos primores (tomates, ají, porotos verdes).

El estudio de la calidad del agua de riego del valle se basa en el análisis de 11 muestras de agua tomadas, para este objeto, en diversos lugares a lo largo del valle y en la aplicación de diversos criterios de evaluación, considerando también la adaptabilidad de distintos cultivos.

2.2 Criterios de evaluación de la calidad de las aguas de riego.

La norma NCh 1333 establece varios requisitos químicos y bacteriológicos al agua de riego.

El pH debe estar comprendido entre 5,5 y 9,0. Se establece para un conjunto de elementos químicos valores máximos permisibles. Entre estos cabe señalar:

Arsénico	0,10	mg/l
Cloruros	200,00	mg/l
Sulfato	250,00	mg/l
Sodio porcentual	35,00	%

Se establece que debe determinarse la "Razón de Adsorción de Sodio" (RAS), pero la norma no fija límites generales, dejando la responsabilidad a la autoridad competente, para fijarlos en cada caso específico. La RAS mide el efecto del sodio determinado por la relación entre las concentraciones de iones sodio, calcio y magnesio, expresadas en miliequivalentes por litro, de acuerdo a la siguiente expresión:

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

En general valores inferiores a 10 se consideran bajos. Por su parte, el sodio porcentual corresponde a la relación entre la concentración del sodio y la suma de las concentraciones de los iones sodio, calcio, magnesio y potasio, expresadas en miliequivalentes por litro, de acuerdo a la expresión siguiente:

$$\text{Na \%} = \frac{\text{Na}^+}{\text{Na}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{K}^+} * 100$$

Para clasificar las aguas de riego en cuanto a sus condiciones de salinidad, la norma establece criterios basados en la conductividad específica y la concentración de sólidos disueltos totales.

En cuanto a los requisitos bacteriológicos, la norma establece que el contenido de coliformes fecales en aguas de riego destinadas al cultivo de verduras y frutas que se desarrollen a ras de suelo y que habitualmente se consumen en estado crudo, debe ser menor o igual a 1000 coliformes fecales por 100 ml.

Diversos autores han propuesto otros criterios para la evaluación de la calidad de las aguas. Entre estos se consideran frecuentemente los siguientes :

Eaton F.M., (1), estableció que las aguas con más de 2,5 m eq/l de Na residual no son adecuadas para el riego. Las aguas con 1,25 a 2,5 m eq/l, de acuerdo a este criterio, se consideran "marginales" y aquellas con un contenido inferior a 1,25 m eq/l de Na residual, se consideran "probablemente adecuadas".

Donnen L.D, (2) y (3) plantea una clasificación basada en la conductividad eléctrica a 25°C, el sodio porcentual y la concentración de cloruro en miliequivalentes por litro, de acuerdo al siguiente criterio:

	CLASE 1 Buena a Excelente	CLASE 2 Buena a Perjudicial	CLASE 3 Perjudicial Peligrosa
CE (micromho/cm)	< 100	100 - 300	> 300
% Na	< 60	60 - 75	> 75
Cl m.e.	< 5	5 - 10	> 10

Cabe señalar que la pauta para cloruros contenida en "Riego y Drenaje Nº 29", FAO, 1976, es esencialmente la misma utilizada por Donnen.

Otro criterio empleado es el de la salinidad efectiva, expresada en miliequivalentes por litro.

Finalmente, se utiliza frecuentemente el sistema de clasificación de las aguas de riego del US Department of Agriculture (4), basada en una combinación de la RAS y la conductancia específica. Para la RAS se distinguen cuatro minerales cuyos límites dependen del nivel de salinidad. Para una conductancia específica de 100 estos niveles son:

S1	0-10	agua baja en sodio
S2	10-18	agua media en sodio
S3	18-26	agua alta en sodio
S4	> 26	agua muy alta en sodio

Igualmente, se utilizan 4 niveles para la conductancia específica:

- (1) Eaton F.M. 1950, Significance of Carbonates in Irrigation Waters Soil SCI, 69; 123-133.
- (2) Donnen L.D. 1957, Evaluating the Quality of Irrigation in Ventura County. U. of California, Davis.
- (3) Donnen L.D. 1960, Water Quality Course Nº 115. U. of California. Davis.

- (4) U.S.D.A. Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Handbook Nº 60 U.S.D.A. Washington 25, D.C.

C1	250	micromho	agua de baja salinidad
C2	250-750	micromho	agua de salinidad media
C3	750-2250	micromho	agua altamente salina
C4	2250	micromho	agua muy altamente salina

La clasificación del agua se realiza a partir de la combinación de estos dos factores y requiere del empleo de un diagrama especial. Por ejemplo, un agua con un RAS de 10 y una conductancia correspondiente al nivel C4, cabe clasificarla en S3, o sea, como agua de alto contenido de sodio.

2.3 Análisis de la calidad del agua de riego en el valle.

2.3.a Antecedentes.

El análisis de la calidad del agua de riego del valle se basa en observaciones de terreno, en los análisis de laboratorio recopilados de SENDOS y de la DGA y en los análisis de 11 muestras de agua tomadas a lo largo del valle, que se definen a continuación y cuya ubicación se señala en el plano Nº 4 del álbum de planos.

- I. En el río El Tránsito, al oriente de la Junta (Retén de Carabineros).
- II. En el río El Carmen en la Junta del Carmen, bajo el puente en el camino Junta del Carmen - El Tránsito.
- III. En el canal Marañon, en el cruce con el camino Vallenar - La Junta a 3.400 m al poniente de Santa Juana.
- IV. En el canal Compañía, al sur de "La Verbena".
- V. En el canal Ventana, en el camino público, por antigua salida al norte, en la subida entre la población Carrera y la Hacienda Cavanha.
- VI. En el canal Compañía, en el cruce con la carretera Panamericana Norte, en la ex-hacienda Compañía. (lado oeste del aeropuerto)
- VII. En el canal Gallo-Ferrera, a 1.600 m al sur del cruce entre la carretera Panamericana Norte y el camino Vallenar-Huasco.
- VIII. En el canal San José, a 2.400 m al noreste de la estación Maitencillo en camino a hacienda Ventanas-Huantemé.

-
- IX. En el canal Nicolasa, a 2.200 m al oeste de la estación Maitencillo en cruce con el camino Vallenar-Huasco.
- X. En el canal Garcia-Campusano, a 2.400 m al oriente de Freirina al lado norte del camino público.
- XI. En el canal Cachina, a 1.500 m al oeste del cabezal norte del puente Huasco Bajo-Bellavista (riego Bellavista).

En el cuadro Nº III.D.4-6 se presentan los resultados de los análisis de laboratorio de estas muestras.

2.3.b Interpretación de resultados.

Se considera en primer término la calidad de las aguas en relación con algunos aspectos de la norma NCh 1333.

De las determinaciones de pH de las muestras analizadas (cuadro Nº III. D.4-6) y de los valores recopilados de la DGA (cuadro Nº III.D.4-3), se aprecia que el rango de pH del agua está dentro de los límites definidos.

En cuanto a la concentración de ciertos elementos químicos, se aprecia del cuadro Nº III.D.4-5 que de Nicolasa al poniente el agua deja de cumplir con la norma en la concentración de cloruros y sulfatos. Lo mismo se comprueba en el cuadro Nº III.D.4-6, para las muestras X y XI que incluyen de Freirina al poniente. (Nótese que en este caso los valores están dados en miliequivalentes/litro). Entre Maitencillo (muestra Nº VIII) y Freirina se tienen valores más altos que en el resto del valle, pero aún dentro del límite para los cloruros. En cuanto a sulfato, en esta zona, también se excede la norma.

Por los análisis de la DGA se aprecia que no hay problemas de arsénico y de los análisis realizados en este estudio se tiene que el sodio porcentual excede la norma a partir de Maitencillo (muestra Nº VIII). Para el control bacteriológico no se consideró hacer determinaciones especiales, pero de los controles realizados por SENDOS en captaciones superficiales (cuadro Nº III.D.4-1), se aprecia que en Los Chorros (Freirina) el índice de coliformes totales es relativamente alto, lo mismo que en las muestras del valle El Tránsito. Sin embargo, estos valores son aceptables si se considera que la norma fija, en el caso extremo, un índice de coliformes fecales de 1.000 por 100 ml, siendo este índice siempre menor que el de coliformes totales.

Los pueblos más importantes del valle, que cuentan con alcantarillado, son: Vallenar, Freirina y Huasco. De estos, Vallenar y Freirina vierten sus aguas servidas al río Huasco, en cambio, Huasco las vierte al mar mediante un emisario.

Freirina posee una planta de tratamiento a base de lagunas de estabilización que permite tratar las aguas servidas antes de botarlas al río. Actualmente

las lagunas están en reparaciones. Vallenar no efectúa ningún tipo de tratamiento.

Actualmente Vallenar tiene una población de 39.340 habitantes, y su población conectada a la red es aproximadamente un 50%. En términos de caudal de aguas servidas, corresponde a un gasto medio de 45 l/s.

Freirina tiene una población de 3.050 habitantes, con una población conectada de un 30%, lo que significa un gasto medio de 2,1 l/s.

Considerando que aumente la población conectada a la red a un 75% (valor usual), es posible esperar caudales medios de 70 l/s para Vallenar y de 5,3 l/s para Freirina.

Si las aguas servidas de Freirina continúan tratándose, no pueden constituir un problema. A juzgar por los datos señalados, las aguas servidas de Vallenar no parecen causar un problema serio si se consideran las normas nacionales. Es preciso reconocer, sin embargo, que hay normas definidas internacionalmente que son mucho más exigentes (no más de 100 coliformes/100 ml en el 80% de las muestras).

En todo caso un eventual problema de contaminación que podría presentarse a futuro puede controlarse mediante un tratamiento de las aguas servidas antes de ser devueltas al río.

Este tratamiento, para fines de riego, devolviendo el agua al río, podría consistir en un tratamiento primario (desarenado y decantación) y una desinfección por cloración, o bien, en una estabilización en lagunas que, cuando se emplean períodos de retención superiores a 25 días, reducen a límites adecuados el número de microorganismos patógenos.

Estos tratamientos tendrían un costo equivalente anual \$ 5.100.000 con tratamiento convencional y de \$ 6.300.000 con lagunas de estabilización para un gasto de 70 l/s, (ver detalle en Anexo Nº III.D.4-1).

Para evaluar las aguas de riego considerando un conjunto de criterios en forma simultánea se utilizan las siguientes pautas ya definidas:

- I. : Razón de adsorción de Sodio (RAS)
- II. : Sodio residual
- III. : Clasificación de Donnen
- IV. : Salinidad efectiva
- V. : Clasificación del USDA.

En el cuadro Nº III.D.4-7 se presentan los resultados para las 11 muestras de agua de riego analizadas para cada una de estas 5 pautas de clasificación de calidad.

En relación con el primer criterio, I, (RAS) todos los valores pueden considerarse bajos, aunque hay una gran diferencia de magnitud de Maitencillo al

poniente (muestra VIII). Además, de Freirina al poniente el agua debe considerarse de nivel medio en sodio (S2) si se toma en cuenta el nivel muy alto de salinidad, como lo indica el criterio V, (muestras X y XI).

Si se considera el criterio II, sodio residual, se tiene que el contenido de calcio en todas las aguas analizadas supera al contenido de bicarbonatos. Por esta razón no existe, por esta vía, la posibilidad de existencia de sodio residual.

Según el criterio III, (Donnen), todas las aguas se clasificarían entre clase 2 y 3, básicamente por su alto contenido total de sales. Desde Maitencillo a la costa (muestra VIII a XI), se clasifican en clase 3 por sus contenidos más altos de sodio y cloruros. Los porcentajes de sodio son bajos en las aguas de la parte media y alta del valle.

Al considerar el criterio IV (salinidad efectiva), se aprecia claramente que Maitencillo define una línea demarcatoria en la calidad de las aguas. Si se considera que 1 miliequivalente de salinidad efectiva equivale a 55 ppm, un agua con 29 me/l de salinidad efectiva (como la muestra X) estaría agregando al suelo, si no hubiese lixiviación, un equivalente a 16 toneladas de sales por hectárea al año, suponiendo que se emplean 10.000 m³ de agua de riego por hectárea al año.

Considerando el criterio definido por el USDA (V) se tienen, para las diferentes muestras, las clasificaciones que se indican en el cuadro N° III.D.4-7. La definición de estas categorías es la que se indica a continuación:

- C2: Agua de salinidad moderada: "Aguas que pueden ser usadas siempre que exista una lixiviación moderada. Pueden cultivarse plantas de resistencia moderada a las sales sin recurrir a prácticas especiales de manejo".
- C3: Agua de salinidad alta, "No pueden ser usadas en suelos de drenaje restringido. Aún bajo condiciones de buen drenaje, puede requerirse de un manejo especial para controlar la salinidad, además deben seleccionarse cultivos tolerantes a las sales".
- C4: Agua de salinidad muy alta, "No es adecuada para el regadío en condiciones normales, pero puede ser usada ocasionalmente bajo circunstancias especiales. Los suelos deben ser permeables, el drenaje adecuado, el agua debe ser aplicada en exceso para provocar una lixiviación significativa y además es necesario seleccionar cultivos muy tolerantes a la salinidad".
- S1: Agua de bajo contenido de sodio, "Puede ser usada prácticamente en cualquier suelo sin crear niveles perjudiciales de sodio de intercambio. Algunas plantas muy sensibles como frutales de carozo y paltos pueden acumular cantidades dañinas de sodio".
- S2: Agua media en contenido de Sodio, "Sólo pueden usarse en suelos de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad".

2.3.c Conclusiones y comentarios.

Considerando los resultados analíticos presentados, y la clasificación de las aguas de riego realizada a base de estos antecedentes, aplicando diversos criterios de clasificación, se plantean a continuación algunas conclusiones y comentarios. En el plano N° 4 puede observarse la localización de los lugares que se mencionan, la ubicación de los sitios de muestreo y la ubicación de los sectores de riego.

El río El Tránsito es portador de una cantidad mucho más elevada de cloruros que el río El Carmen. Aguas abajo de la Junta, los cloruros (La Verbena - Chañar Blanco) están aún a niveles más bajos que los del río El Tránsito. Desde Vallenar a Maitencillo el incremento es notorio y desde Freirina a Bellavista el contenido es altísimo. Tomando como base unitaria el nivel de cloruros del río El Carmen y el río El Tránsito se obtienen los siguientes valores relativos en diferentes sitios aguas abajo:

Contenido de Cloruros

	<u>Río El Carmen = 1,0</u>	<u>Río El Tránsito = 1,0</u>
La Verbena	1,41	0,79
Vallenar	1,77	1,00
Maitencillo	22,40	12,64
Freirina-Bellavista	77,27	43,58

Lo anterior indica que la contaminación con cloruros observada desde La Junta del Carmen a Bellavista da valores 55 veces superiores en promedio a los que sirven de referencia.

La salinidad total, representada por la conductancia específica, manifiesta a través de las cifras, un aumento notorio desde la cordillera al mar. Esto es característico para cualquier curso de agua que atraviese zonas ácidas, pero las mediciones hechas desde Maitencillo (2,0 milimho/cm) a Bellavista (3,9 - 4,5 milimho/cm) señalan un nivel muy alto de salinidad, aproximadamente 5 veces mayor que las aguas de riego a la altura de Santa Juana.

Lo anterior es corroborado por los aumentos experimentados, tanto por los aniones como por los cationes, en el orden este - oeste, ya señalado.

Los sulfatos siguen la misma tendencia, pero su mayor influencia negativa está en el aumento de la salinidad total, ya que, dado el alto contenido de calcio de los suelos, es probable que este anión precipite como sulfato de calcio.

Considerando la calidad del agua de riego de que disponen, los sectores de riego en que se ha dividido el valle se pueden agrupar en tres grandes áreas, como sigue:

<u>Area</u>	<u>Sectores de riego</u>
-------------	--------------------------

1	A, B, L, (F, H, C, D, N)
2	E, I, J, G, K
3	M, N, O, P, Q, R

El área 1 incluye los valles de San Félix, El Tránsito, Camarones y Vallenar. Los sectores de riego F, H, C, D, N, podrían constituir una subárea, ya que en los años de sequía y por problemas de dilución, los niveles de salinidad encontrados en el muestreo realizado, podrían ser más altos.

Desde el punto de vista de adaptabilidad de cultivos, existe en la actualidad una gran variedad de rubros en explotación en esta área, determinados por las condiciones de clima y suelo, así como por la calidad de las aguas de riego. Los cultivos de más común ocurrencia en el área son:

Frutales : Palto, chirimoyo, naranjo, limonero (sutil), níspero, lúcumo damasco, durazno, guayabo, higuera, vid, granado, olivo, membrillo.

Anuales : Trigo, maíz.

Hortalizas y chacras : Primores (ají, tomate, frejol (en tabla)), habas, papas, tomates, pepinos, frejoles, morrón, lechugas, arvejas.

Forrajeras : Alfalfa

El área 2, al poniente de la anterior, se considera una zona intermedia en cuanto a la calidad de las aguas. El clima tiene una influencia marítima clara; el valle se abre y los vientos son frecuentes. Las características de mayor salinidad del agua hacen que en conjunto se adapten en mejores condiciones cultivos como: alfalfa, papas, raps, linaza, trigo, cebada, morrón, olivo, tunas e higueras, entre otros. Los cultivos mas usuales en esta área en la actualidad son los siguientes:

Frutales : Nogales, uva de mesa (fuera de zona climática), olivos, tunas, higuera.

Anuales : Trigo, raps, linaza, cebada.

Hortalizas y chacras : Papas, morrón, frejoles.

Forrajeras : Alfalfa.

El área 3, de alta salinidad, se ubica al poniente de Maitencillo. Esta sección del valle presenta un clima con fuerte influencia marina; las aguas de riego son de mala calidad ya que su salinidad es tan alta como la del río Loa a la altura de Calama (4 mmho/cm); todo esto está señalando claramente que desde el punto de vista agronómico, los cultivos que mejor se adaptan son

precisamente aquellos resistentes a un elevado contenido de sales (cloruros - sulfatos), lo cual se ve expresado en los cultivos que se han implantado en esta área.

Los cultivos que en la actualidad se observan son:

Frutales : Olivos, membrillos, higuera.

Hortalizas y
chacras : Repollos, alcachofas, papas y habas.

Anuales : Maíz

Forrajeras : Alfalfa

No se observan actualmente esparragueras, que es un cultivo que se adaptaría a las condiciones del área en buena forma, especialmente para las series de suelo Bellavista y Paona.

El lúcumo es un frutal que bien pudiera considerarse como posibilidad complementaria, ya que hay especímenes de gran antigüedad que se mantienen productivos.

VALORES INDICATIVOS DEL REGIMEN PLUVIOMETRICO

DE LA CUENCA DEL RIO HUASCO

Estación	Longitud	Latitud	Altura (m.s.n.m.)	Prec. Anual Prom. (mm)	Desv. Estándar de Valores Anuales (mm)
Puerto Huasco	71° 15`	28° 27`	4	32,1	29,6
Freirina	71° 05`	28° 30`	81	37,6	34,8
El Tránsito	70° 16`	28° 52`	1.100	59,4	52,5
La Pampa	70° 14`	28° 58`	1.300	68,6	62,3

ANALISIS DE FRECUENCIA DE LAS PRECIPITACIONES ANUALES

PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA

N°	Estación	Precipitación Anual							
		Probabilidad de Excedencia					$\frac{P20\%}{P50\%}$	$\frac{P80\%}{P50\%}$	Precipitación Promedio Anual (\bar{P}) (mm)
		5%	20%	50%	80%	95%			
1	Puerto Huasco	96,0	59,0	24,2	4,9	0	2,44	0,20	32,1
2	Freirina Retén	117,0	67,0	27,5	7,1	0	2,44	0,26	37,6
3	Vallenar DMC	100,0	66,5	28,0	6,1	0	2,38	0,22	36,0
4	Santa Juana en Camarones	147,0	90,0	44,5	9,3	0	2,02	0,21	52,7
5	Junta del Carmen	168,0	99,0	42,7	11,4	0	2,32	0,27	55,2
6	El Tránsito	173,0	105,0	44,3	11,0	1,2	2,37	0,25	59,4
7	San Félix	170,0	103,0	39,5	11,0	0,4	2,61	0,28	55,2
8	Conay Retén	285,0	178,0	71,5	23,2	3,7	2,49	0,32	97,8
9	Los Tambos	220,0	131,0	55,0	18,5	2,8	2,38	0,34	75,0
10	La Pampa	200,0	129,0	48,8	15,6	2,8	2,68	0,32	68,6

CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
PARA DIFERENTES PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA
Precipitaciones mensuales (mm)

Estación	Proba- bili- dad	E	F	M	A	M	Jn	Jl	A	S	C	N	D
Puerto Huasco	20%					6.7	14.9	11.7	12.8	4.1			
	50%					0.0	0.2	0.0	0.0	0.9			
	80%					0.0	0.0	0.0	0.0	0.2			
	95%					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
Vallenar	20%					8.8	12.0	16.8	20.8	2.7			
	50%					0.0	0.0	0.9	2.7	0.0			
	80%					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	95%					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
El Tránsito	20%				3.2	15.0	27.3	26.5	17.9	5.8			
	50%				0.0	0.0	4.1	0.0	2.6	0.0			
	80%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	95%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
San Félix	20%				1.9	22.5	22.0	22.5	17.3	2.8			
	50%				0.0	0.0	5.1	0.0	0.0	0.0			
	80%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			
	95%				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

(mm)

Período de Retorno (años)	Estaciones Pluviométricas		
	La Pampa	El Tránsito	Junta del Carmen
5	52	40	35
10	69	52	48
50	108	81	80
100	125	94	94
500	168	127	133
1.000	184	142	153

VARIACION ESTACIONAL DEL CAUDAL

(m³/s)

Estación	Probabilidad de Excedencia (%)	Caudal medio mensual											
		May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Carmen en San Félix	20	0,10	0,26	0,28	0,16	0,14	0,08	0,06	0,04	0,03	0,10	0,08	0,06
	50	0,52	0,76	0,72	0,46	0,48	0,52	0,26	0,18	0,20	0,22	0,28	0,36
	80	1,24	1,32	1,18	1,04	1,04	0,84	0,82	0,88	0,88	0,92	0,98	1,14
	95	2,74	2,36	2,22	2,32	2,02	2,38	3,50	4,40	4,00	4,00	3,12	3,00
Tránsito en Angostura	20	0,60	0,80	0,70	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60	0,70	0,80	0,60	0,60
	50	1,10	1,30	1,20	0,90	1,00	1,10	0,90	1,10	1,20	1,10	0,90	0,90
	80	1,90	2,15	1,90	1,50	1,50	2,00	1,70	1,90	2,10	1,90	1,70	1,80
	95	3,90	3,90	3,50	3,00	2,50	3,20	5,90	6,90	5,70	5,00	4,10	4,60
Huasco en Algodones	20	0,70	1,20	1,00	1,10	0,90	0,90	0,70	0,70	0,60	0,70	0,50	0,60
	50	1,60	2,20	2,30	1,70	1,50	1,50	1,40	1,00	0,90	1,00	1,00	1,10
	80	3,30	3,90	3,70	3,10	2,70	2,70	2,70	2,20	2,10	2,20	2,20	2,70
	95	7,30	7,30	6,20	5,50	4,90	5,20	7,50	11,80	8,90	7,20	5,80	7,40

POTENCIA DE UNIDADES ESTRATIGRAFICAS Y PROFUNDIDAD A LA ROCA FUNDAMENTAL

SONDAJES EN EL VALLE DE HUASCO

A. Valle del Río El Carmen

Sondaje	Potencia (m)		Profundidad Roca Fundamental (m)
	Unidad A	Unidad B	
2850/7020 C-2	24.50	No Existe	24.50
2850/7020 C-1	13.00	18.00	31.00
2850/7020 A-1	4.00	23.00	27.00
2840/7020 C-5	8.00	17.30	26.30
2840/7020 C-4	11.50	18.70	29.10
2840/7020 C-3	11.60	38.00	No llegó a la roca
2840/7020 C-2	19.60	28.20	47.80

B. Valle del Río El Tránsito

Sondaje	Potencia (m)		Profundidad Roca Fundamental (m)
	Unidad A	Unidad B	
2850/7010 A-1	10.40	35.60	> 46.00
2850/7010 A-2	8.50	27.90	> 36.40
2840/7010 C-1	11.30	21.70	> 33.00
2840/7020 D-1	6.40	21.60	> 28.00
2840/7020 C-1	3.50	56.50	> 60.00

C. Valle del Huasco Superior.

Sondaje	Potencia (m)		Profundidad Roca Fundamental (m)
	Unidad A	Unidad B	
2840/7050 A-1	4.80	57.20	> 62.00
2840/7020 A-2	9.50	11.20	20.70
2840/7020 A-3	4.00	46.50	> 50.50
2840/7030 A-1	9.50	20.50	30.00
2840/7030 B-1	6.20	9.65	15.00

POTENCIA DE UNIDADES ESTRATIGRAFICAS Y PROFUNDIDAD A LA ROCA FUNDAMENTAL.

SONDAJES EN EL VALLE DE HUASCO

HUASCO MEDIO (VALLENAR A FREIRINA)

Sondaje	Potencia (m)		Profundidad
	Unidad A	Unidad B	Roca Fundamental (m)
2830/7040 A - 1	10.50	0.60	> 11.10
2830/7040 A - 2	17.00	143.00	> 160.00
2830/7040 A - 3	4.50	87.50	> 87.00
2830/7040 A - 4	3.20	219.80	> 223.00
2830/7040 A - 5	7.40	18.90	> 26.30
2830/7040 A - 6	22.10	2.90	> 25.00
2830/7040 A - 7	19.30	5.70	> 25.00
2830/7040 A - 8	13.40	4.00	17.40
2830/7040 A - 9	16.00	-	16.00
2830/7040 A - 10	19.00	-	19.00
2830/7040 A - 11	12.00	13.00	25.00
2830/7040 A - 12	19.30	2.70	22.00
2830/7040 A - 13	38.00	-	38.00
2830/7040 A - 14	25.00	2.00	27.00
2830/7040 A - 15	14.00	-	14.00
2830/7040 B - 3	23.50	26.50	> 50.00
2830/7040 B - 5	25.00	-	> 25.00
2830/7040 B - 9	19.70	57.30	77.00
2830/7040 B - 11	24.50	26.50	56.00
2830/7050 A - 1	7.00	77.70	84.70
2830/7050 A - 3	15.00	23.00	38.00
2830/7050 A - 4	17.00	9.00	> 26.00
2830/7050 D1- D2	?	111.30	191.30
2830/7100 B - 1	26.00	4.00	> 30.00

TABLA DE TRANSMISIBILIDADES

(m²/día)

Sondaje	Jacob Bombeo Recuperación		Meyer	Adoptada
2820-7100 C-1			750	750
2820-7100 C-2				
2820-7100 C-3	327	452	160	450
2820-7100 C-4	346	634	310	600
2820-7100 C-5	422	487	850	600
2820-7100 C-6	280	396	500	500
2820-7110 D-3	144	255	130	250
2820-7110 D-4			150	200
2820-7110 D-6			130	200
2820-7110 D-7			780	800
2820-7110 D-8				
2820-7110 D-9			230	200
2820-7110 D-10			740	800
2820-7110 D-11			520	600
2820-7110 D-12				
2820-7110 D-13			560	600
2820-7110 D-1	853	792		850
2830-7050 A-1			210	280
2830-7050 A-2				
2830-7050 A-3			240	300
2830-7050 A-4			320	300
2830-7040 A-1	2.587	1.552	670	2.000
2830-7040 A-2	810	867	300	900
2830-7040 A-3	1.173	1.074	500	1.000
2830-7040 A-5	516	1.940	478	2.000
2830-7040 A-6			1.000	1.000
2830-7040 A-7			338	400
2830-7040 A-8			1.000	1.000
2830-7040 A-9			1.200	1.200
2830-7040 A-10			1.300	1.500
2830-7040 A-11	384	124	540	500
2830-7040 A-12	819	1.358	880	1.000
2830-7040 A-13			360	400
2830-7040 A-14			1.380	1.500
2830-7040 A-15			800	1.000
2830-7040 B-3	2.640	3.046		3.000

(Continúa)

(Continuación)

Sondaje	Jacob Bombeo Recuperación		Meyer	Adoptada
2830-7040 B-5	1.485	1.584	1.024	1.500
2830-7040 B-9			1.700	1.700
2830-7040 B-11				
2830-7100 B-1			1.600	1.600
2840-7010 C-1			2.180	2.000
2840-7020 C-1	1.050	1.900	460	2.000
2840-7020 C-2			408	500
2840-7020 C-3			2.000	2.000
2850-7020 C-2			323	400
2850-7020 C-1			2.270	2.500
2850-7020 A-1			1.700	2.000
2850-7020 C-3			2.000	2.000
2850-7010 A-1			5.000	
2850-7010 A-2			1.100	
2840-7030 B-1			45	
2840-7030 A-1			5.200	

RECUPERACIONES EN VALLENAR CAUDAL MEDIO MENSUAL(m³/s)

Año	Mes	Caudal	Año	Mes	Caudal
1969	Julio	0.156	1971	Septiembre	0.136
1969	Agosto	0.151	1971	Octubre	0.132
1969	Septiembre		1971	Noviembre	0.126
1969	Octubre	0.146	1972	Enero	0.132
1969	Noviembre	0.141	1972	Marzo	0.126
1969	Diciembre	0.127	1972	Abril	0.126
1970	Enero	0.135	1972	Mayo	0.119
1970	Febrero	0.133	1972	Junio	0.116
1970	Marzo	0.132	1972	Julio	0.139
1970	Abril	0.135	1973	Marzo	0.179
1970	Mayo	0.134	1973	Abril	0.160
1970	Junio	0.136	1973	Mayo	0.157
1970	Agosto	0.138	1973	Junio	0.155
1970	Septiembre	0.134	1973	Julio	0.157
1970	Octubre	0.133	1973	Agosto	0.156
1970	Noviembre	0.131	1973	Noviembre	0.158
1970	Diciembre	0.128	1973	Diciembre	0.158
1971	Enero	0.123	1974	Septiembre	0.166
1971	Junio	0.125	1974	Noviembre	0.165
1971	Julio	0.126	1975	Enero	0.149
1971	Agosto	0.133	1975	Marzo	0.158

VOLUMENES DE AGUA SUBTERRANEA EMBALSADOS POR SECTORES

Sector	Volumen Total (10 ⁶ m ³)	Espesor del acuí- fero (m)	Volumen Embalsado (10 ⁶ m ³)	Volumen Unitario (10 ⁶ m ³ /m)
Zona 1 (*)				
Río El Tránsito	305	25	46	1,8
Río El Carmen	156	25	23	0,9
Río Huasco (Junta - Vallenar)	239	25	36	1,4
Zona 2				
(*) Vallenar - Freirina	1.002	30	150	5,0
(**) Freirina - Huasco	789	40	7,9	0,2

(*) Se ha considerado como espesor saturado el total de la unidad A y una fracción de la unidad B.

(**) Las unidades se han considerado confinadas.

COSTO UNITARIO DE EXPLOTACION DE AGUA SUBTERRANEA

Sector	Costos Iniciales	Costos Anuales (\$)		Int. %	OP. (Hr)	Volumen (m ³)	Costo Unit. (\$/m ³)	
		Mant.	Energía Anuali.					
Vallena 1	Pozo 544.400 Bomba 214.800	4.296	243.030	162.029 207.922 255.332	10 15 20	20	648.000	0,63 0,70 0,78
	Inst. Elec. 285.120	4.296	128.622	138.486 183.663 231.575	10 15 20	12	388.800	0,70 0,81 0,94
Vallena 2	Pozo 445.500 Bomba 188.500	3.770	131.092	141.565 182.856 224.585	10 15 20	20	596.160	0,46 0,53 0,60
	Inst. Elec. 285.120	3.770	76.358	125.140 161.568 203.737	10 15 20	12	357.696	0,57 0,68 0,79
Huasco Bajo	Pozo 742.500 Bomba 263.090	5.262	243.030	199.690 257.515 317.431	10 15 20	20	648.000	0,69 0,78 0,87
	Inst. Elec. 297.112	5.262	128.622	170.854 228.523 288.333	10 15 20	12	388.800	0,78 0,93 1,09

ANALISIS BACTERIOLOGICO DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS DE AGUA

Procedencia de la Muestra	Fecha	Indice Coli N.M.P
<u>Superficiales</u>		
1) Valle El Tránsito (Agua de vertiente)	23-10-81	918
2) Valle El Tránsito (Agua de estanque)	23-10-81	918
3) Los Chorros (Dren)	27-04-82	0
4) Los Chorros (Pileta N° 1)	27-04-82	64
5) Los Chorros (Captación N° 3)	27-04-82	350
6) Los Chorros (Pileta N° 1)	17-06-82	172
7) Los Chorros (Pileta N° 1)	17-06-82	542
8) Los Chorros (Pileta N° 1)	17-06-82	221
9) Los Chorros (Dren)	17-06-82	0
10) Los Chorros (Pileta N° 1)	30-06-82	1.600
11) Los Chorros (Dren)	30-06-82	2
<u>Pozos Profundos</u>		
12) Vallendar (Pozo N° 200)	27-04-82	0
13) Vallendar (Pozo N° 792)	27-04-82	11
14) Vallendar (Pozo N° 793)	27-04-82	0
15) Vallendar (Pozo N° 200)	30-06-82	2
16) Vallendar (Pozo N° 201)	30-06-82	2
17) Vallendar (Pozo nuevo)	30-06-82	0

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS
DE AGUAS SUPERFICIALES Y DE POZO (SENDOS)

ANALISIS	PROCEDENCIA (de Este a Oeste)					
	Chigüinto (Pozo Prof.) 6/7/79	La Higuera (Pozo Prof.) 24/10/81	La Laja (Pozo Prof.) 7/7/79	Vallenar (Pozo Prof.) 1/7/80	Los Chorros (Pileta) 1/7/80	Los Chorros (Dren) 1/7/80
Color (esc. Pt-Co)	9	0	14	18	40	12
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Inodoro
Sabor	Insípido	Insípido	Insípido			
PH	7,5	7,15 (20°C)	7,55	7,9 (13,4°C)	7,9 (11,9°C)	7,9 (13°C)
Turbiedad	0,3	0,0	6,2	0,6	1,1	1,1
Conduct.Especifica (Mmho/cm)	755		1193	680	1080	1080
Oxigeno disuelto (mg/lt)	7,8 (12°C)		8,0 (12,2°C)	10,0	9,0	9,0
Dureza total (CaCO3)	460	347	640	448	520	644
Alcalinidad total (CaCO3)(mg/lt)	211	191	202	215	197	124
Silice total (SiO2)(mg/lt)	17,2	19,2	16,4	22,0	26,0	27,0
Residuo total (mg/lt)	661,4	530,0	787,6	745,0	1100,0	1363,0
Residuo en suspensión (mg/lt)	0	0	122,2	0	0	0
Residuo fijo (mg/lt)	512	485	638,3	575	748	828
Residuo volátil (mg/lt)	149	45	149,3	170	352	535

CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE MUESTRAS
REPRESENTATIVAS DE AGUAS SUPERFICIALES (DGA)

Lugar	Ph	Conductancia Específica (μ mho)	Dureza Total CaCO_3 (mg/lt)
1. Río Laguna Grande	7,70	359	159
2. Río Laguna Chica	7,85	465	149
3. Río Cazadero antes de Laguna Grande	7,90	281	136
4. Río Conay antes de río Chollay	7,90	549	406
5. Río Chollay antes de río Conay	7,85	425	229
6. Río Tránsito en Angostura	7,60	490	209
7. Río Tránsito antes de río Carmen	7,80	646	331
8. Río Carmen antes de río Tránsito	7,90	685	320,8
9. Río Carmen en San Félix	7,80	690	315
10. Quebrada Pinto antes de río Tránsito	8,15	295	142
11. Río Huasco en Algodones	7,78	760	331,5
12. Río Huasco en Sta. Juana	7,75	753	340
13. Río Huasco en Nicolasa	7,70	3.853	1.280
14. Río Huasco en Freirina	7,70	4.275	1.407
15. Vertiente Huasco en Freirina	7,65	3.240	911
16. Agua potable Vallenar	8,05	850	278

Fuente: Dirección General de Aguas

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE MUESTRAS REPRESENTATIVAS
DE AGUAS SUPERFICIALES Y DE POZO (SENDOS)

ANALISIS	PROCEDENCIA (de Este a Oeste)					
	Chigüinto (Pozo Prof.)	La Higuera (Pozo Prof.)	La Laja (Pozo Prof.)	Vallenar (Pozo Prof.)	Los Chorros (Pileta)	Los Chorros (Dren)
	6/7/79	24/10/81	7/7/79	1/7/80	1/7/80	1/7/80
ANIONES (mg/lit)						
Bicarbonato (HCO ₃)	-	233	246,4	257,4	234,2	148,8
Carbonato (CO ₃)	0	-	-	2,4	3,0	1,2
Cloruros (Cl)	26	11,2	32	32	254	294
Fluoruros (F)	-	0,5	-	-	-	-
Nitrato (N)	0,5	0,2	0,05	0,6	0,9	2,8
Nitrito (N)	0	0,009	0	0	0,023	0
Ortofosfato (PO ₄)	0	0,08	0	0,02	0,04	0,02
Sulfato (SO ₄)	187	248	282	270	140	230
CATIONES (mg/lit)						
Aluminio (Al)	0	0,02	0	-	-	-
Amonio (N)	0,12	0,06	0,3	0	0,1	0
Calcio (Ca)	160	46,6	201,6	148,8	140,8	180,8
Zinc (Zn)	-	0	-	0	0	0
Cobre (Cu)	0,012	0	0,012	0,006	0,04	0,004
Hierro disuelto (Fe)	-	0,03	-	0,02	0	0
Magnesio (Mg)	14,5	3,3	32,9	18,4	40,7	46,5
Manganeso (Mn)	0	0	0,02	0,1	0,6	0
Potasio (K)	-	-	-	-	-	-
Sodio (Na)	-	-	-	-	-	-
Hierro total (Fe)	-	-	-	0,05	0,03	0,01
TOXICOS (mg/lit)						
Arsenio (As)	0	0	0	0	0	0
Bario (Ba)	-	-	-	0	0	0
Cadmio (Cd)	-	-	-	0	0	0
Cromo hexaval.(Cr)	0,03	0	0	0	0	0
Plata (Ag)	-	-	-	0	0	0
Plomo (Pb)	-	-	-	0	0	0,003
Selenio (Se)	-	-	-	0	0	0
Cianuro (CN)	-	-	-	0	0	0
Fenoles	-	-	-	0	0	0

CARACTERISTICAS QUIMICAS DE MUESTRAS
REPRESENTATIVAS DE AGUAS SUPERFICIALES
(DIRECCION GENERAL DE AGUAS)

Lugar	Aniones		Cationes		Tóxico
	Cloruros Cl (mg/l)	Sulfato SO ₄ (mg/l)	Calcio Ca (mg/l)	Magnesio Mg (mg/l)	Arsenio As (mg/l)
1. Río Laguna Grande	17,4	57,7	39,3	14,8	-
2. Río Laguna Chica	52,1	73,0	39,2	12,4	-
3. Río Cazadero antes de Laguna Grande	13,8	26,9	34,8	11,9	-
4. Río Conay antes de río Chollay	31,6	126,8	73,4	54,3	-
5. Río Chollay antes de río Conay	18,6	131,6	66,2	15,5	0,000
6. Río Tránsito en Angostura	16,7	109,8	60,4	14,3	0,003
7. Río Tránsito antes de río Carmen	25,5	166,8	88,9	26,5	0,002
8. Río Carmen antes de río Tránsito	16,3	208,0	72,4	34,1	0,003
9. Río Carmen en San Félix	19,0	209,0	90,1	21,9	0,006
10. Quebrada Pinto antes de río Tránsito	2,5	20,2	44,9	7,2	-
11. Río Huasco en Algodones	22,41	221,8	90,6	25,6	0,003
12. Río Huasco en Sta. Juana	25,54	208,7	96,8	24,0	0,003
13. Río Huasco en Nicolasa	787,3	787,7	341,4	104,0	0,003
14. Río Huasco en Freirina	935,5	838,1	361,7	122,6	0,047
15. Vertiente Huasco en Freirina	646,3	690,7	240,2	75,8	-
16. Agua potable Vallenar	38,6	270,6	71,2	24,4	-

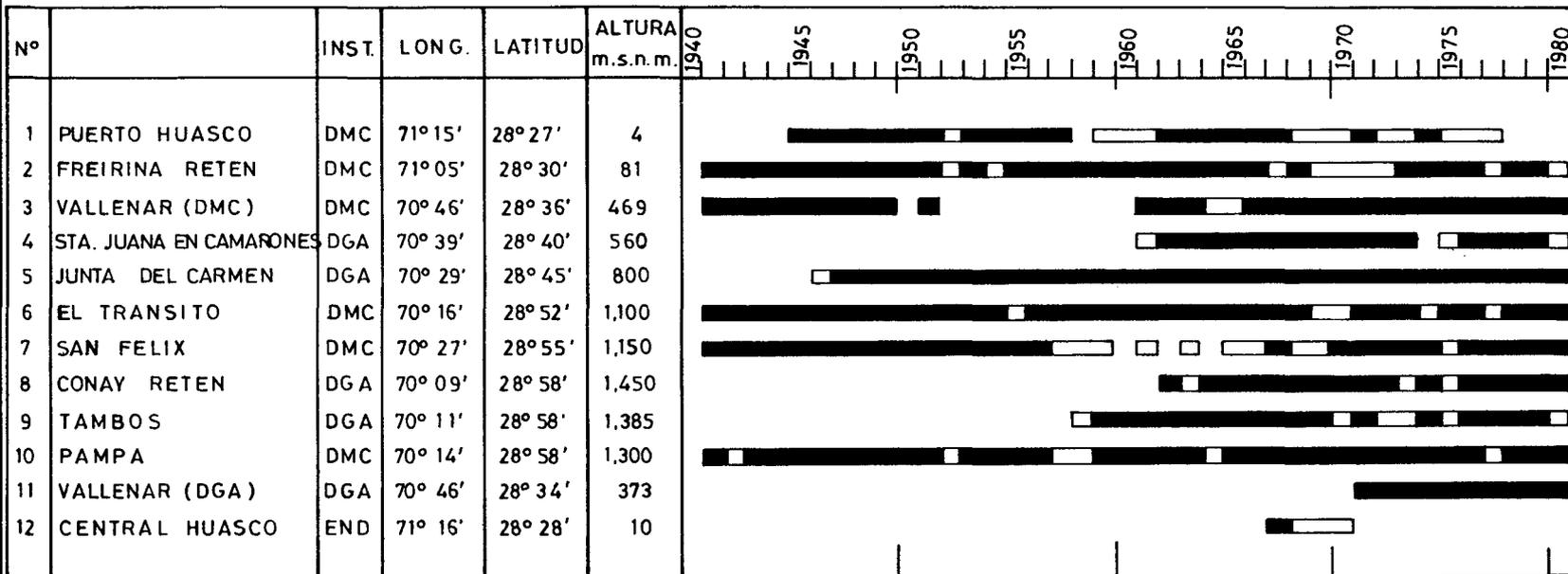
DETERMINACIONES ANALITICAS EN MUESTRAS DE AGUAS DE RIEGO

Muestra N°	pH	Sólidos disueltos Totales (mg/l)	Sólidos suspensi- didos (mg/l)	Conducti- vidad específi- ca (µmho/cm)	Cationes (meq/l)					Aniones (meq/l)			%
					Na	K	Ca	Mg	Total	Cl	SO ₄	HCO ₃	Na
I	8.23	320	N.D.	780	1,20	0,06	4,75	0,96	6,97	0,39	2,77	3,7	17
II	6.88	390	N.D.	850	1,0	0,06	5,25	1,29	7,60	0,22	3,70	3,4	13
III	8.19	410	N.D.	730	1,0	0,06	5,0	1,08	7,14	0,31	3,08	3,2	14
IV	8.12	370	N.D.	690	1,10	0,06	4,50	1,04	6,70	0,34	3,10	3,2	16
V	6.78	370	N.D.	790	1,20	0,06	5,25	1,17	7,68	0,36	3,06	3,2	15
VI	6.54	380	30	720	1,10	0,06	4,25	1,08	6,49	0,31	4,87	3,0	17
VII	6.82	370	130	780	1,35	0,07	4,5	1,17	7,09	0,39	3,25	3,4	19
VIII	7.05	1.110	60	1.830	9,28	0,17	7,25	2,08	18,78	3,24	9,64	5,0	49
IX	6.98	1.400	40	2.110	8,35	0,14	9,25	2,92	20,66	4,93	11,18	4,6	40
X	7.00	2.830	100	4.530	22,74	0,27	15,85	6,08	44,94	17,54	20,73	3,6	51
XI	7.01	2.380	110	3.930	17,16	0,22	13,35	5,42	36,15	16,16	16,29	4,1	47

RESULTADOS DE CLASIFICACION DE CALIDAD DEL AGUA
DE RIEGO SEGUN DIFERENTES CRITERIOS

N° Muestra	Ubicación Aproximada	Criterio de Clasificación				
		I	II	III	IV	V
I	Río Tránsito, cerca de la Junta	0,70	0,0	2-3	2,22	C3-S1
II	Río Carmen, cerca de la Junta	0,55	0,0	2-3	2,35	C3-S1
III	La Verbena al poniente de Santa Juana	0,60	0,0	2-3	2,14	C2-S1
IV	Canal Compañía, al poniente de Santa Juana	0,70	0,0	2-3	2,20	C2-S1
V	Canal Ventana, Vallenar	0,70	0,0	2-3	2,43	C3-S1
VI	Canal Compañía, altura de Vallenar	0,70	0,0	2-3	2,24	C2-S1
VII	Cerca de cruce c/Panamericana	0,80	0,0	2-3	2,59	C3-S1
VIII	Cerca de Maitencillo	4,30	0,0	3	11,53	C3-S1
IX	Canal Nicolasa, cerca Maitencillo	3,50	0,0	3	11,41	C3-S1
X	Cerca de Freirina	6,90	0,0	3	29,09	C4-S2
XI	Cerca de Huasco Bajo (Bellavista)	5,60	0,0	3	22,80	C4-S2

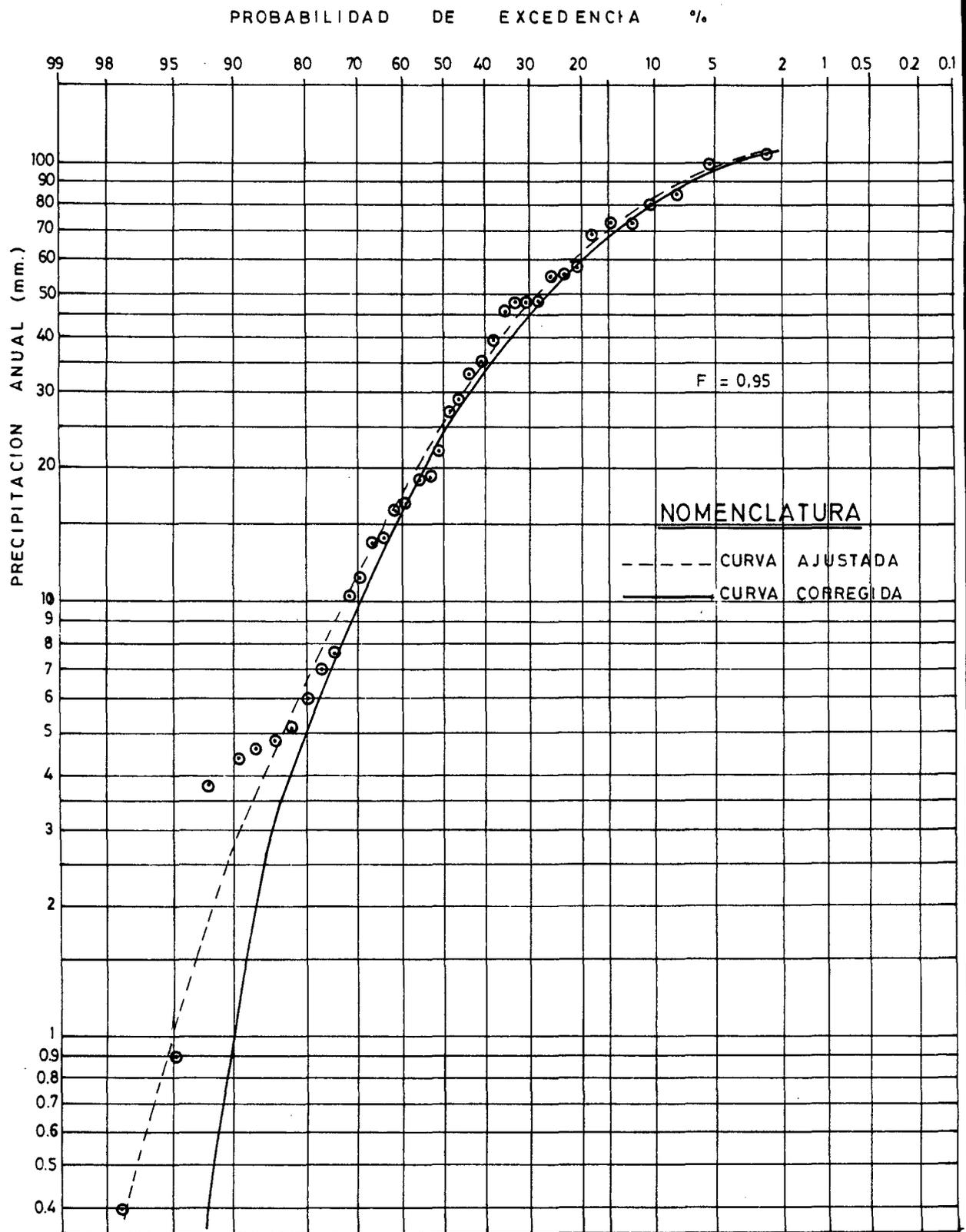
ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS EXISTENTES



NOMENCLATURA :

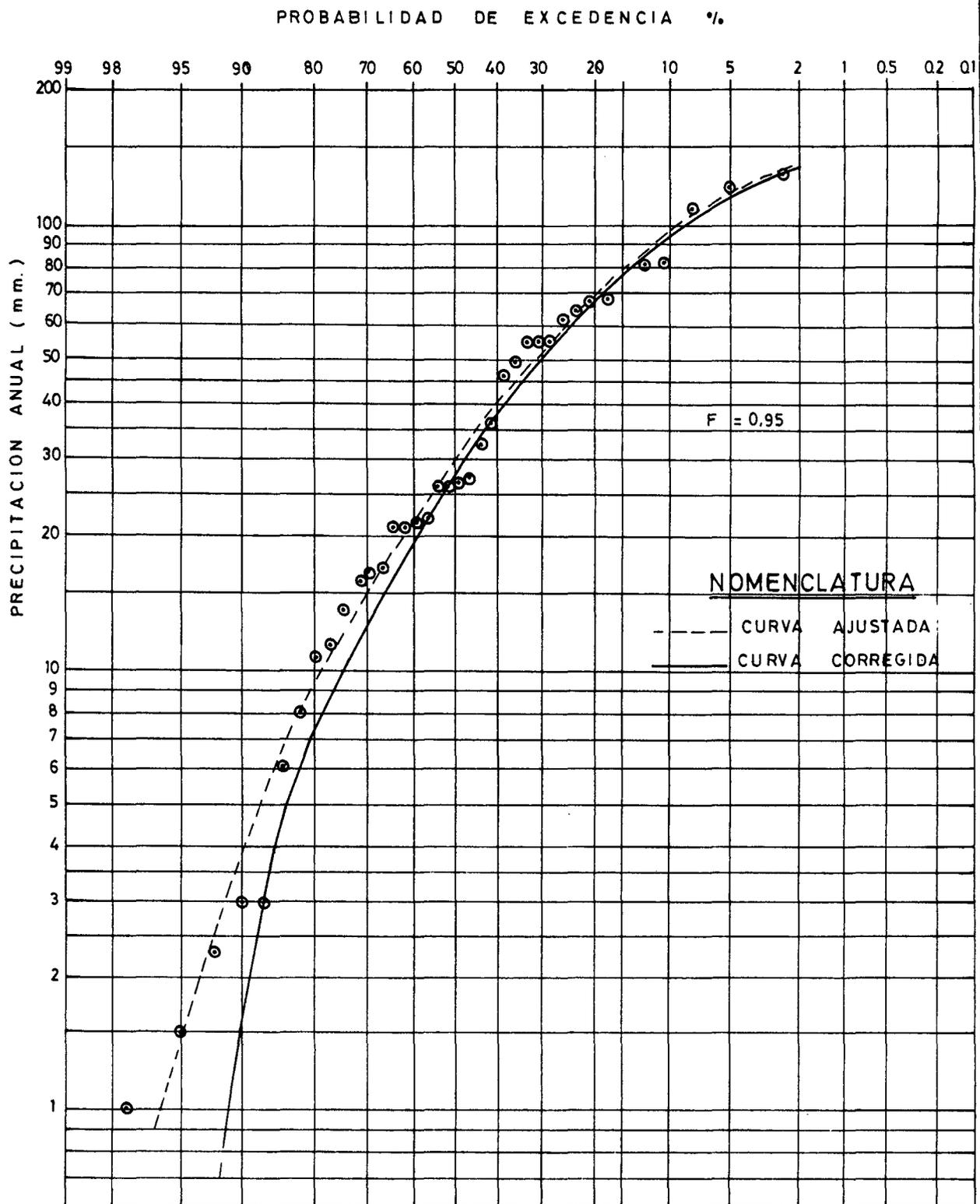
-  AÑO COMPLETO
-  AÑO INCOMPLETO
-  AÑO NO MEDIDO

FIGURA Nº III. D. 1 - 1



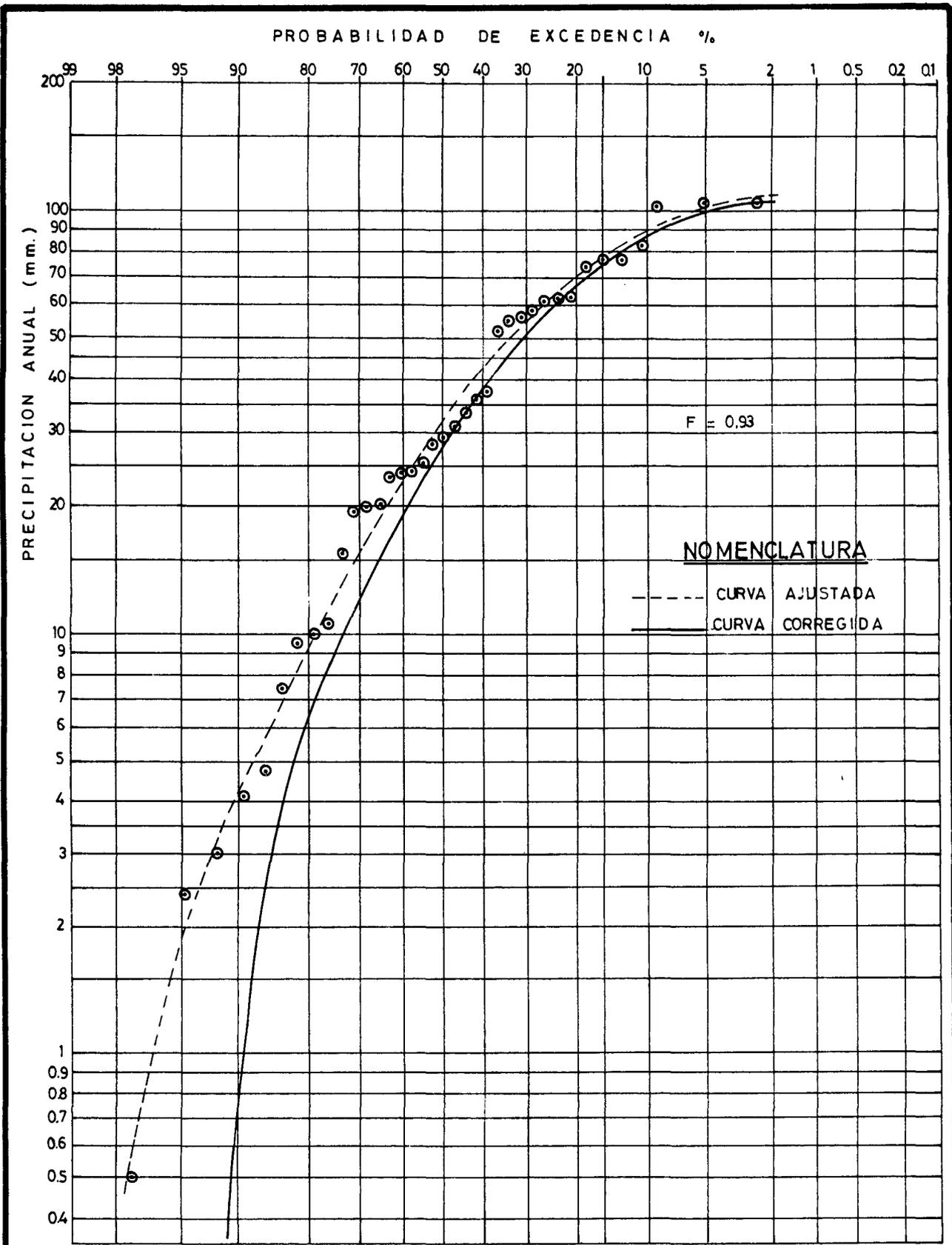
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
 PUERTO HUASCO

FIGURA Nº III.D.1 - 3



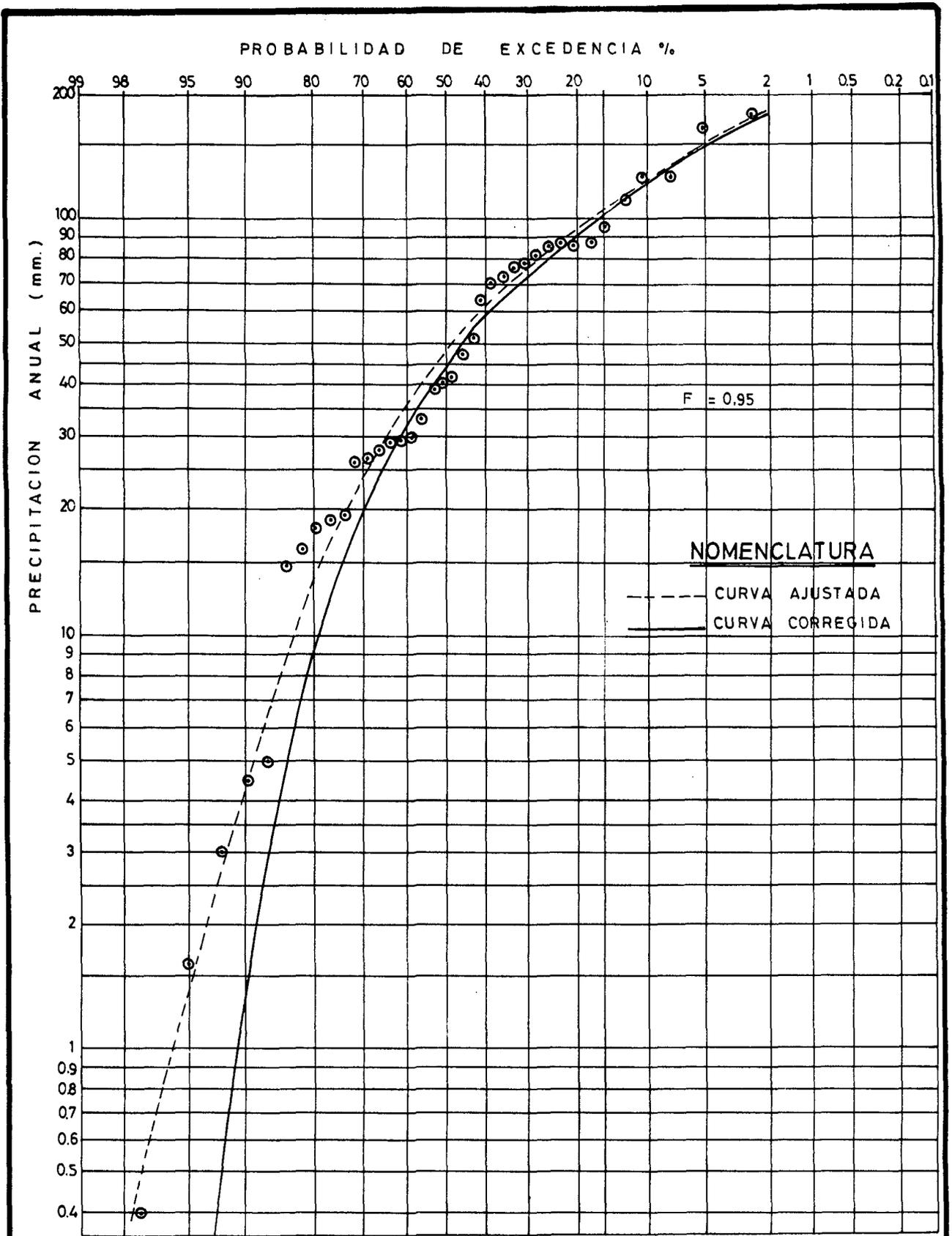
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
FREIRINA RETEN

FIGURA Nº III. D.1-4



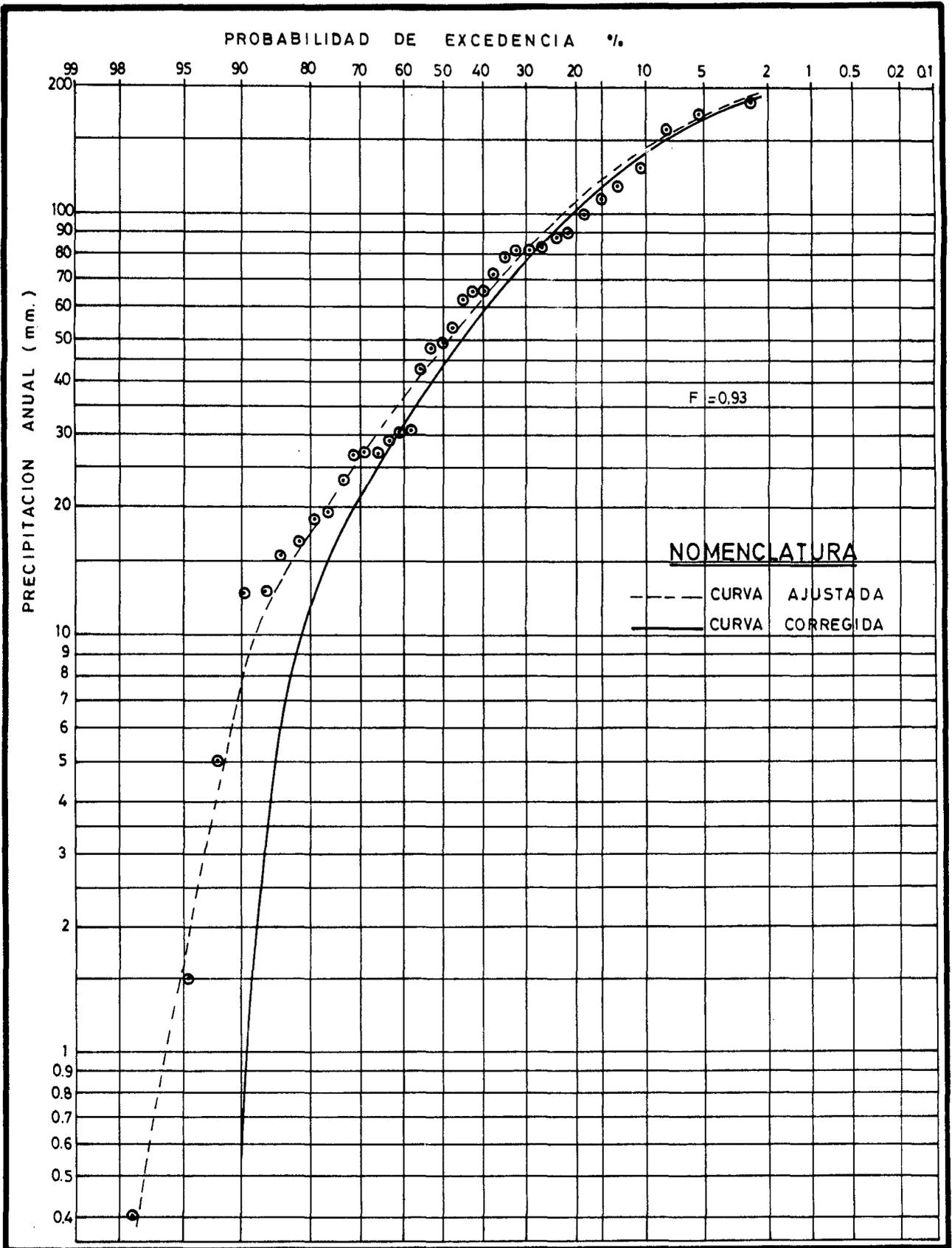
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES VALLENAR

FIGURA Nº III. D.1 - 5



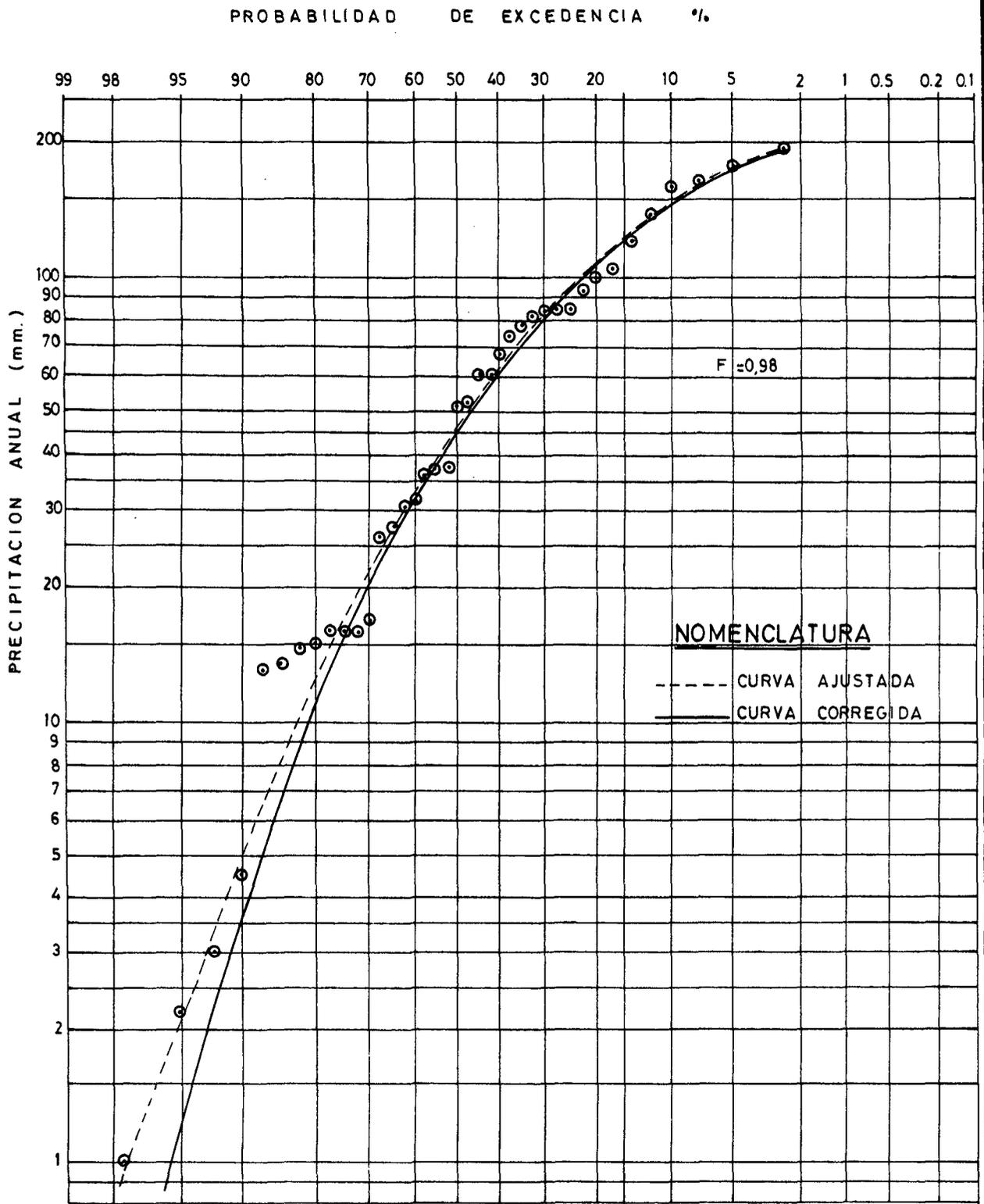
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
STA. JUANA EN CAMARONES

FIGURA Nº III. D. 1 - 6



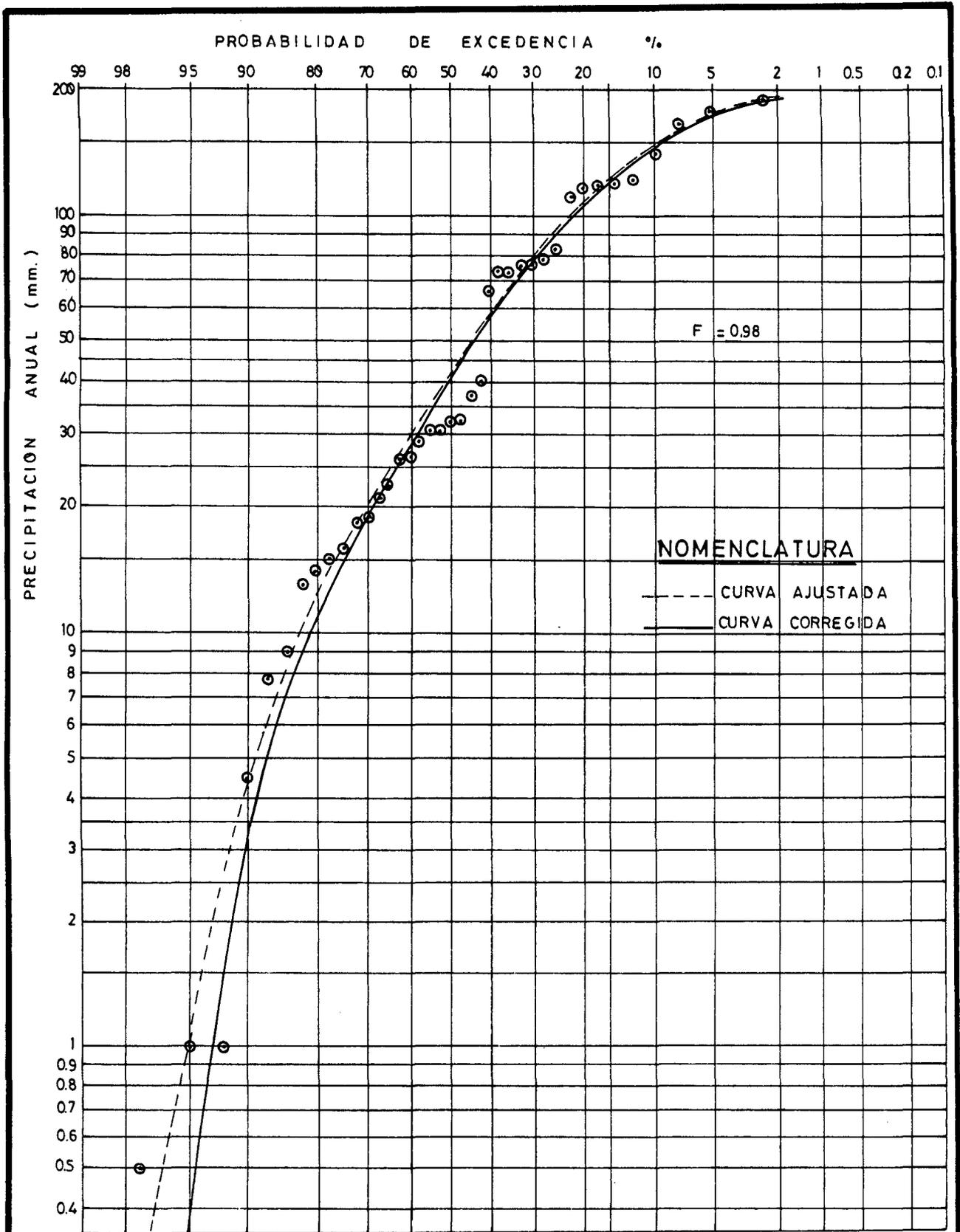
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES JUNTAS DEL CARMEN

FIGURA Nº III. D.1 - 7



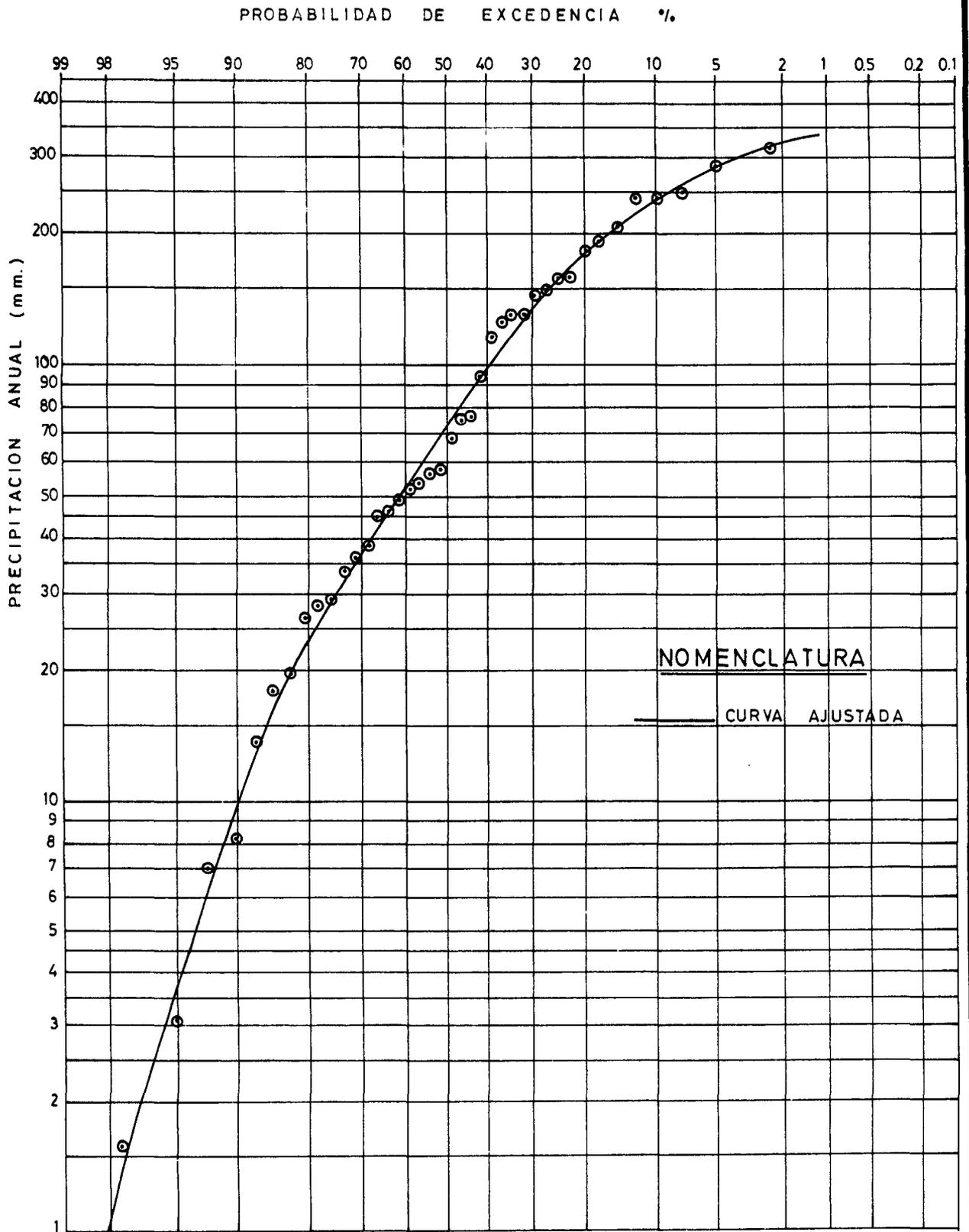
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES EL TRANSITO

FIGURA Nº III. D.1 - 8



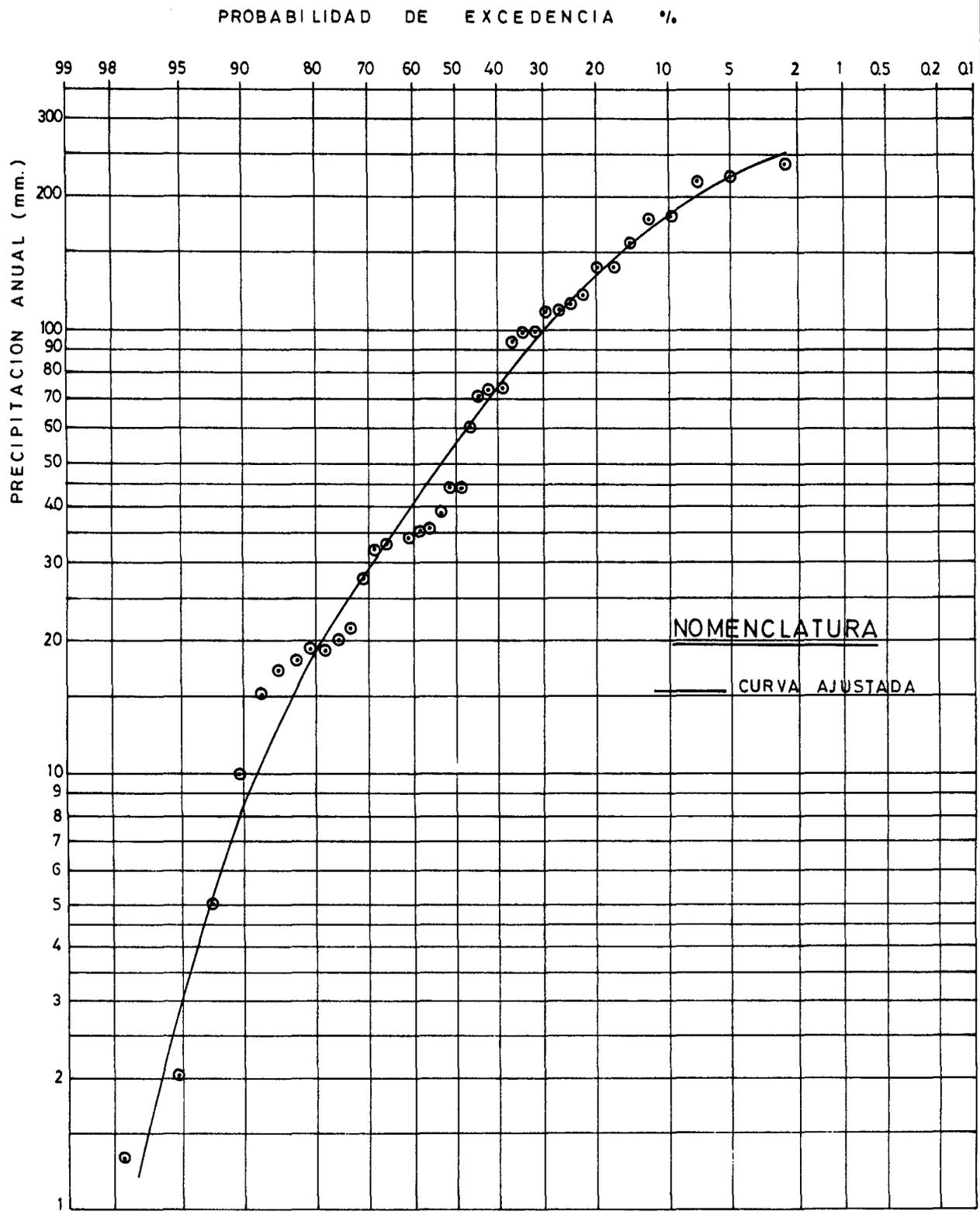
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
SAN FELIX

FIGURA Nº III. D.1 - 9



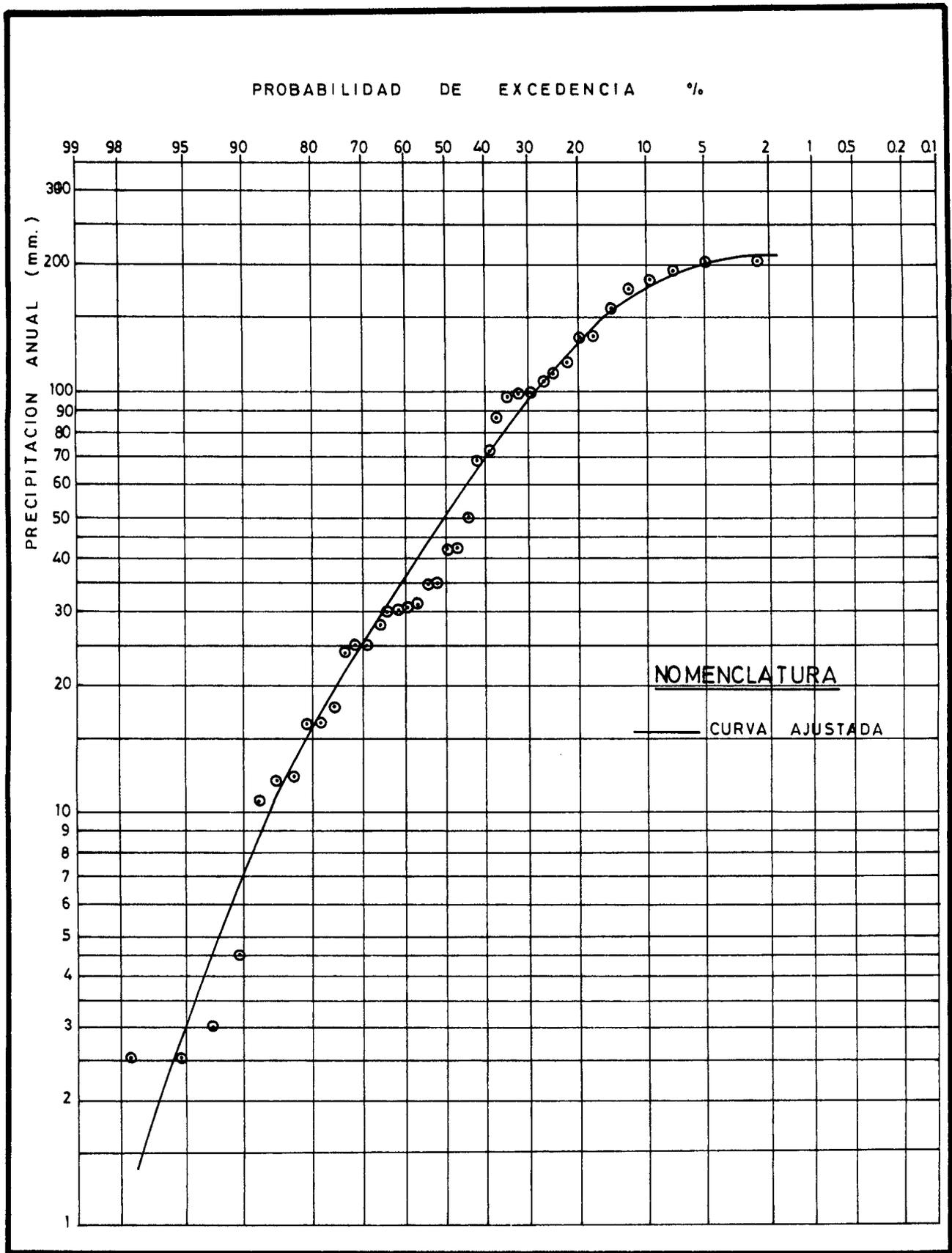
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
 CONAY RETEN

FIGURA Nº III. D. 1 - 10



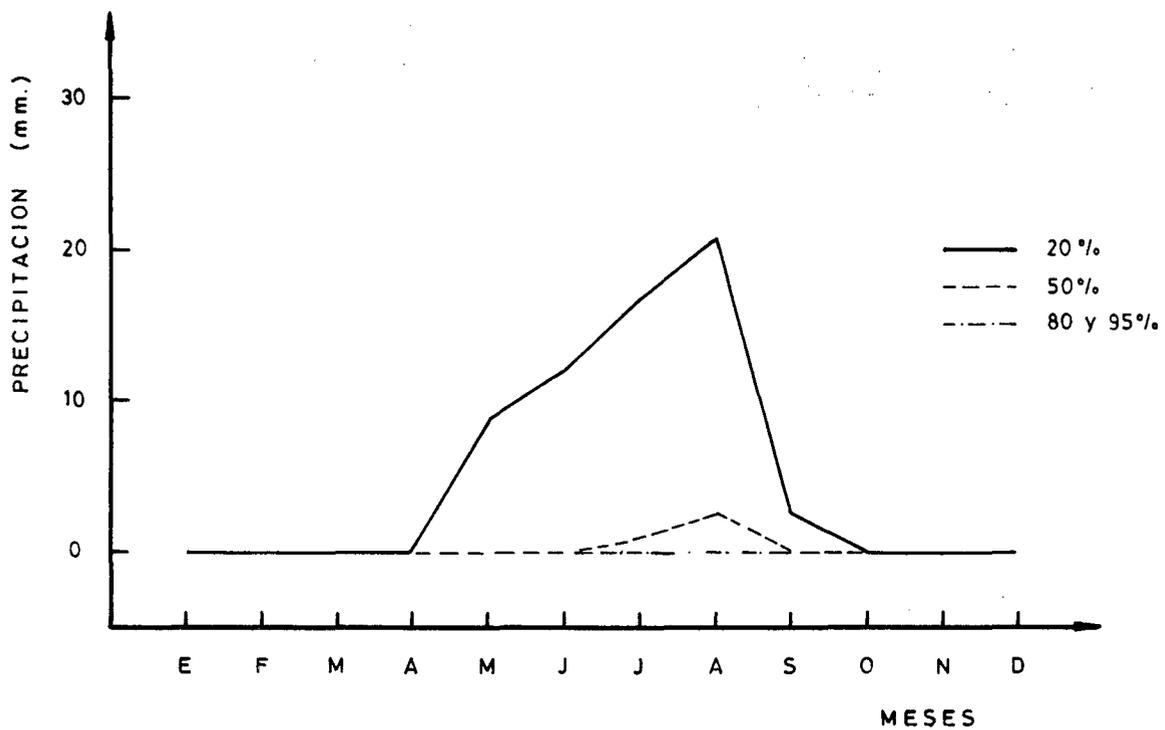
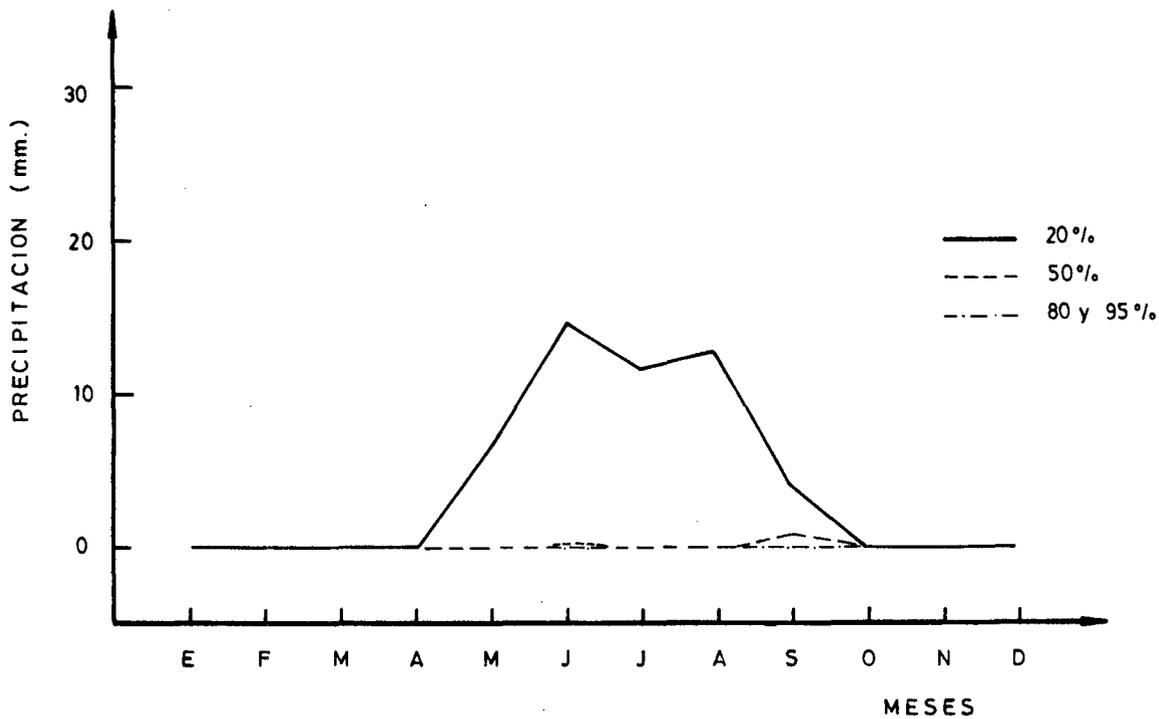
ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUALES
 LOS TAMBOS

FIGURA Nº III.D.1-11



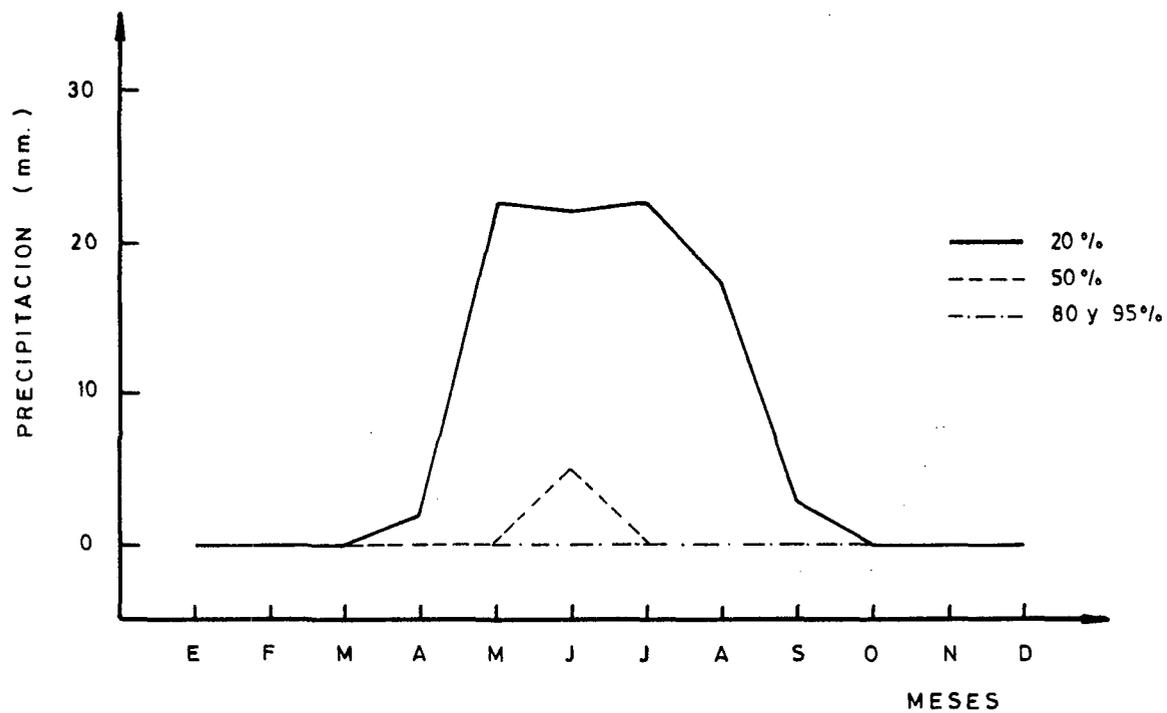
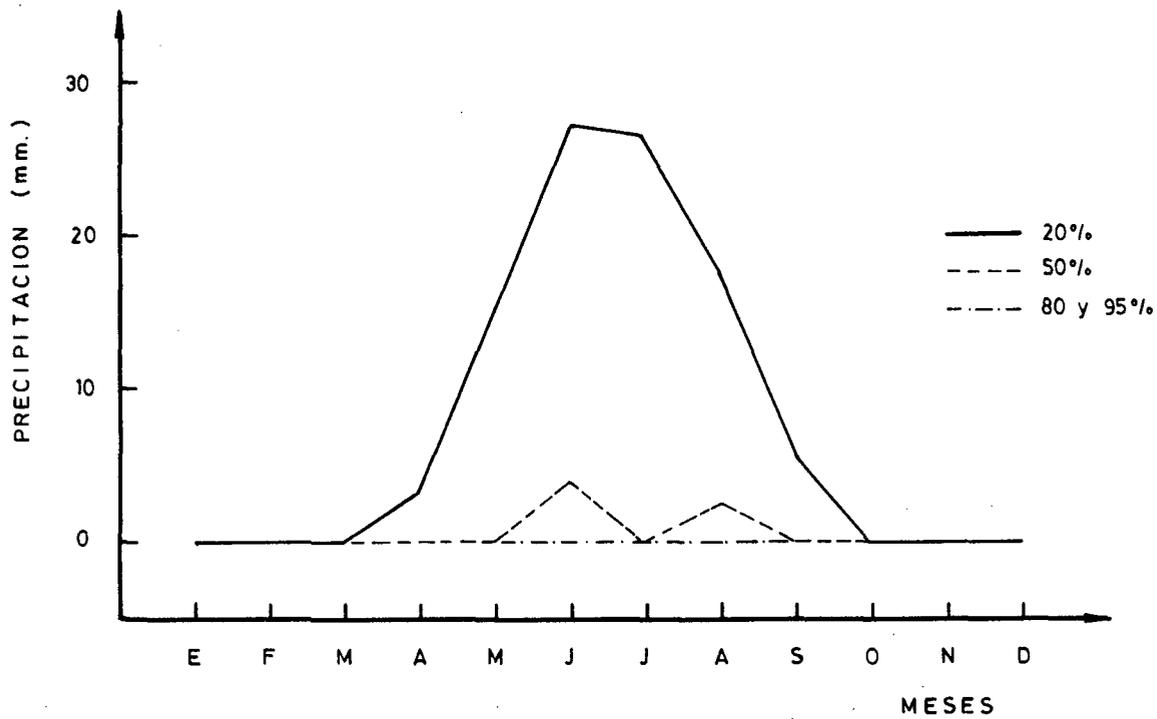
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES ANUAL LA PAMPA

FIGURA Nº III. D.1 -12



PUERTO HUASCO
 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
 VALLENAR
 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

FIGURA Nº III.D.1 - 13

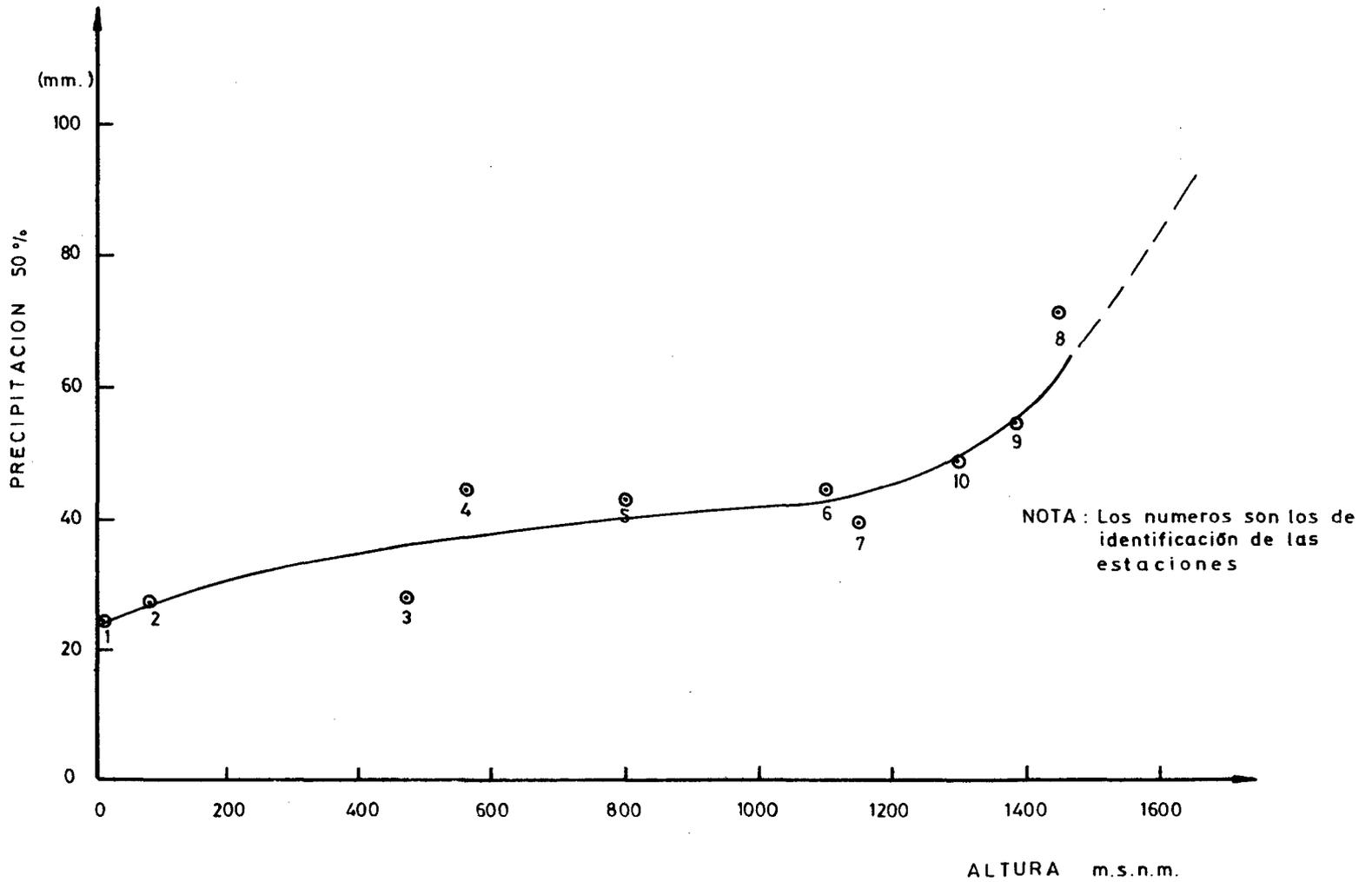


EL TRANSITO
 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL
 SAN FELIX
 CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

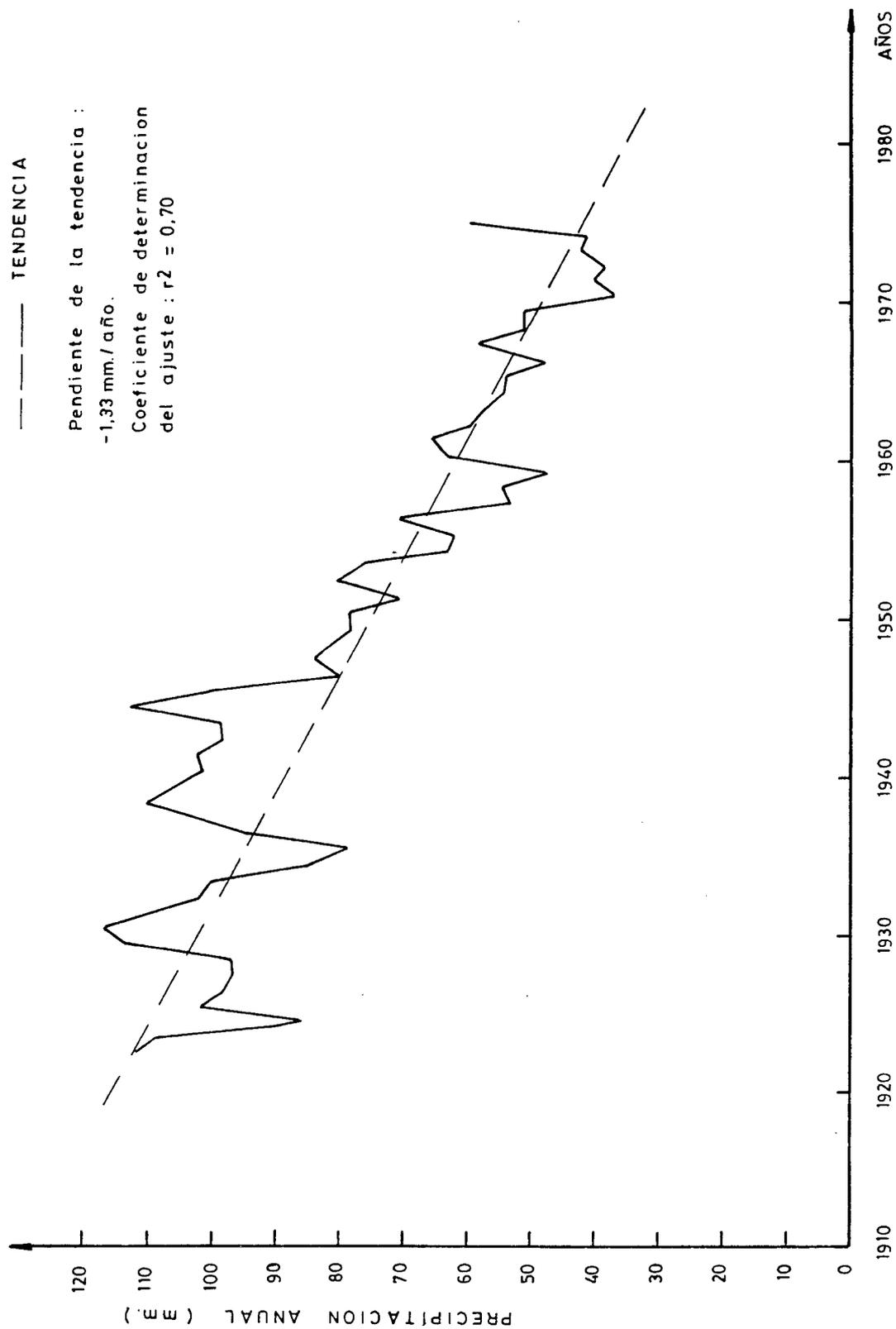
FIGURA Nº III.D.1-14

RELACION PRECIPITACION ANUAL 50%
EN FUNCION DE ALTURA SOBRE NIVEL DEL MAR

FIGURA Nº III. D.1 - 15



— PROM. MOV.
 - - - TENDENCIA
 Pendiente de la tendencia :
 -1,33 mm./año.
 Coeficiente de determinacion
 del ajuste : $r^2 = 0,70$

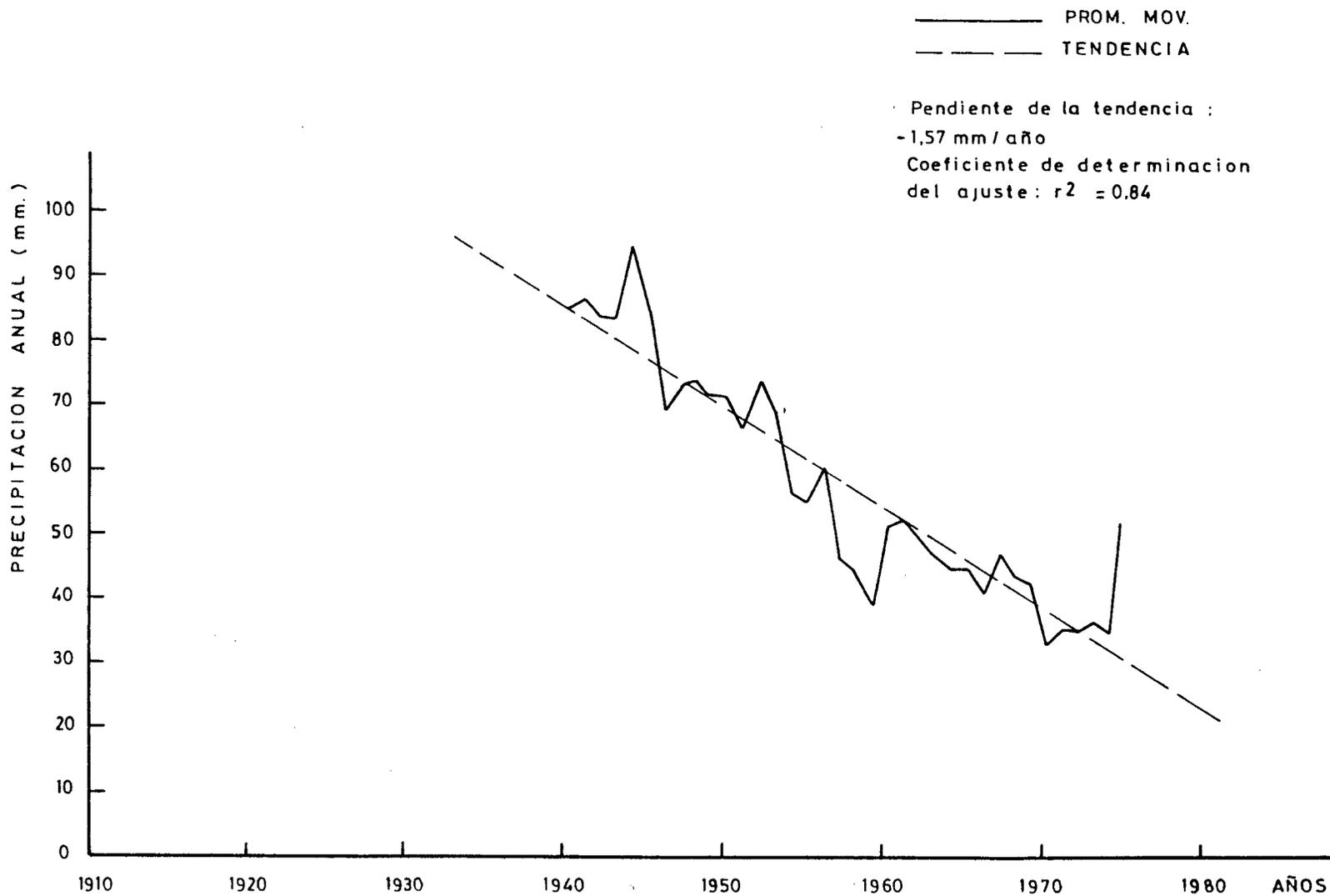


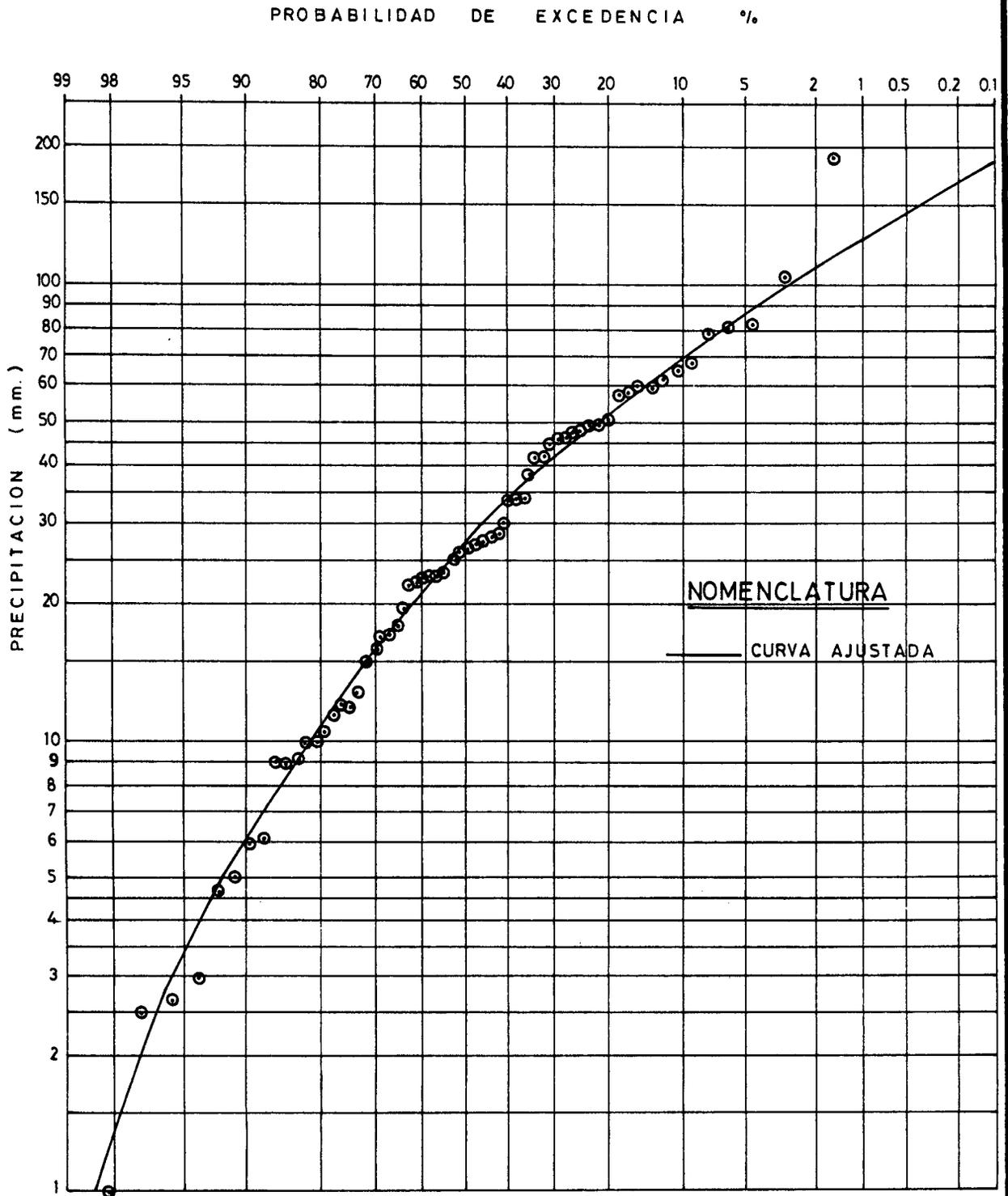
PROMEDIOS MOVILES 10 AÑOS
 ESTACION PLUVIOMETRICA LA PAMPA
 (AÑO INICIO CALCULO PROMEDIOS MOVILES, 1918)

FIGURA Nº III.D.1-16

PROMEDIOS MOVILES 10 AÑOS
ESTACION PLUVIOMETRICA EL TRANSITO
(AÑO INICIO CALCULO PROMEDIOS MOVILES, 1936)

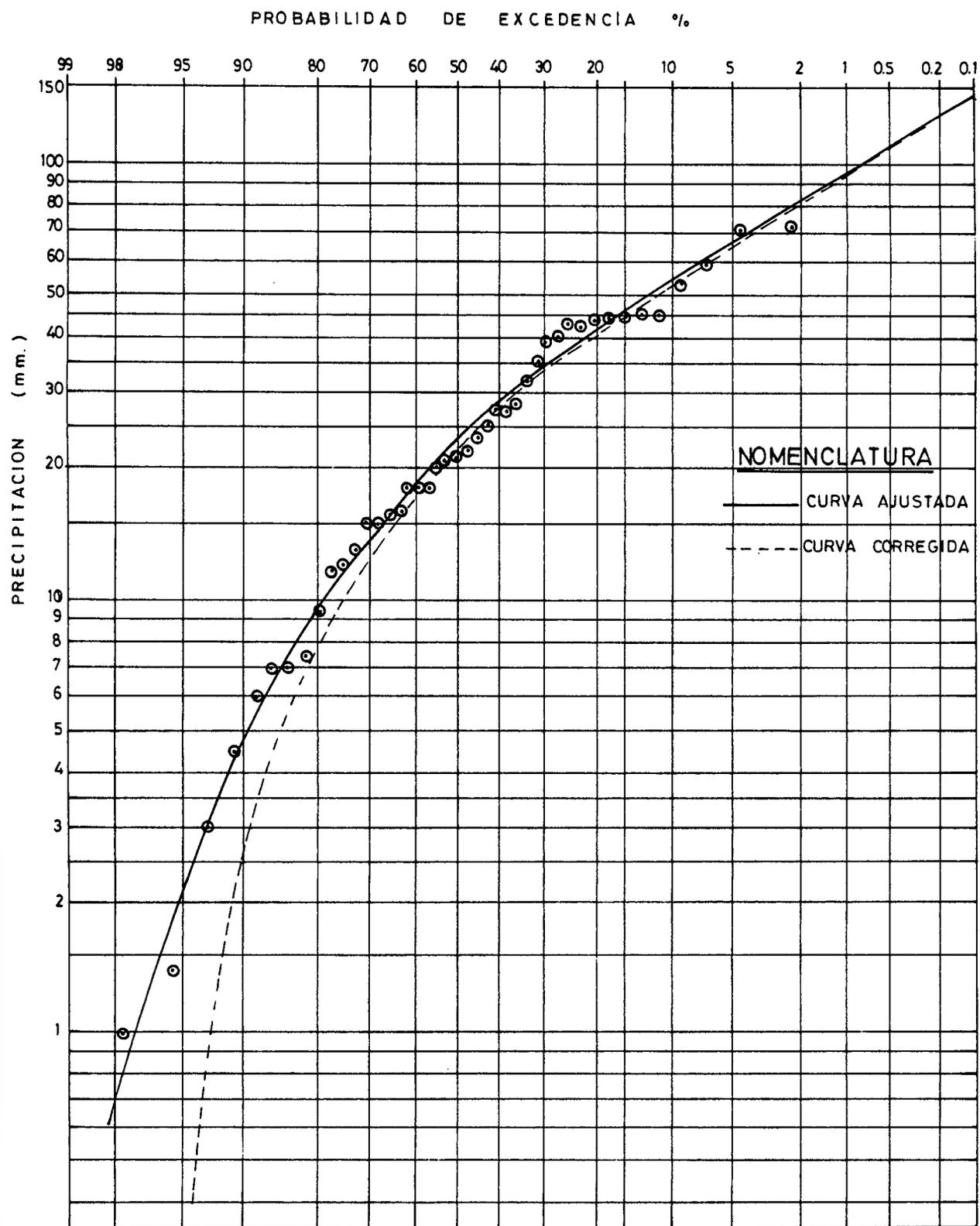
FIGURA Nº III.D.1-17





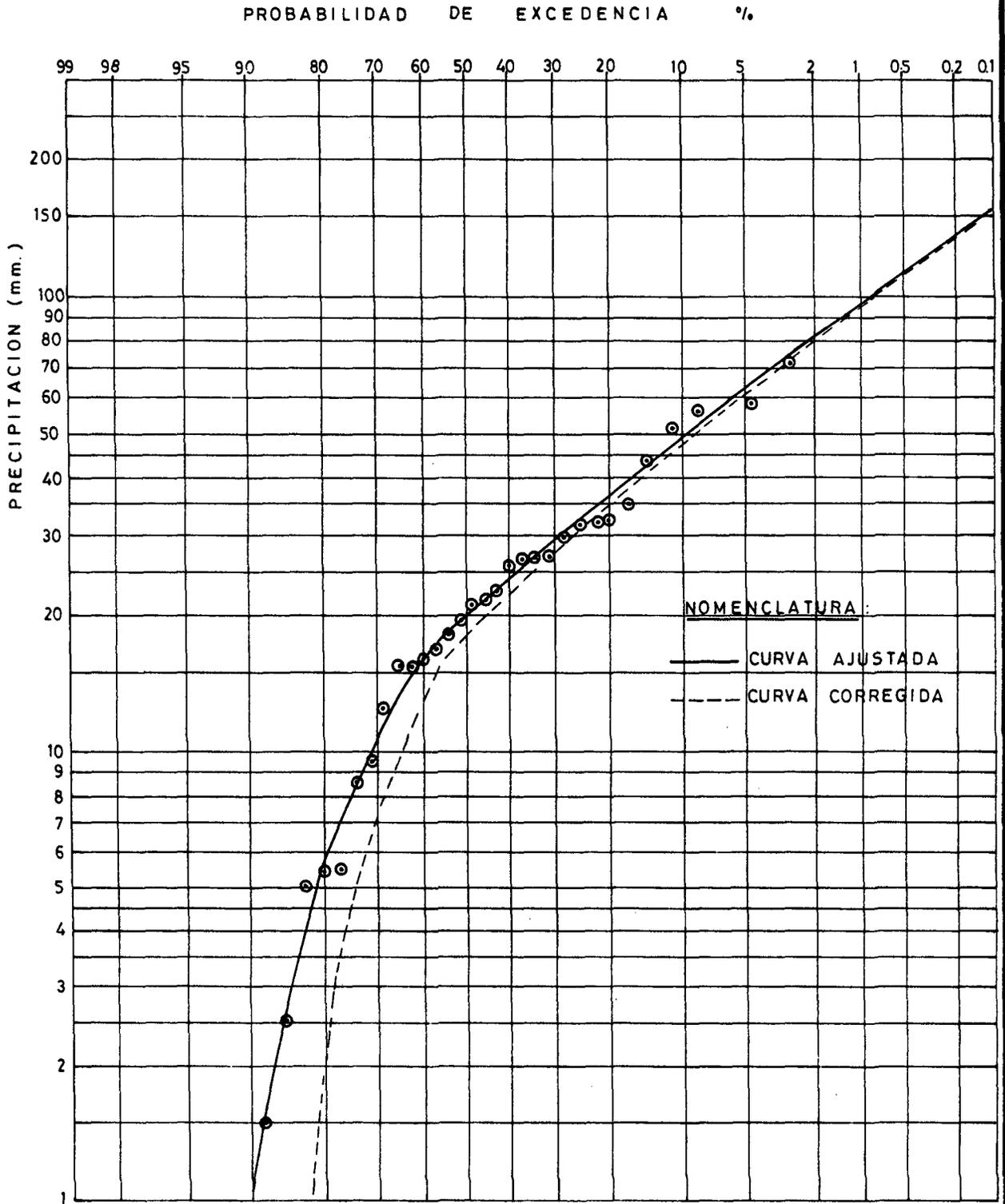
ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES
 MÁXIMAS ANUALES EN 24 HORAS
 ESTACION: LA PAMPA

FIGURA Nº III. D. 1-18



ANÁLISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES
 MÁXIMAS EN 24 HORAS
 ESTACION : EL TRANSITO

FIGURA Nº III. D. 1-19



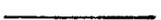
ESTACION: JUNTAS DEL CARMEN
 ANALISIS DE FRECUENCIA DE PRECIPITACIONES
 MAXIMAS ANUALES EN 24 HORAS

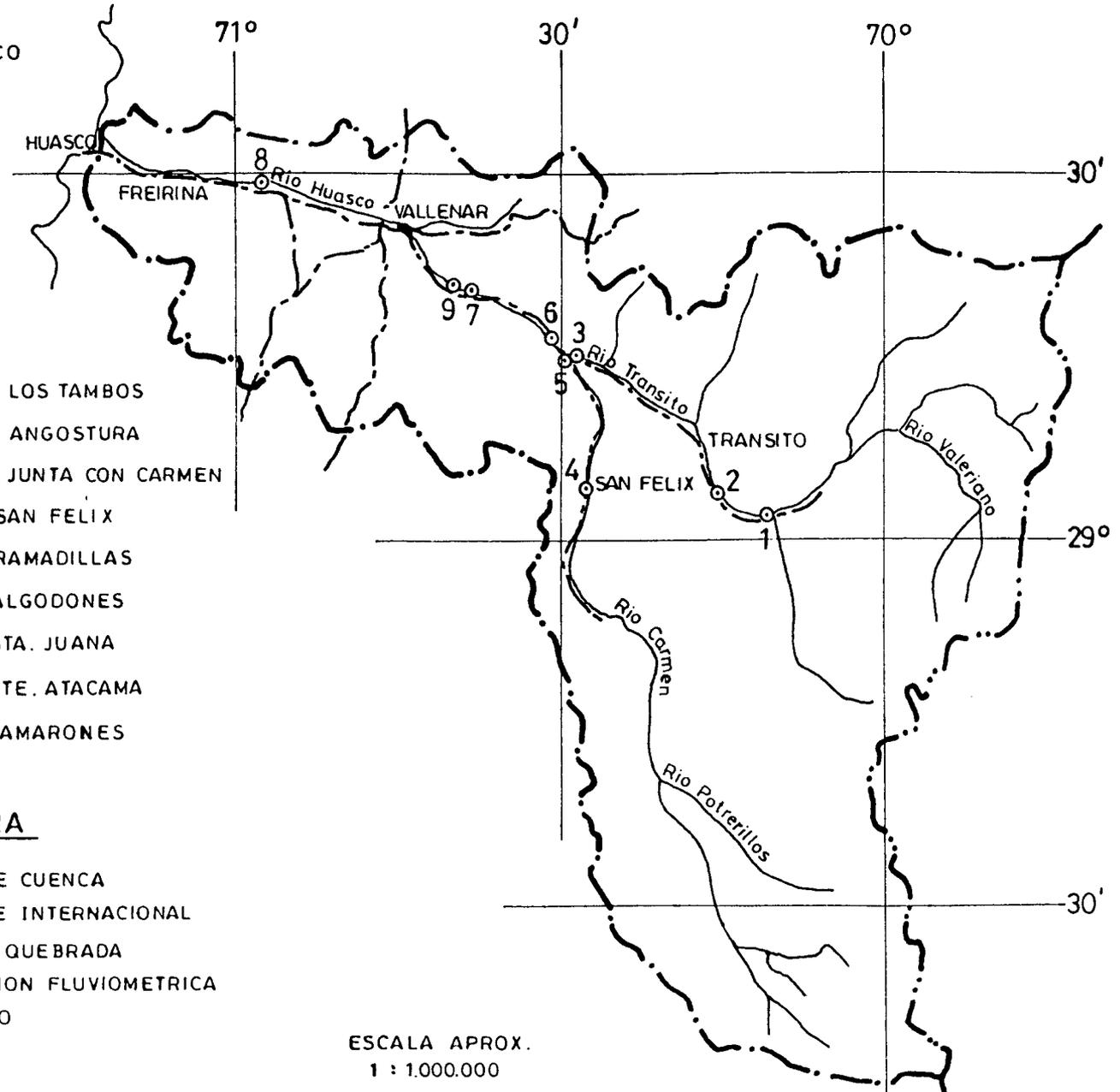
FIGURA Nº III.D.1 - 20

PLANO UBICACION DE ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

Nº	ESTACION
1	TRANSITO EN LOS TAMBOS
2	TRANSITO EN ANGOSTURA
3	TRANSITO EN JUNTA CON CARMEN
4	CARMEN EN SAN FELIX
5	CARMEN EN RAMADILLAS
6	HUASCO EN ALGODONES
7	HUASCO EN STA. JUANA
8	HUASCO EN PTE. ATACAMA
9	HUASCO EN CAMARONES

NOMENCLATURA

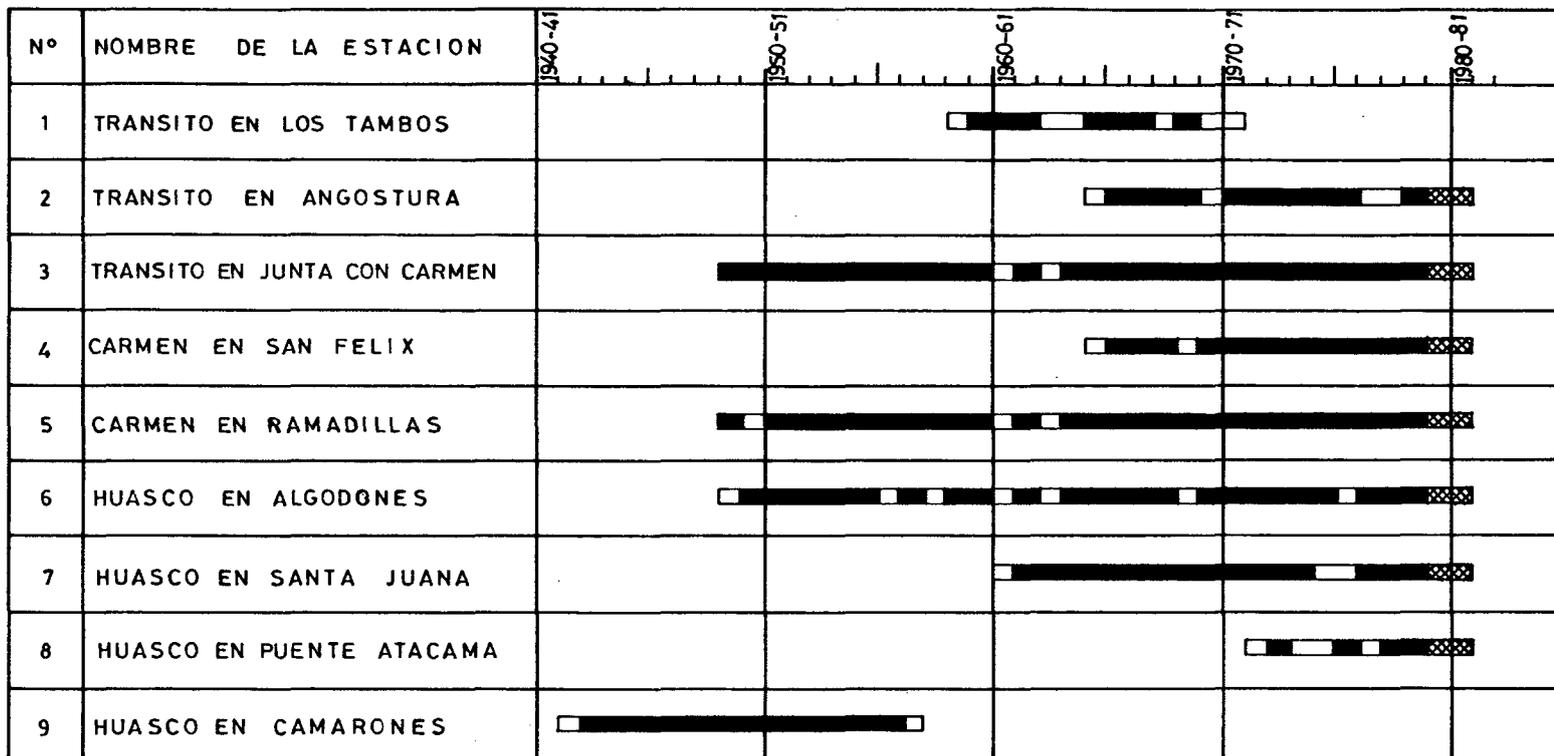
	LIMITE CUENCA
	LIMITE INTERNACIONAL
	RIO Y QUEBRADA
	ESTACION FLUVIOMETRICA
	CAMINO



ESCALA APROX.
1 : 1.000.000

FIGURA Nº III.D.2-1

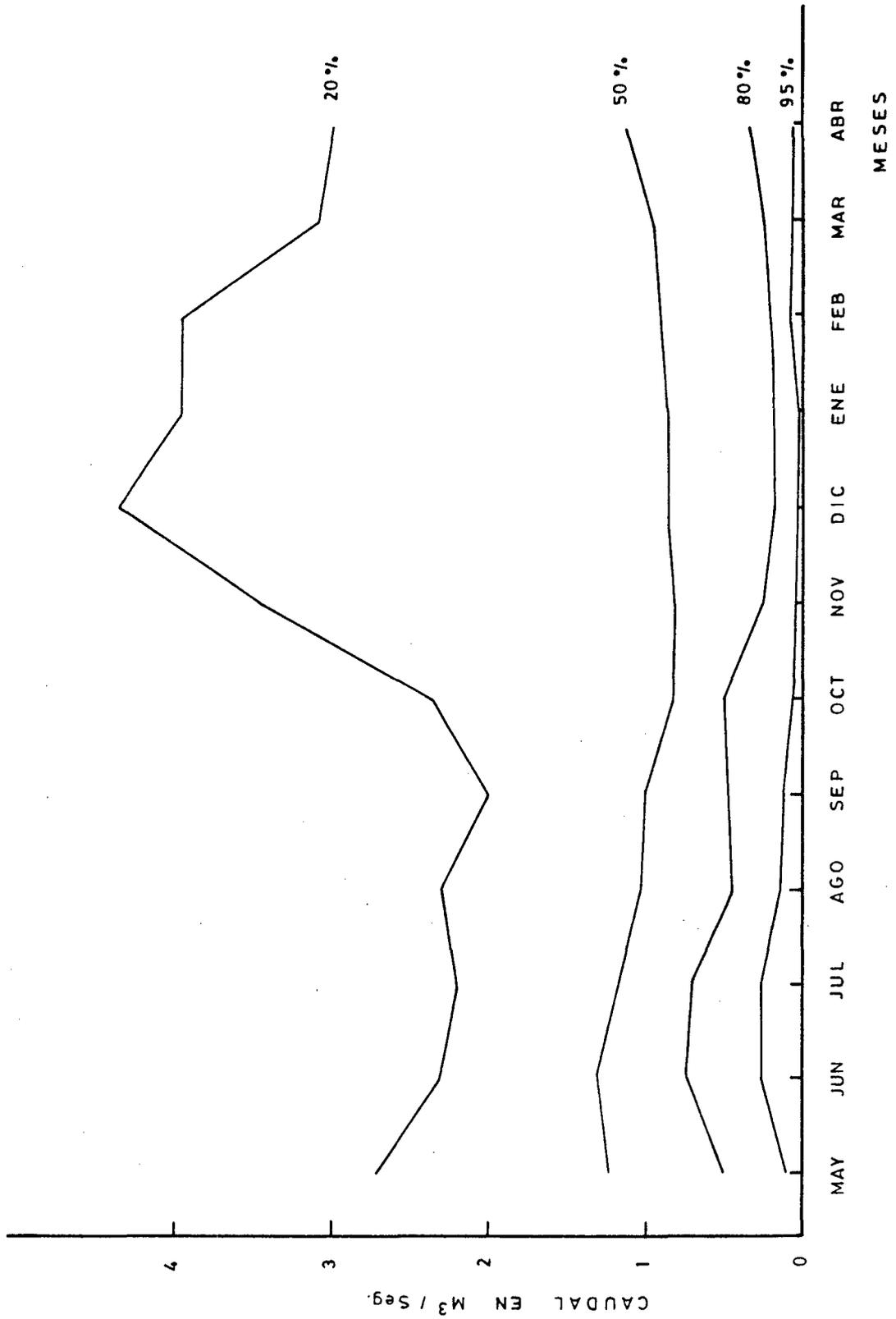
**ESTACIONES FLUVIOMETRICAS
 HOYA DEL RIO HUASCO
 LONGITUD DEL PERIODO DE ESTADISTICA**



■ : AÑO COMPLETO
 □ : AÑO INCOMPLETO
 ▨ : AÑO NO TRADUCIDO

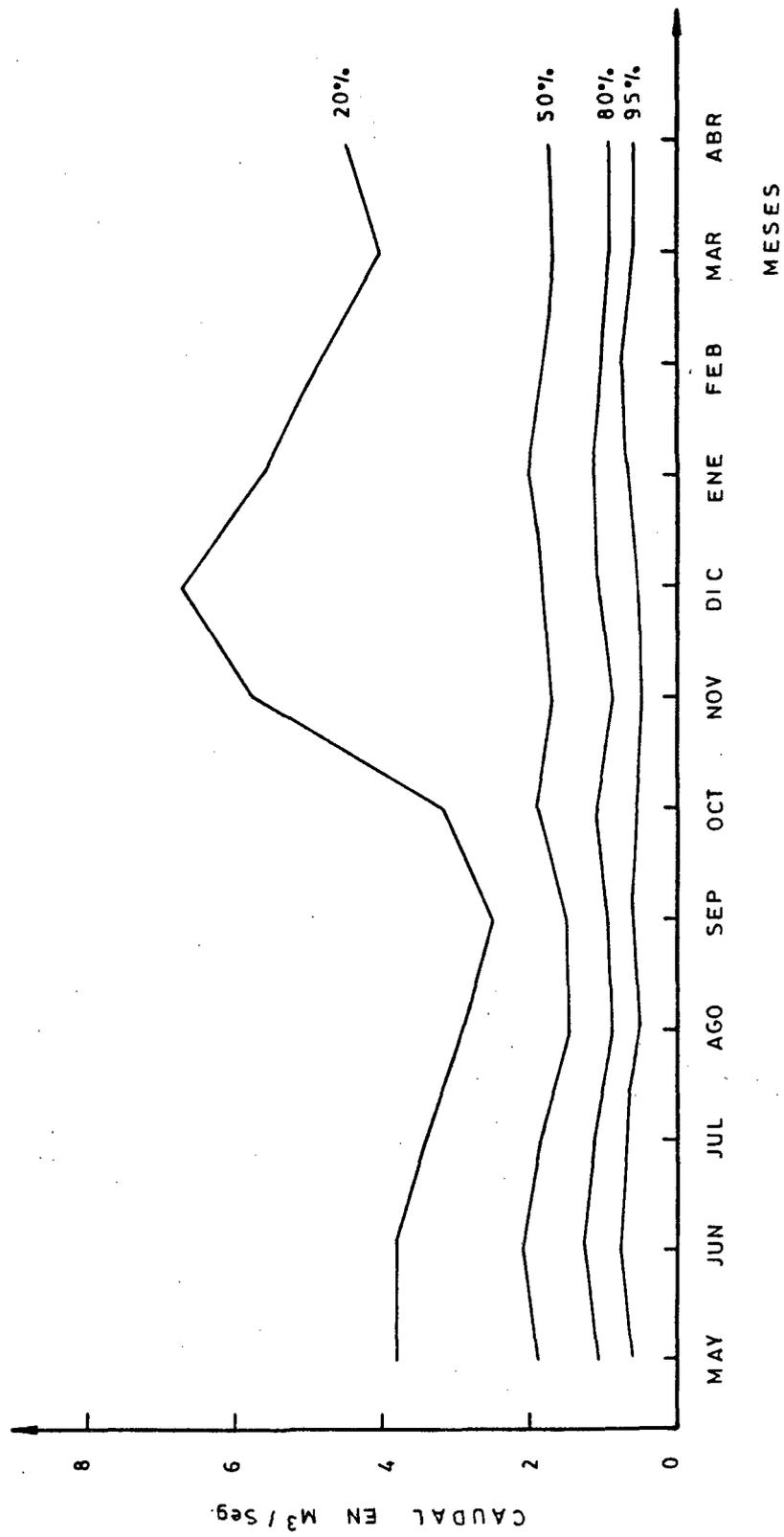
NOTA : AÑO HIDROLOGICO
 MAYO - ABRIL

FIGURA Nº III. D. 2 - 2



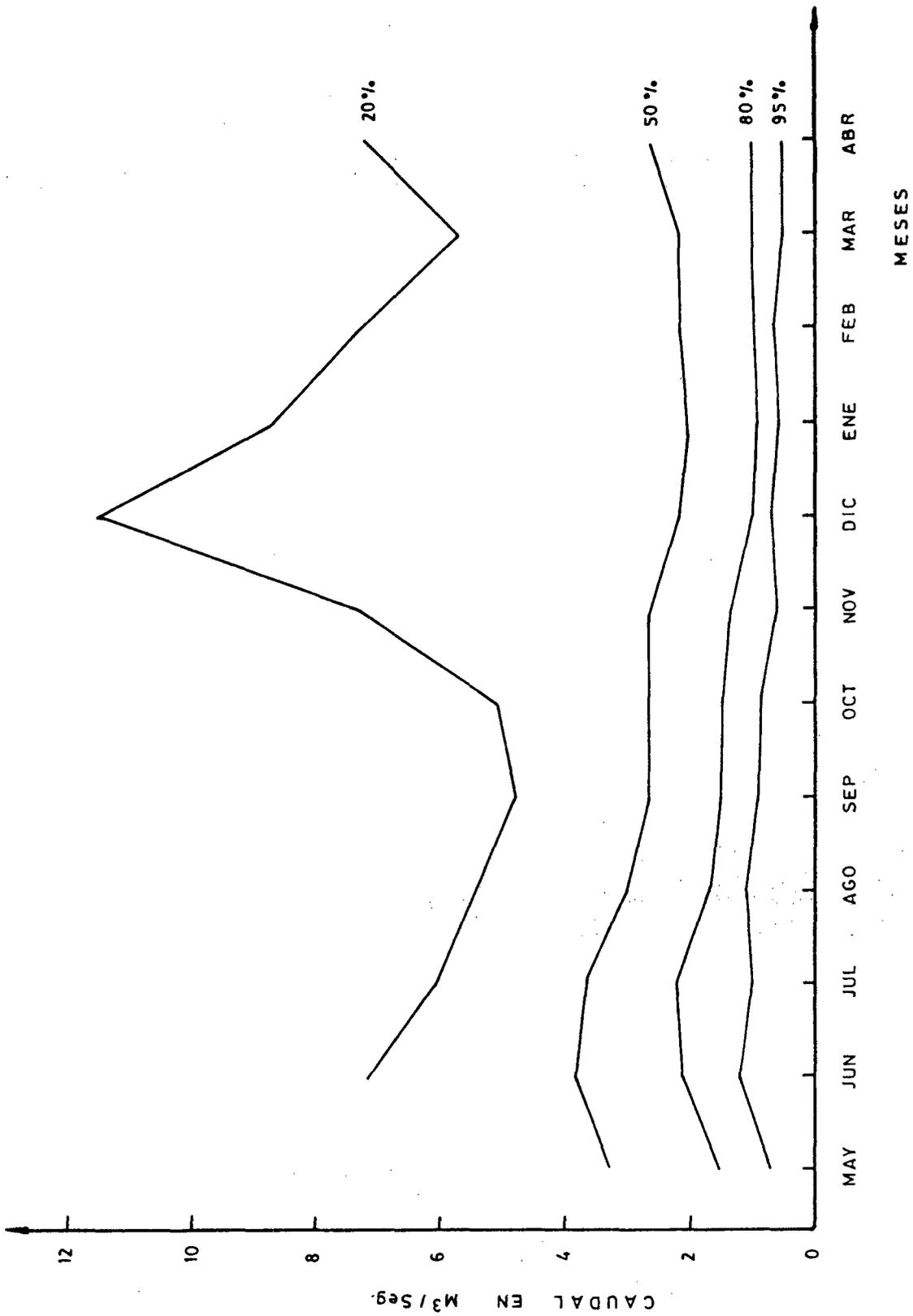
CARMEN EN SAN FELIX
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

FIGURA N°.III.D. 2-3



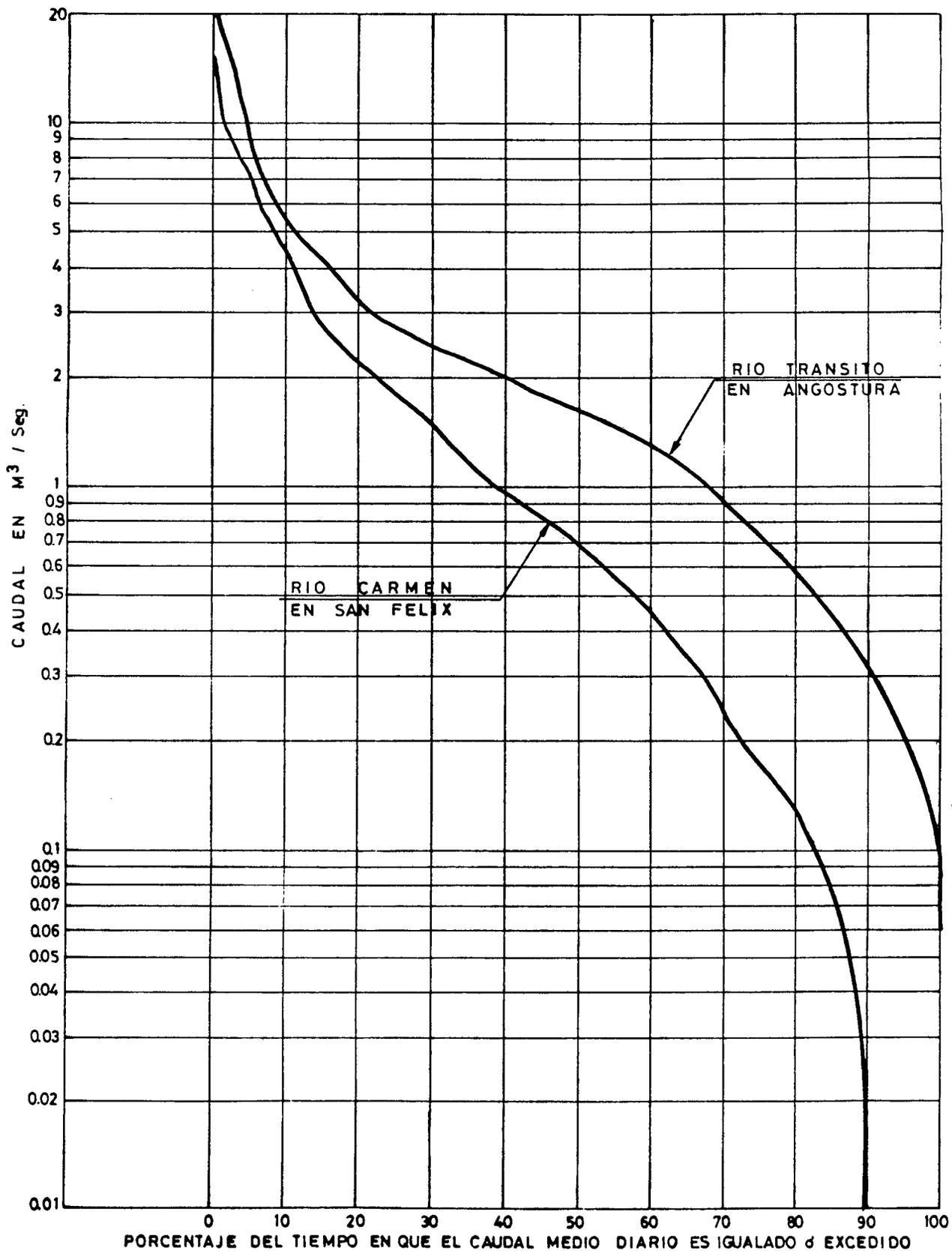
TRANSITO EN ANGOSTURA
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

FIGURA N°III.D.2-4



HUASCO EN ALGODONES
CURVAS DE VARIACION ESTACIONAL

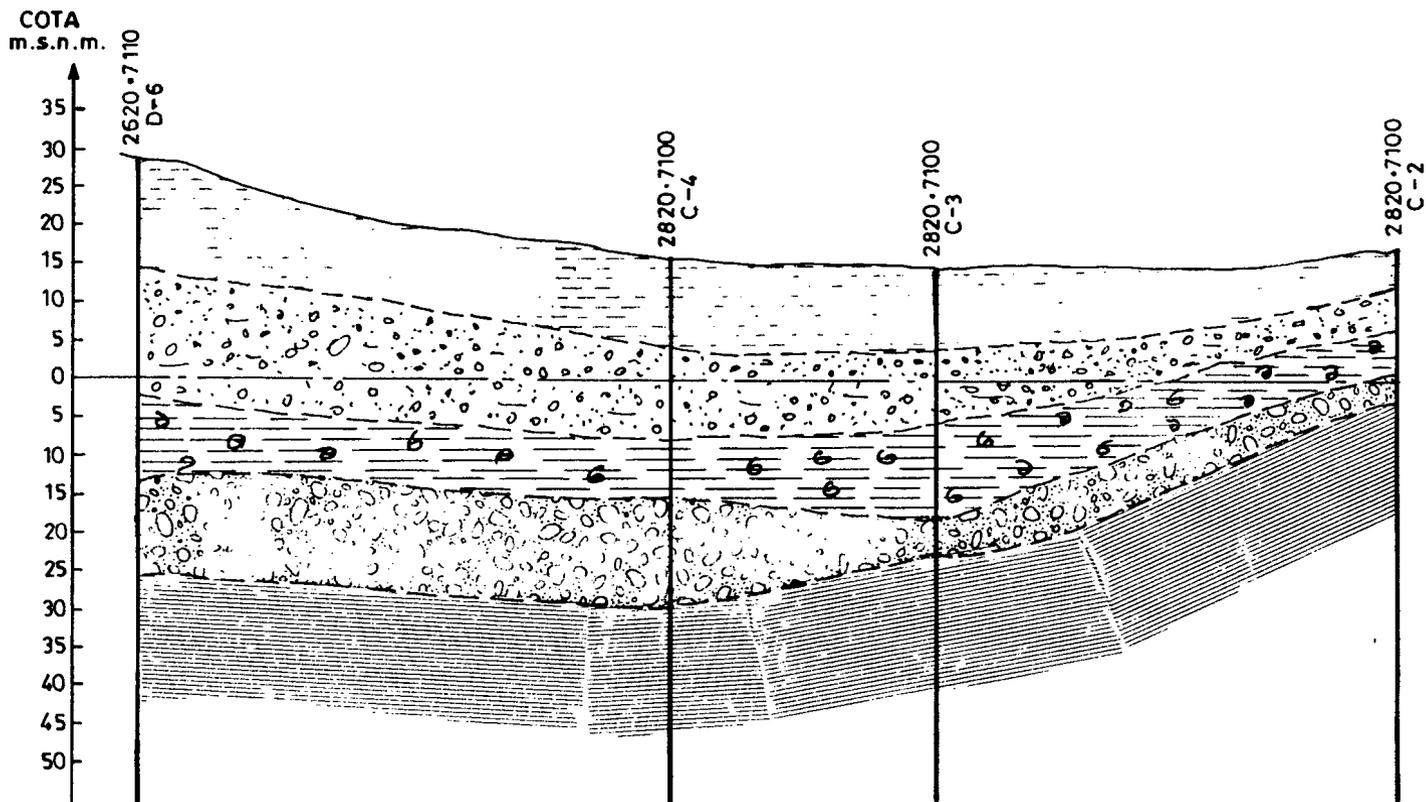
FIGURA Nº III. D. 2 - 5



CURVA DE DURACION GENERAL DE CAUDALES
MEDIOS DIARIOS

FIGURA Nº III. D. 2.-6

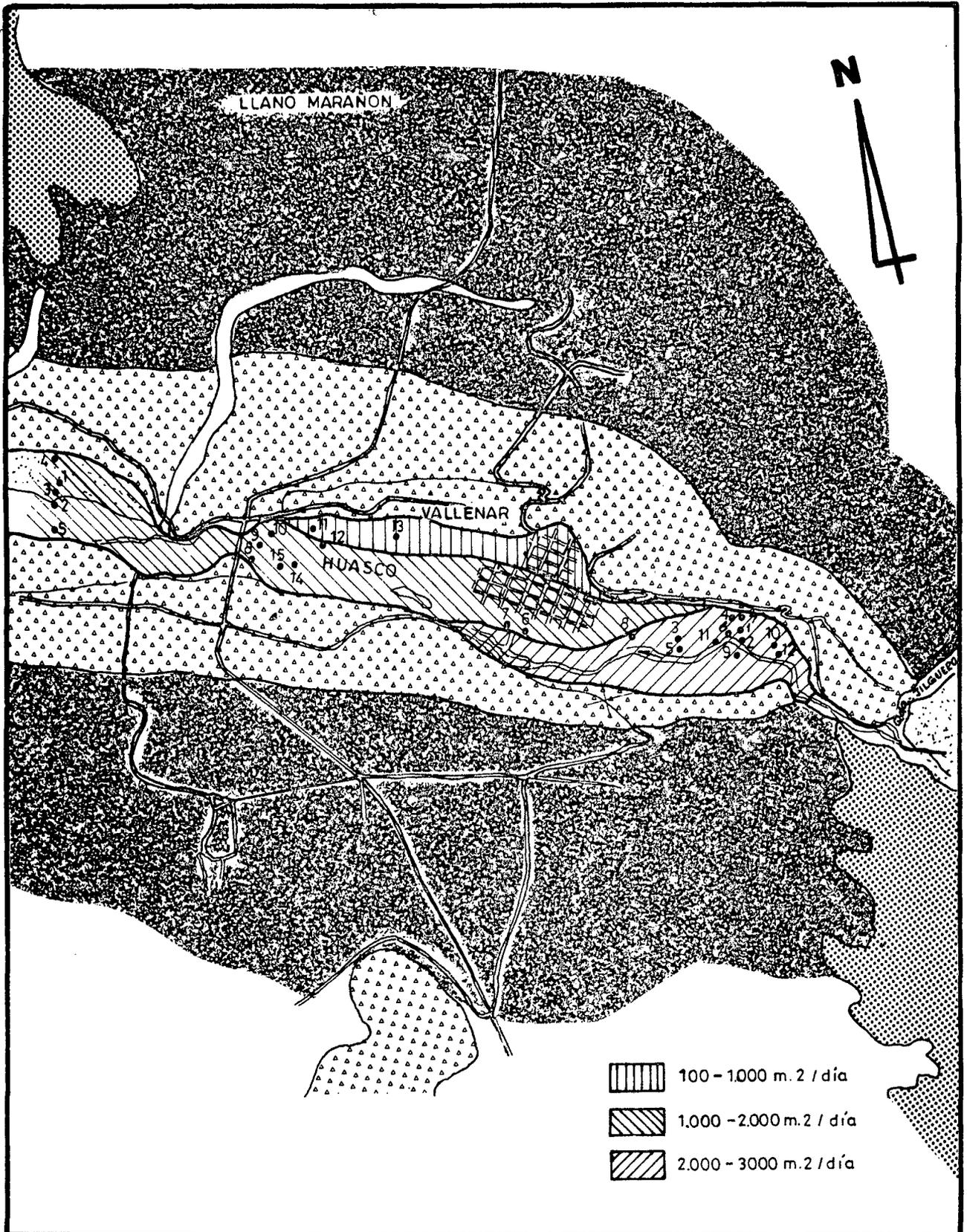
PERFIL TRANSVERSAL
HUASCO BAJO



LEYENDA :-

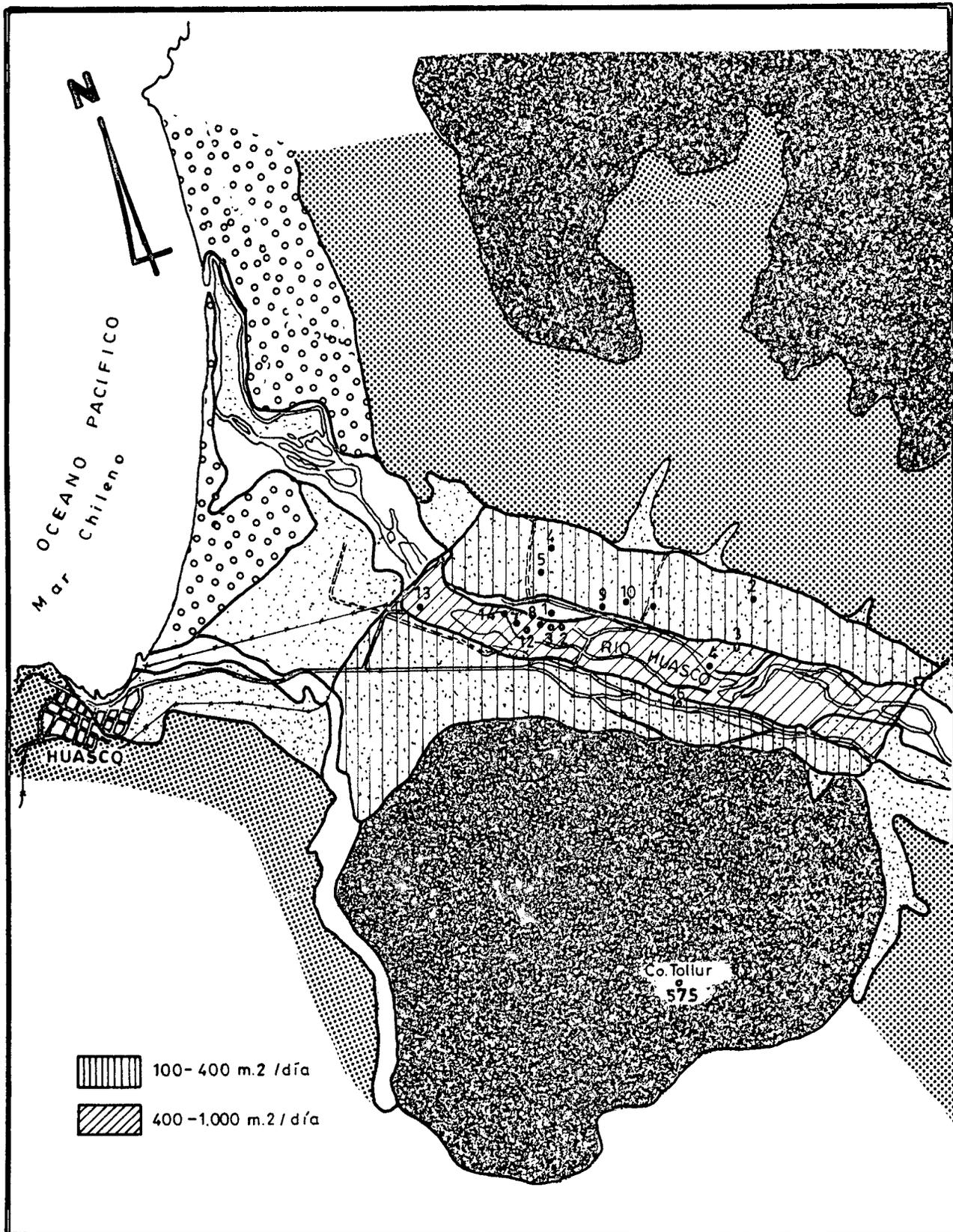
-  ACUIFIJO (ARCILLAS)
-  ACUIFERO (RIPIOS Y ARENAS)
-  ACUIFIJO (ARCILLA Y FOSILES)
-  ACUIFERO (RIPIOS Y ARENAS)
-  ARCILLAS

FIGURA Nº III. D.3 - 1



ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DEL VALLE DE HUASCO
 TRANSMISIBILIDAD (SECTOR VALLENAR)

FIGURA Nº III. D.3 - 2

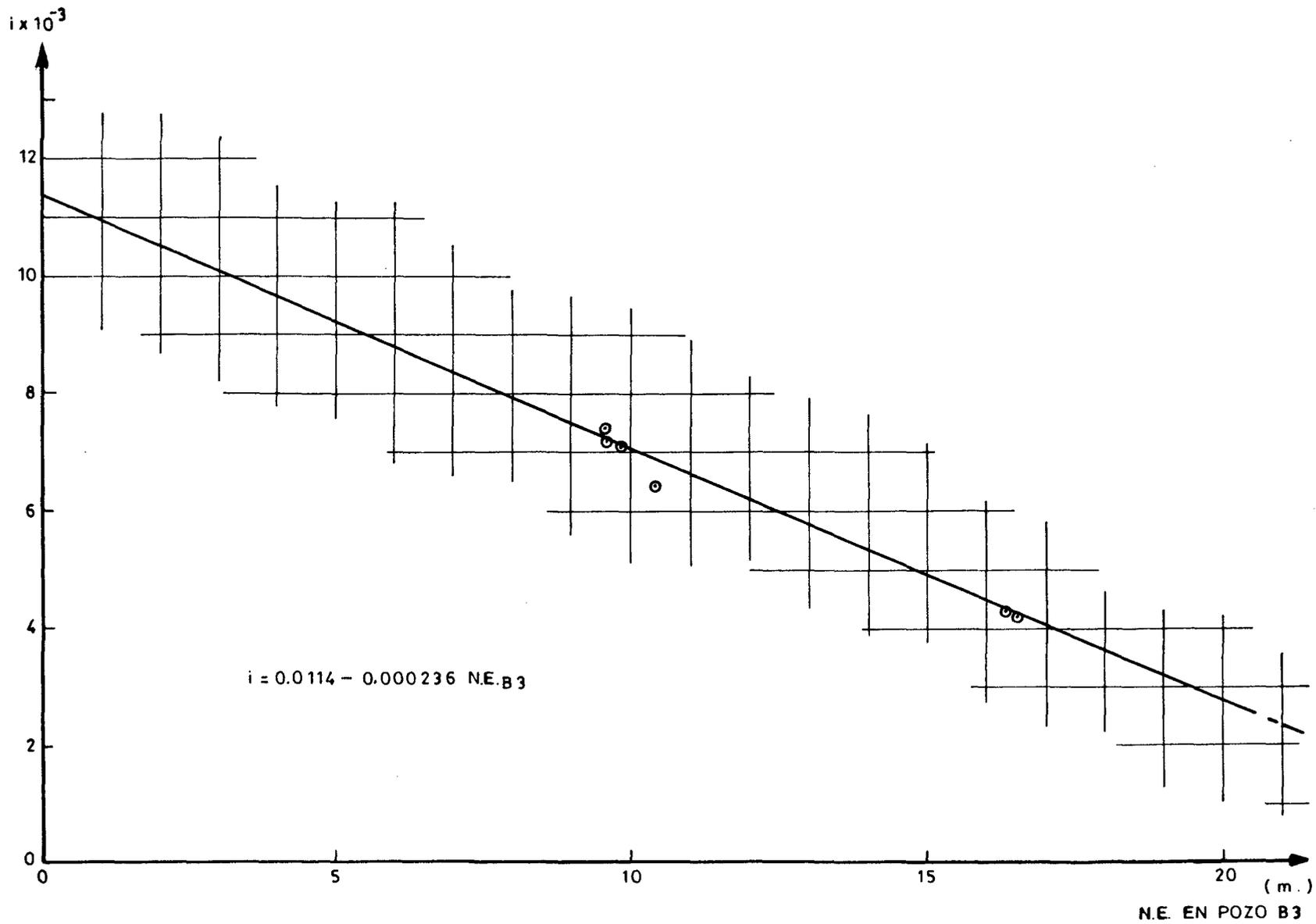


ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DEL VALLE DE HUASCO
TRANSMISIBILIDAD (SECTOR HUASCO BAJO)

FIGURA N°III. D.3 -3

RELACION GRADIENTE - N.E. B3

FIGURA N° III. D.3-4



ANEXO N° III.D.1-1

PROCEDIMIENTO DE CORRECCION, RELLENO
Y EXTENSION DE ESTADISTICAS PLUVIOMETRICAS

Se presentan a continuación los procedimientos y resultados del relleno, corrección, homogenización y extensión de los registros pluviométricos recopilados, con el objeto de elaborar las estadísticas pluviométricas definitivas, y así poder caracterizar el régimen pluviométrico de la cuenca.

1. Relleno de estadísticas.

Como existen años en que el registro pluviométrico de algunas estaciones aparece incompleto e incluso otros años sin información alguna, se completa la estadística, mes a mes, utilizando el método de los promedios ponderados. Este método consiste en estimar la precipitación en una estación, a base de los valores observados en estaciones próximas, para el intervalo concurrente de tiempo, ponderados según la precipitación promedio anual de cada estación. En el caso de tres estaciones vecinas, el método señalado toma la forma:

$$P_x = \frac{N_x}{3} \left(\frac{P_a}{N_a} + \frac{P_b}{N_b} + \frac{P_c}{N_c} \right)$$

En que:

- P_x : precipitación estimada para la estación en estudio, durante el período considerado, en mm.
- N_x : precipitación promedio anual de la estación en estudio, en mm.
- P_a, P_b, P_c : precipitación observada en cada una de las estaciones vecinas a la estudiada, durante el período considerado, en mm.
- N_a, N_b, N_c : precipitación promedio anual en cada una de las estaciones vecinas, en mm.

Las estaciones pluviométricas consideradas son las siguientes:

1. Puerto Huasco
2. Freirina, Retén
3. Vallenar
4. Santa Juana en Camarones
5. Junta del Carmen
6. El Tránsito
7. San Felix
8. Conay, Retén
9. Los Tambos
10. La Pampa

A continuación se indica para cada estación el módulo pluviométrico anual (MPA) en mm, los meses que han sido rellenados y las estaciones que se han utilizado como base para el relleno.

i) Estación N° 1: Puerto Huasco; MPA: 37,0 mm; 53 meses rellena-
dos en total, con el siguiente detalle:

Base: estaciones 5 y 7
1952: S

Base: estaciones 2 y 5
1958: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, O, N, D.
1959: E, F, Mar, May.
1960: May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D.
1961: E, F, Mar, Ab, May, Jn, S.

Base: estaciones 3, 4 y 5.
1968: O, D
1969: N
1970: May
1972: Mar
1973: S, N, D
1977: F, D

Base: estaciones 2, 3 y 5
1975: Mar, S, N
1976: N

Base: estación 2
1958: Jl, Ag, S
1959: Ab, Jn, Jl
1961: Jl, Ag, O

Base: estaciones 3 y 4
1973: O

ii) Estación N° 2: Freirina Retén; MPA: 29,5 mm, 45 meses relle-
nados:

Base: estaciones 3, 4 y 5
1967: F, N, D
1969: E, F, Mar, Ab, May, Jl, O, N, D
1970: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, N
1971: E, F, Mar, May, Jl, O, N, D
1972: E, F, Mar, Ab
1977: S, O, N

Base: estación 3
1969: Jn, S
1971: S

Base: estaciones 1 y 5
1954: Mar

Base: estaciones 3 y 5
1980: N, D

Base: estación 1
1954: Jl

Base: estación 5
1952: S

iii) Estación N° 3: Vallenar; MPA: 37,1 mm; 3 meses rellenados:

Base: estación 4
1964: Mar
1965: E, F

iv) Estación N° 4: Santa Juana en Camarones; MPA: 38,3 mm; 18 meses rellenados:

Base: estaciones 3 y 5
1974: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D
1975: S, O, N
1980: S

Base: estación 3
1980: Ag

v) Estación N° 5: Junta del Carmen, MPA: 42,5 mm, 7 meses rellenados:

Base: estaciones 3, 6 y 10
1946: E, F, Mar, Ab, Jl

Base: estaciones 6 y 7
1946: May, Jn

vi) Estación N° 6: El Tránsito; MPA: 65,2 mm; 10 meses rellenados:

Base: estaciones 5 y 7
1955: O
1970: May, Ag, O
1974: Ag
1977: E, Mar, May, Jn

Base: estación 5
1969: Ab

vii) Estación Nº 7: San Félix; MPA: 45,1 mm, 94 meses rellenos:

Base: Estaciones 5 y 6

1957: Jl, D
1958: Mar, Ag, S, O, N, D
1959: May, Jn, Jl, Ag
1960: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D
1961: Ag, S, D
1962: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D
1963: E, Mar, Ab, Jl, Ag, S, O, N, D
1964: E, F, Mar, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D
1965: Ag, S, O, N, D
1966: E, F, Mar, Ab, May, N, D
1968: Ag, S, O, N, D
1969: E, F, Mar, Ab, May, Jn
1975: E, M, Ab, May, Jn, Jl, Ag, S, O, N, D

viii) Estación Nº 8: Conay Retén; MPA: 76,9 mm, 7 meses rellenos:

Base: Estaciones 6, 9 y 10
1963: Ag
1973: O

Base: Estaciones 6, 8 y 10
1975: Ag, S, O, N, D

ix) Estación Nº 9: Los Tambos; MPA: 49,8 mm, 26 meses rellenos:

Base: Estaciones 6, 7, 8 y 10
1973: E, F, Mar, May, S, N, D

Base: Estaciones 6, 8 y 10
1975: Ab, Jl

Base: Estaciones 6 y 10
1975: Ag, S, O, N, D

Base: Estaciones 8 y 10
1973: Ab
1975: E, May, Jn
1980: Ag, O

Base: Estaciones 7, 8 y 10
1980: S, N, D

Base: Estación 8
1970: Jn
1972: Ag, N

x) Estación N° 10: La Pampa; MPA: 63,5 mm; 12 meses rellenados:

Base: Estaciones 6 y 7
1942: Ag
1952: O, N, D
1957: O, N
1958: Ab, Jl

Base: Estación 6
1957: D
1958: O
1964: O

Base: Estación 7
1977: Mar

En los cuadros de estadísticas pluviométricas definitivas (ver Anexo N° III.D.1-2) se han señalado con nomenclatura adecuada, aquellos valores mensuales producto del relleno.

En algunas de las estaciones el número de meses rellenados puede parecer un tanto alto (p.ej.: 94 meses en San Félix). Es preciso notar que por las características pluviométricas tan particulares de la zona, un porcentaje elevado de estos meses tienen precipitación nula.

2. Homogenización de las estadísticas anuales.

El análisis de la homogeneidad de las estadísticas pluviométricas de las distintas estaciones de la cuenca, una vez rellenadas estas series, se realizó utilizando el método de las curvas doble - acumuladas (CDA). Para emplear este método es necesario construir un patrón pluviométrico representativo de la cuenca, formado por el promedio de las precipitaciones concurrentes en el tiempo en un determinado número de estaciones. En condiciones ideales, este patrón pluviométrico debe estar formado por un número grande de estaciones. Sin embargo, en la cuenca del río Huasco, el número de estaciones pluviométricas es bastante limitado, y es aún más limitado si se considera la pequeña extensión de los registros en algunas estaciones.

De acuerdo con lo expresado, en primer lugar se confecciona un patrón para el período 1941 - 1980, formado por las siguientes estaciones (P1):

2. Freirina Retén
6. El Tránsito
7. San Félix
10. La Pampa

(En los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.1-3) se encuentran las tablas de valores auxiliares para confección de curvas doble acumuladas)

Para seleccionar dicho patrón se han considerado aquellas estaciones con mayor longitud de registros, y que sus registros originales fuesen lo más completos posibles. Además, con dicho patrón se representan adecuadamente tanto las zonas altas como bajas de la cuenca.

Para verificar la homogeneidad de las estaciones que conforman el patrón señalado, se construye las CDA de cada una de las estaciones del patrón (P1) versus el mismo. Estas CDA se muestran en las figuras Nº III.D.1-1-1 a III.D.1-1-4. Puede observarse en estas figuras que todas las CDA presentan quiebres y desplazamientos. Sin embargo, dado que (P1) está formado por un número escaso de estaciones, es posible presumir que los quiebres y desplazamientos observados se deben sólo a algunas de las estaciones del patrón y no a todas ellas. Examinando las CDA bajo el supuesto anterior, se ha decidido confeccionar un nuevo patrón (P2) reducido, formado sólo por las estaciones El Tránsito y San Félix cuyas estadísticas podrían ser homogéneas. Con el patrón (P2) se construyen las CDA de El Tránsito y San Félix (figs. Nº III.D.1-1-5 y III.D.1-1-6). En ambos casos se puede ajustar una recta única y consecuentemente se decide aceptar estas estadísticas como homogéneas.

El patrón (P2) se emplea para construir las CDA de las estaciones La Pampa y Freirina Retén (figs. Nº III.D.1-1-7 y III.D.1-1-8). La CDA de La Pampa, se usa para corregir la estadística de esta estación; en la que consiste en lo siguiente:

- Precipitación año 1965, desplazamiento = - 50 mm
- Precipitación año 1957, desplazamiento = + 60 mm
- Período 1949 a 1952, corrección proporcional, factor $f = 1,680$.

La CDA de Freirina Retén con el patrón (P2), se prefiere no usarla en la corrección de esta estadística, luego de un análisis detenido de los valores mensuales resultantes de las correcciones sugeridas por esta CDA, que aparecían como poco razonables frente a los de las otras estaciones de la parte baja de la cuenca. Cabe señalar que el patrón (P2) incluye sólo estaciones de la zona alta. La estadística de Freirina Retén se analiza posteriormente en función de un patrón mas representativo.

A continuación, se procede a confeccionar un nuevo patrón (P3) con las estaciones El Tránsito, San Félix y La Pampa (corregida), para el período 1941-1980. En la figura Nº III.D.1-1-9 se presenta la CDA de La Pampa en función de (P3), aceptándose una tendencia única para esta estación y consecuentemente su homogeneidad.

El patrón (P3), en el período 1946 - 1980, se emplea para la CDA de Junta del Carmen, figura Nº III.D.1-1-10. Se observa en dicha figura, que la CDA

presenta cuatro tendencias diferentes. Se procede a corregir las precipitaciones de Junta del Carmen, según la razón de las pendientes (f), para llevar los valores a la última tendencia observada. Los valores de corrección y período fueron los siguientes:

1946 a 1954:	f = 1,241
1955 a 1959:	f = 0,718
1960 a 1965:	f = 1,340

A continuación se confecciona un nuevo patrón (P4), incluyendo la estación Junta del Carmen en (P3), y para el período 1946-1980. En la fig. Nº III.D.1-1-11, se incluye la CDA de la estación Junta del Carmen en función de (P4), observándose una tendencia única, y consecuentemente aceptándose la homogeneidad de su estadística.

En la figura Nº III.D.1-1-12, se ha confeccionado la CDA de la estación El Tránsito en función de (P4), en el período 1946 a 1980. Con la pendiente de esta CDA, se procedió a extender la estadística de Junta del Carmen, aplicando el siguiente procedimiento de estimación de sus valores faltantes:

$$P_x = P_a \frac{M_x}{M_a}$$

en que:

- Pa = precipitación anual en El Tránsito en el año x.
- Px = precipitación anual en Junta del Carmen estimada para el año x.
- Mx = pendiente de la CDA Junta del Carmen versus (P4)
- Ma = pendiente de la CDA El Tránsito versus (P4)

Con el procedimiento señalado se estima la estadística de Junta del Carmen en el período 1941-1945.

En la figura Nº III.D.1-1-13 se presenta la CDA de Los Tambos en función de (P4), en el período 1959 - 1980. Se acepta la homogeneidad de esta estadística, ajustando una recta de tendencia única.

En la figura Nº III.D. 1-1-14 se presenta la CDA de Conay Retén en función de (P4), en el período 1962-1980. Se observa de la figura que la CDA presenta tres tendencias diferentes. Se procede a corregir la estadística de Conay Retén, según la razón de las pendientes (f), para llevar los valores a la última tendencia observada. Los factores de corrección y períodos son los siguientes:

1962 a 1965 :	f = 1,112
1966 a 1970 :	f = 2,091

4. Estadísticas mensuales.

Una vez realizado el análisis de homogenización y extensión de los registros pluviométricos anuales, se procede a realizar la corrección y extensión de los valores mensuales. Para ésto se adoptan en cada caso los mismos factores de corrección, estaciones base de extensión y factores de extensión, que se usaron para efectuar correcciones y extensiones de los valores anuales. El único aspecto que merece una explicación especial, corresponde al caso en que se hacen correcciones por desplazamiento a los valores anuales; en este caso es necesario atribuir este desplazamiento a uno o mas meses de la estadística original del año correspondiente. Para efectuar esto último, se procede a comparar los registros mensuales de las estaciones vecinas a la que requiere modificación; siempre esta comparación permite detectar claramente el mes al que corresponde asignar el desplazamiento, y en la mayoría de las ocasiones, el valor anómalo manifiesta características que hacen sospechar un error de lectura o anotación, lo que confirma la decisión de atribuir el desplazamiento a dicho valor mensual.

En la figura Nº III.D.1-1-15 se presenta la CDA de Freirina Retén en función de (P4), en el período 1941 - 1980. En esta CDA se distinguen dos tendencias; la más reciente abarca desde 1952 a 1980. Consecuentemente los valores del período 1941 a 1951 fueron corregidos por el factor $f = 1,537$.

Enseguida se confecciona un nuevo patrón (P5), incluyendo las estaciones Freirina Retén, Junta del Carmen, El Tránsito, San Félix y La Pampa. Con el patrón (P5) se confecciona la CDA de Puerto Huasco en el período 1945 - 1977. En esta CDA, figura Nº III.D.1-1-16, se observan tres tendencias y consecuentemente, se procede a realizar las siguientes correcciones:

1945 - 1951: $f = 1,032$
 1952 - 1970: $f = 0,700$

El patrón (P5) se utilizó pra construir la CDA de Santa Juana en Camarones, en el período 1962 - 1980, figura Nº III.D.1-1-17. Se acepta la existencia de una sola tendencia en la CDA y se considera homogénea la estadística de esta estación.

Finalmente el patrón (P5) se usa para confeccionar la CDA de la estación Vallenar en los períodos 1941 - 1949 y 1961 - 1980, figura Nº III.D.1-1-18. Esta CDA muestra claramente un conjunto de anomalías en la estadística de esta estación. Se procede a corregir la estadística de Vallenar en la siguiente forma:

- Precipitación año 1965, desplazamiento $\triangle = + 50$ mm.
- Período 1941 - 1945, corrección proporcional, $f = 0,81$
- Período 1946 - 1949, corrección proporcional, $f = 1,35$
- Período 1961 - 1965, corrección proporcional, $f = 0,96$
- Período 1966 - 1972, corrección proporcional, $f = 1,06$
- Período 1973 - 1975, corrección proporcional, $f = 0,51$

Adicionalmente, la precipitación registrada en el año 1951 (que no fue incluida en la CDA) también es corregida, asimilándola al período 1946 - 1949.

3. Extensión de las estadísticas anuales

El proceso de homogenización de los registros pluviométricos, explicado en el punto anterior, deja estadísticas homogéneas y completas (1941 - 1980) para las siguientes estaciones:

2. Freirina Retén
5. Junta del Carmen
6. El Tránsito
7. San Félix
10. La Pampa

En este punto se explica en que forma se extienden las estadísticas de las estaciones siguientes:

1. Puerto Huasco
3. Vallenar (DMC)
4. Santa Juana en Camarones
8. Conay Retén
9. Los Tambos

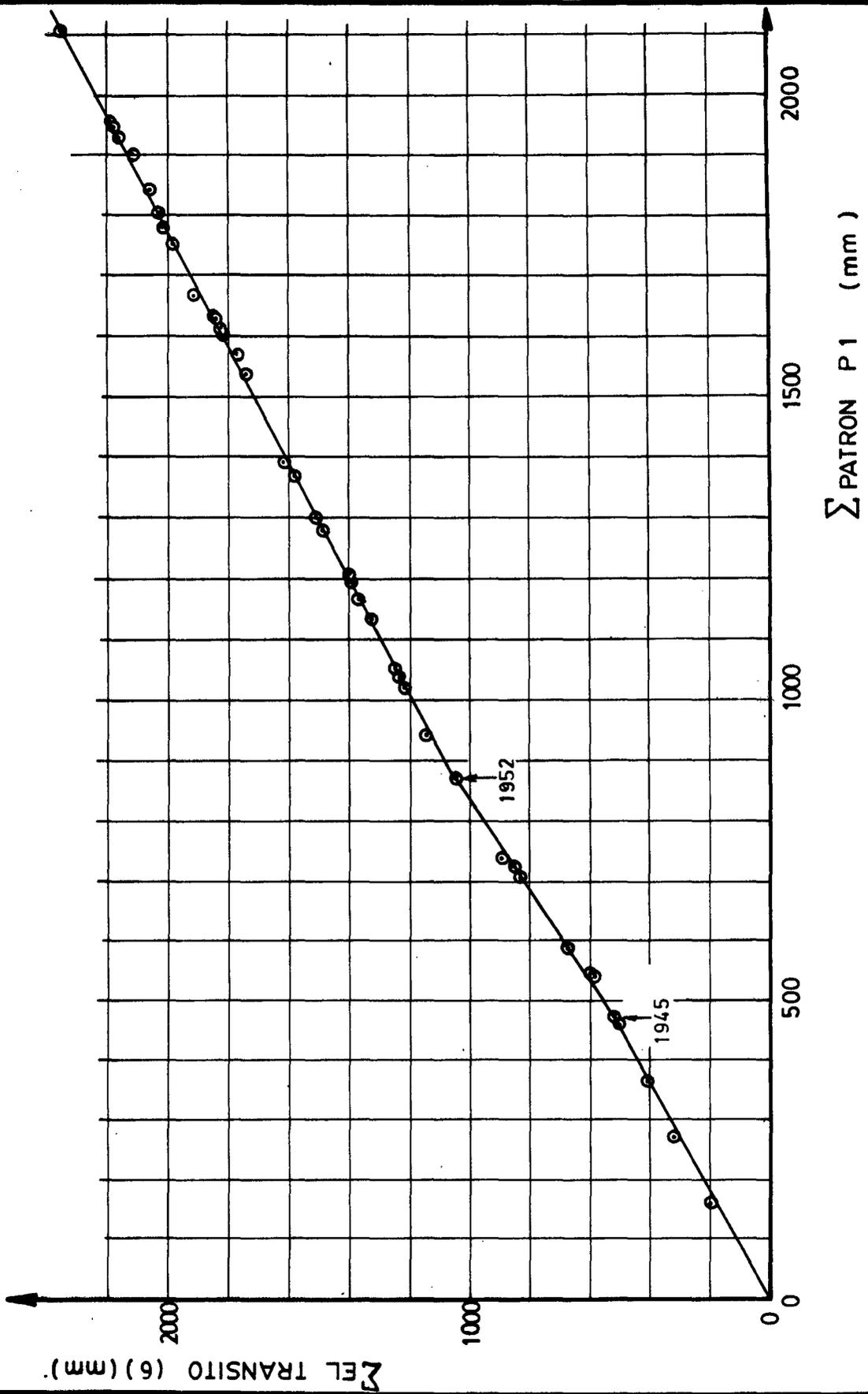
Considerando que el patrón (P4) puede considerarse muy representativo de la zona alta de la cuenca, las estadísticas de las estaciones Conay Retén y Los Tambos, se extienden utilizando directamente los valores del patrón (P4). Es decir, se supone que existe proporcionalidad directa entre los valores de (P4) y los valores faltantes en estas estaciones. Los períodos extendidos y factores son los siguientes:

- Conay Retén : período 1941 - 1961: $M = 1,646$
- Los Tambos : período 1941 - 1958: $M = 1,250$

En la figura Nº III.D.1-1-19 se presenta la CDA de Freirina Retén en función de (P5), observándose una pendiente única $M = 0,788$. La estadística de Freirina Retén se usa como base para extender las estadísticas de Puerto Huasco y Vallenar, por tratarse de estaciones de la zona baja de la cuenca. Los períodos de extensión y factores se señalan a continuación:

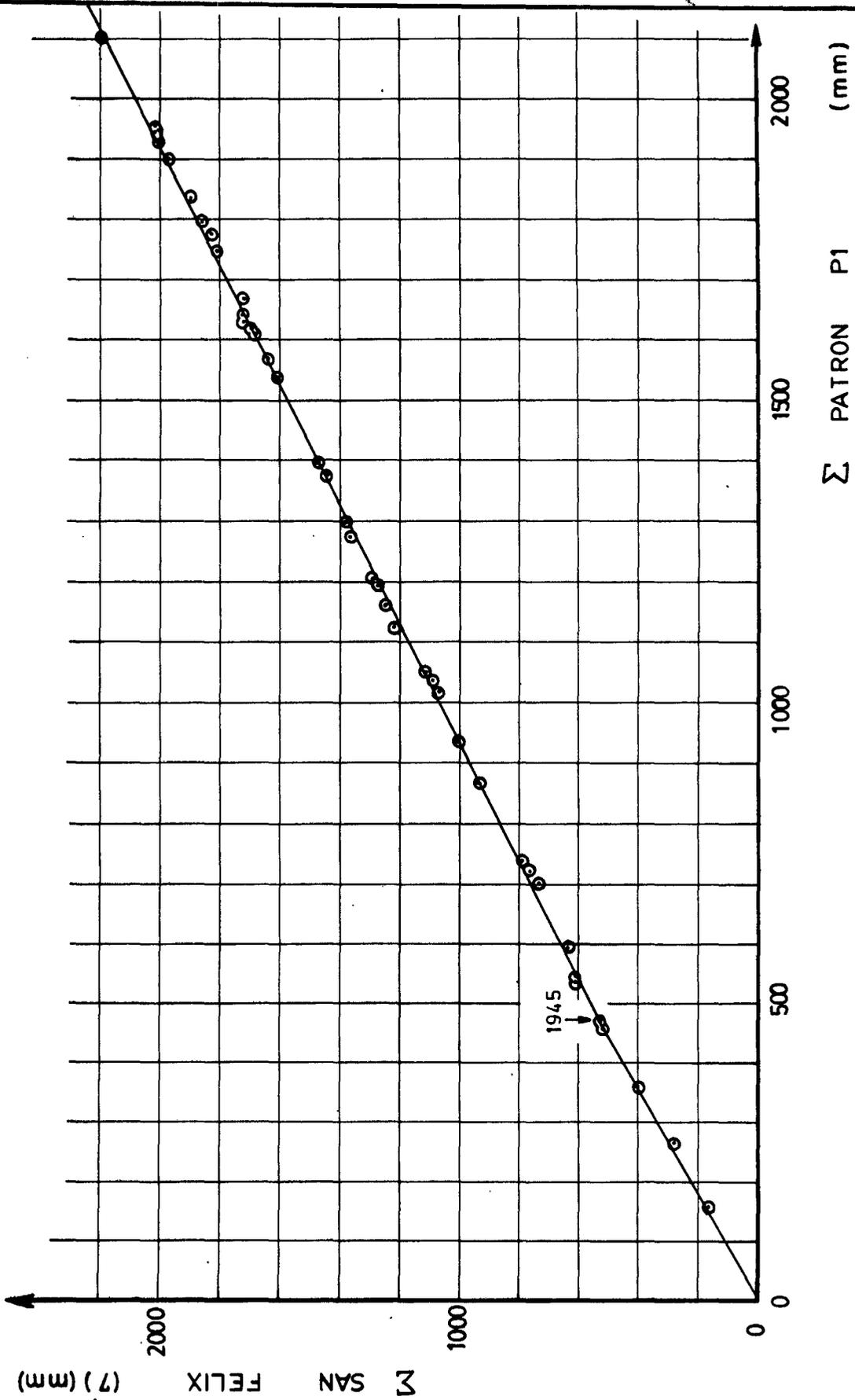
- Puerto Huasco: períodos 1941 - 44 y 1978 - 80; $f = 0,862$
- Vallenar (DMC): períodos 1950; 1952 - 60; $f = 0,926$

En la figura Nº III.D.1-1-20 se presenta la CDA de Junta del Carmen en función de (P5), observándose una pendiente única $M = 1,149$. La estadística de esta estación, con la pendiente señalada, es usada para extender la estadística de Santa Juana en Camarones, en el período 1941 - 1961 ($f = 0,970$).



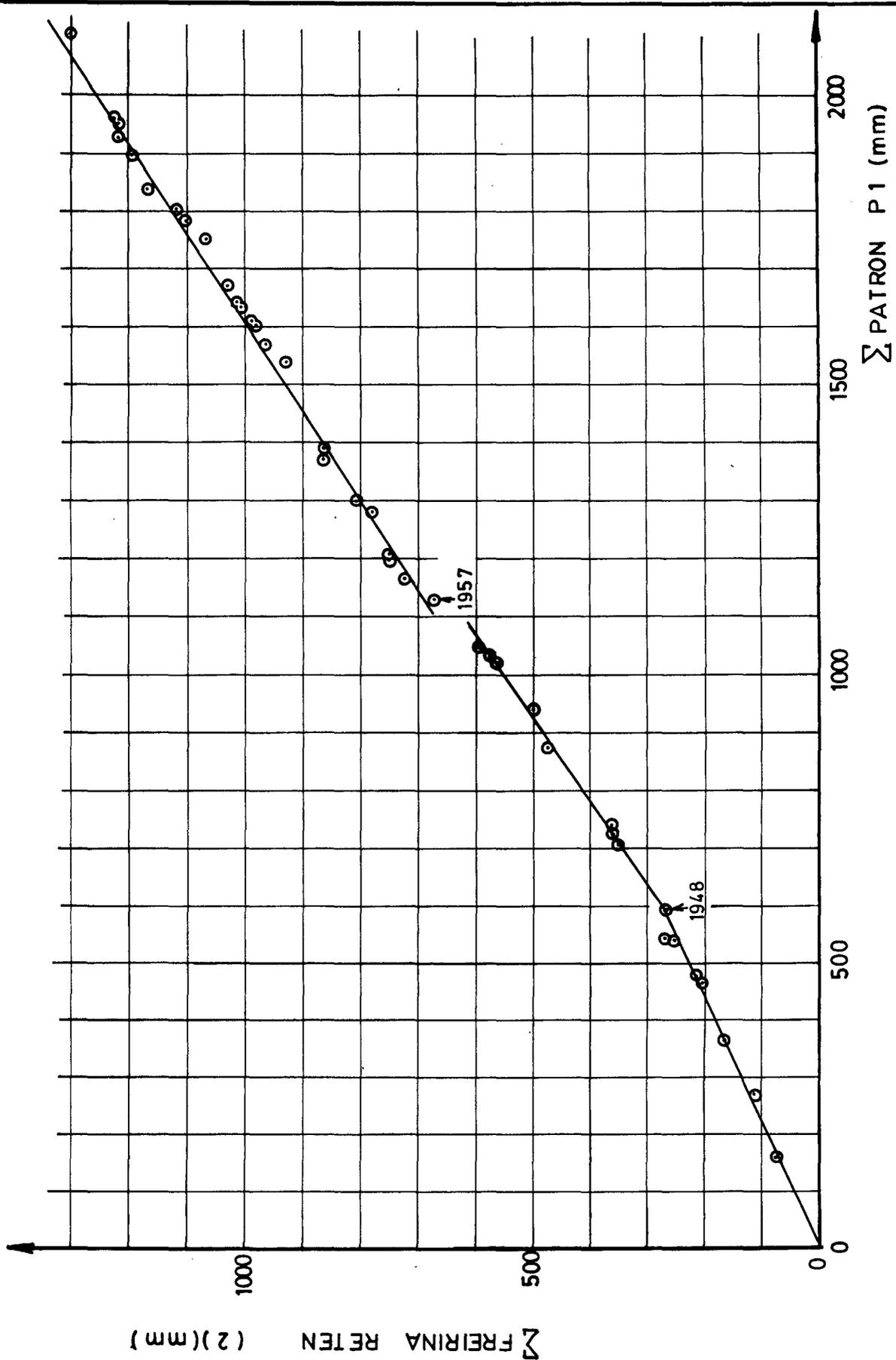
CURVA DOBLE ACUMULADA
EL TRANSITO - PATRON P1

FIGURA N° III.D.1-1-1



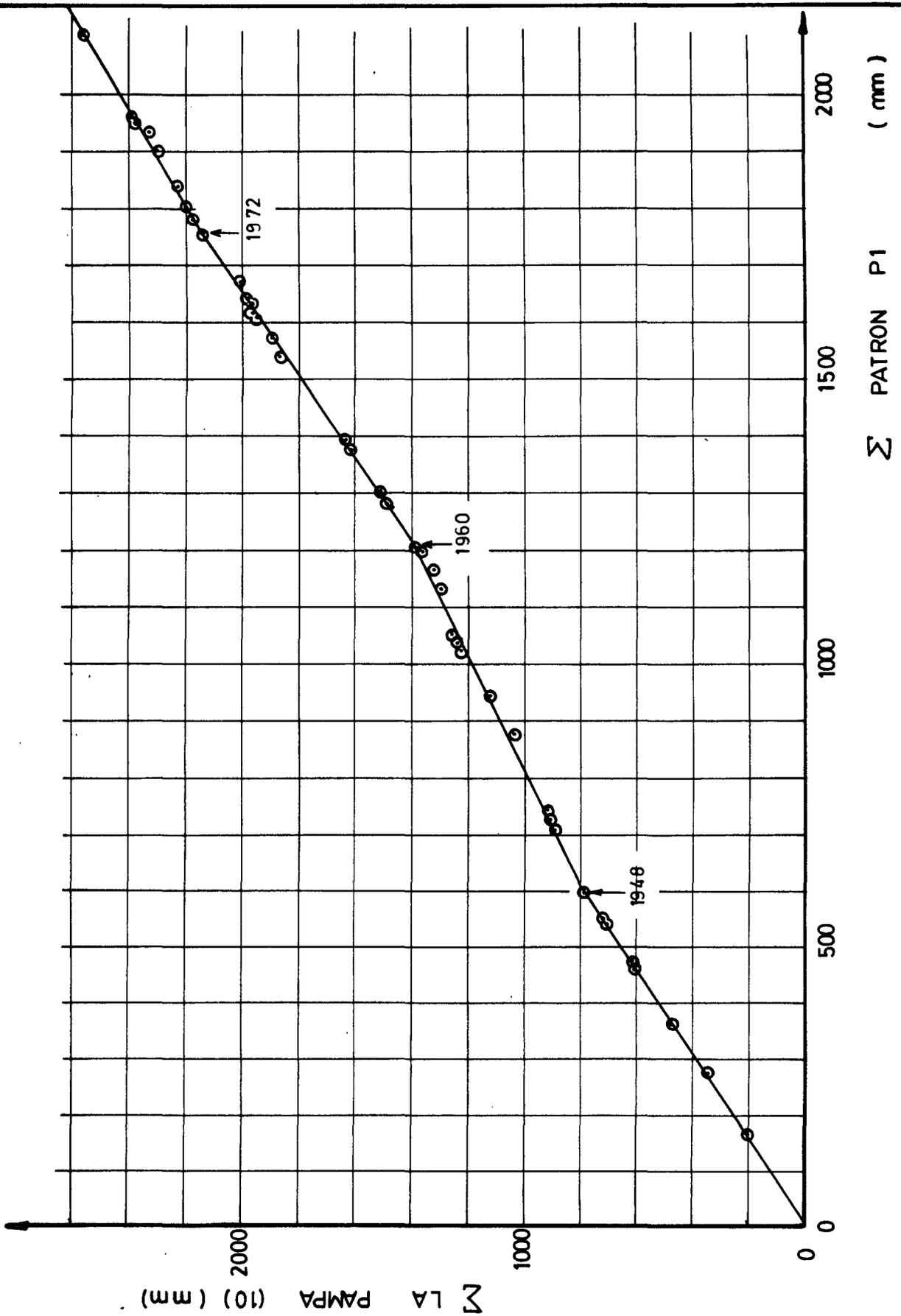
CURVA DOBLE ACUMULADA
SAN FELIX - PATRON P 1

FIGURA N° III. D. 1-1-2



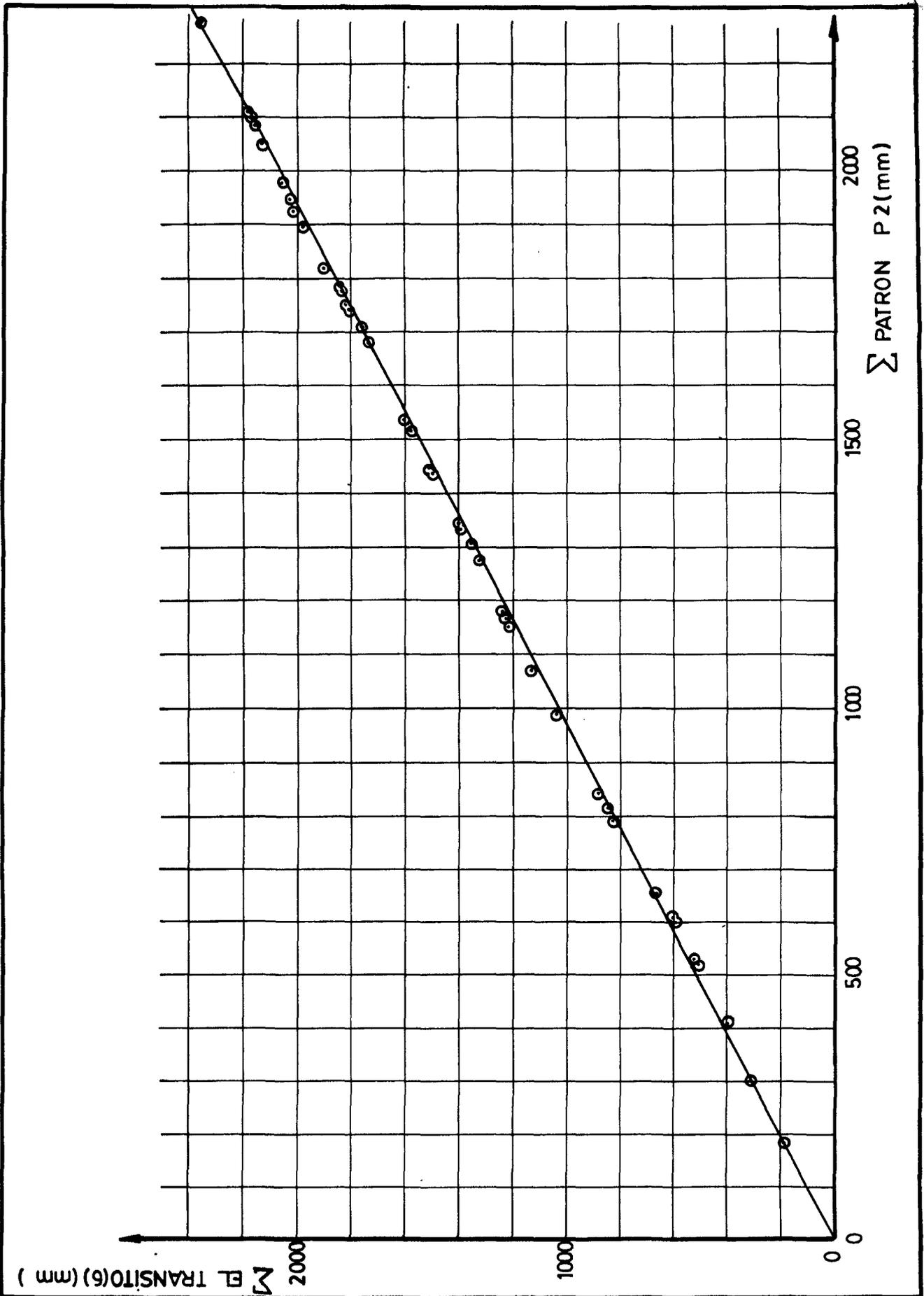
CURVA DOBLE ACUMULADA
FREIRINA RETEN - PATRON P1

FIGURA N° III.D.1-1-3



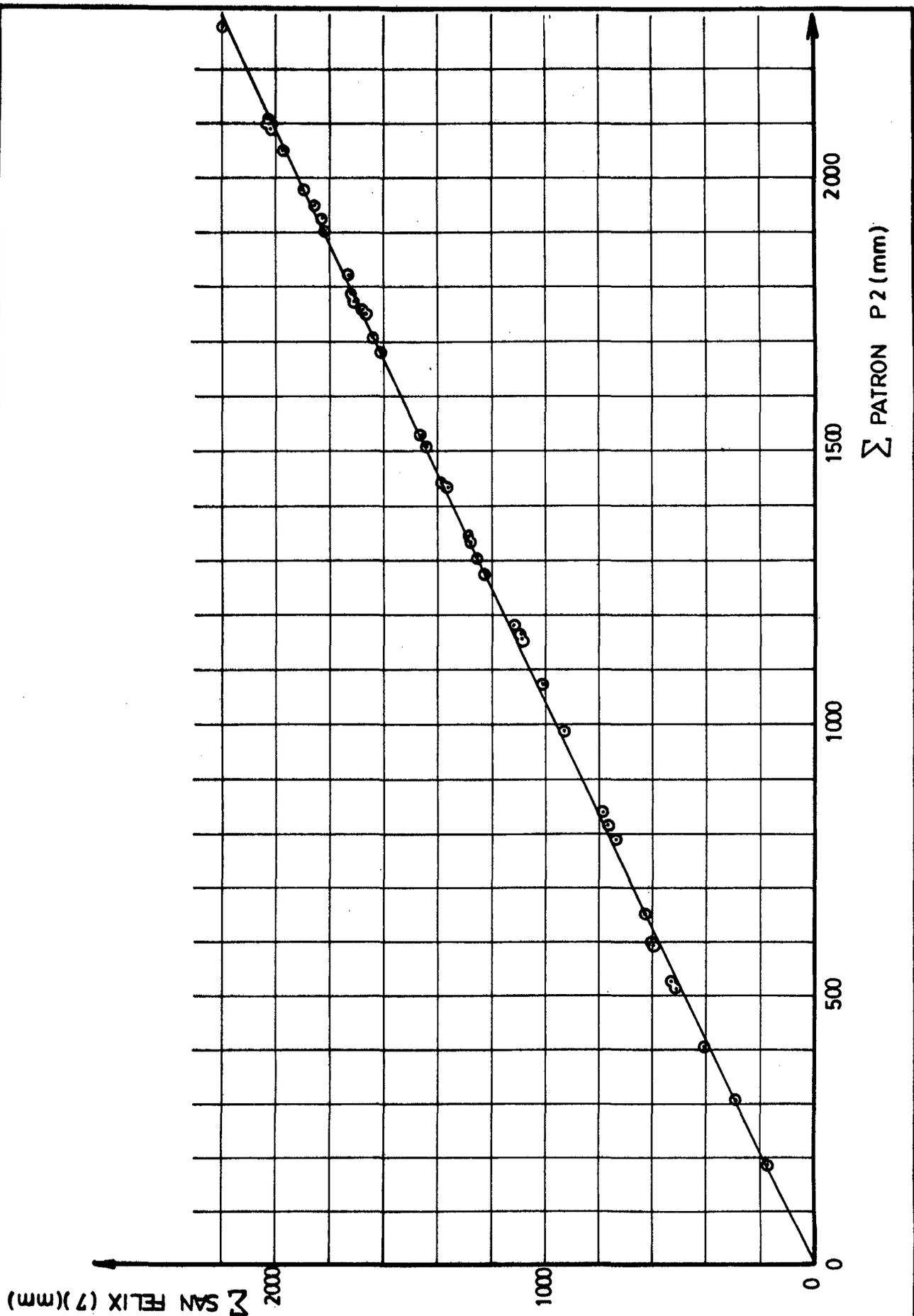
CURVA DOBLE ACUMULADA
LA PAMPA - PATRON P1

FIGURA N° III.D. 1-1-4



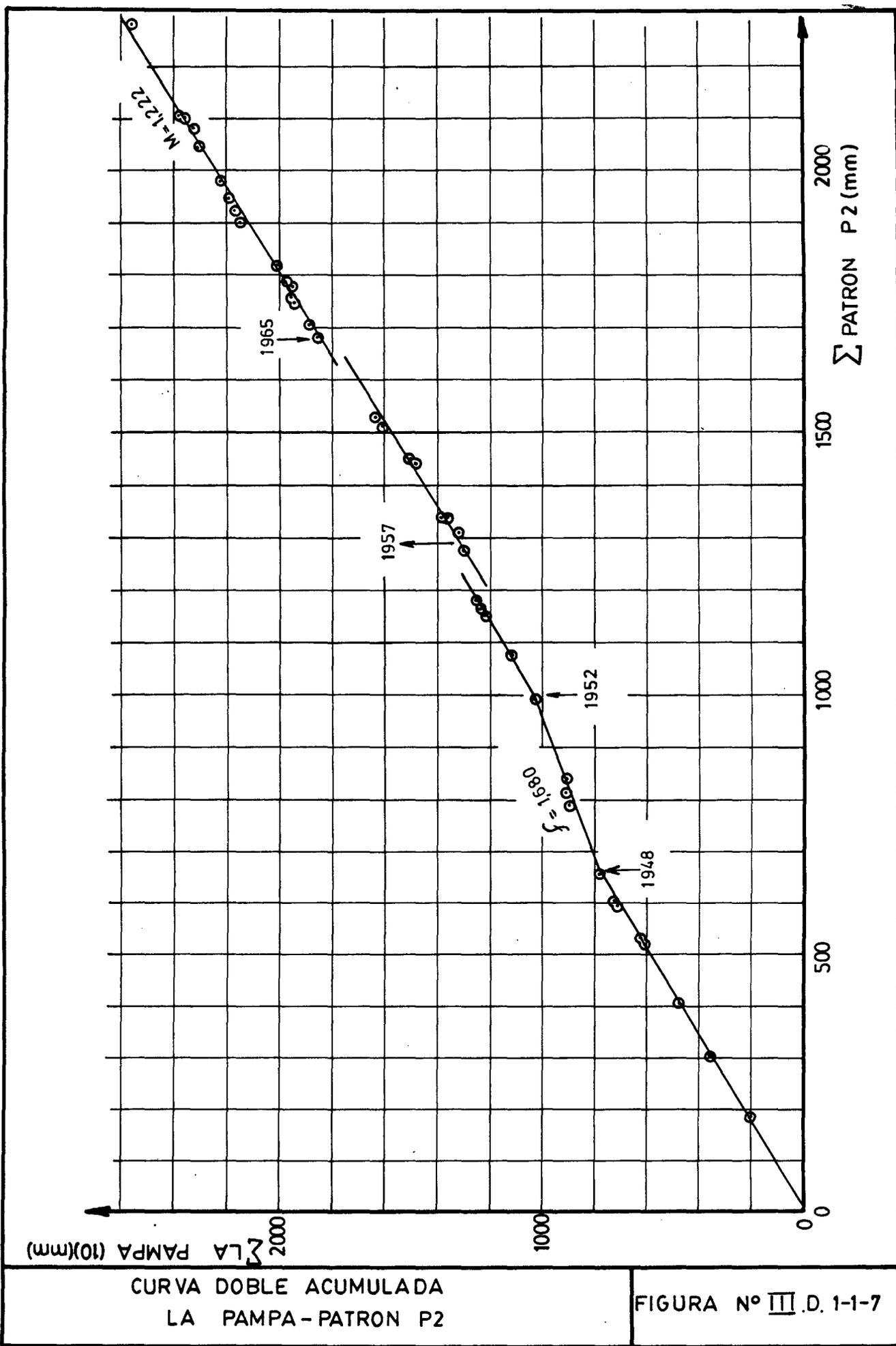
CURVA DOBLE ACUMULADA
EL TRANSITO - PATRON P2

FIGURA N° III.D.1-1-5



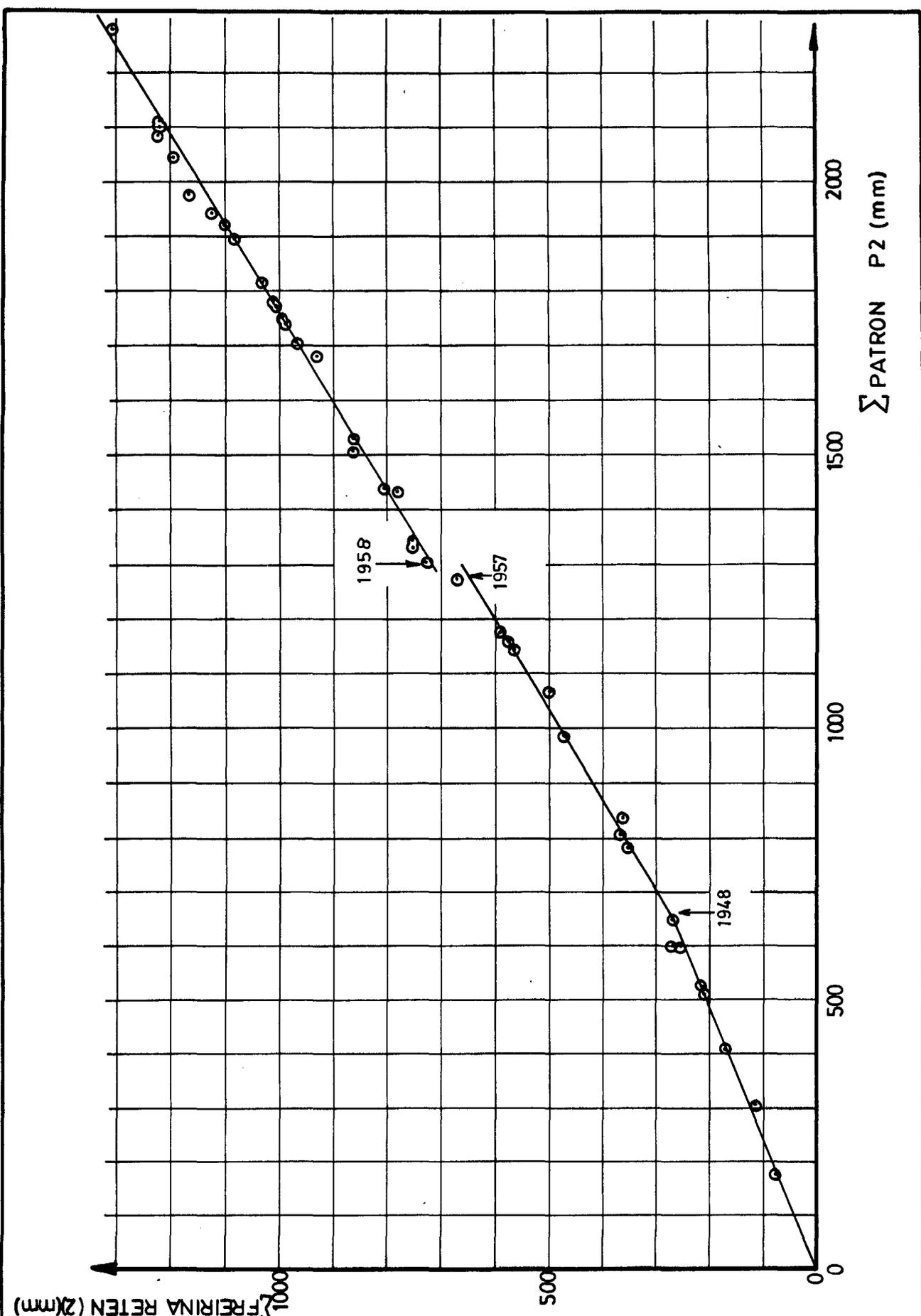
CURVA DOBLE ACUMULADA
 SAN FELIX - PATRON P2

FIGURA N° III. D. 1-1-6



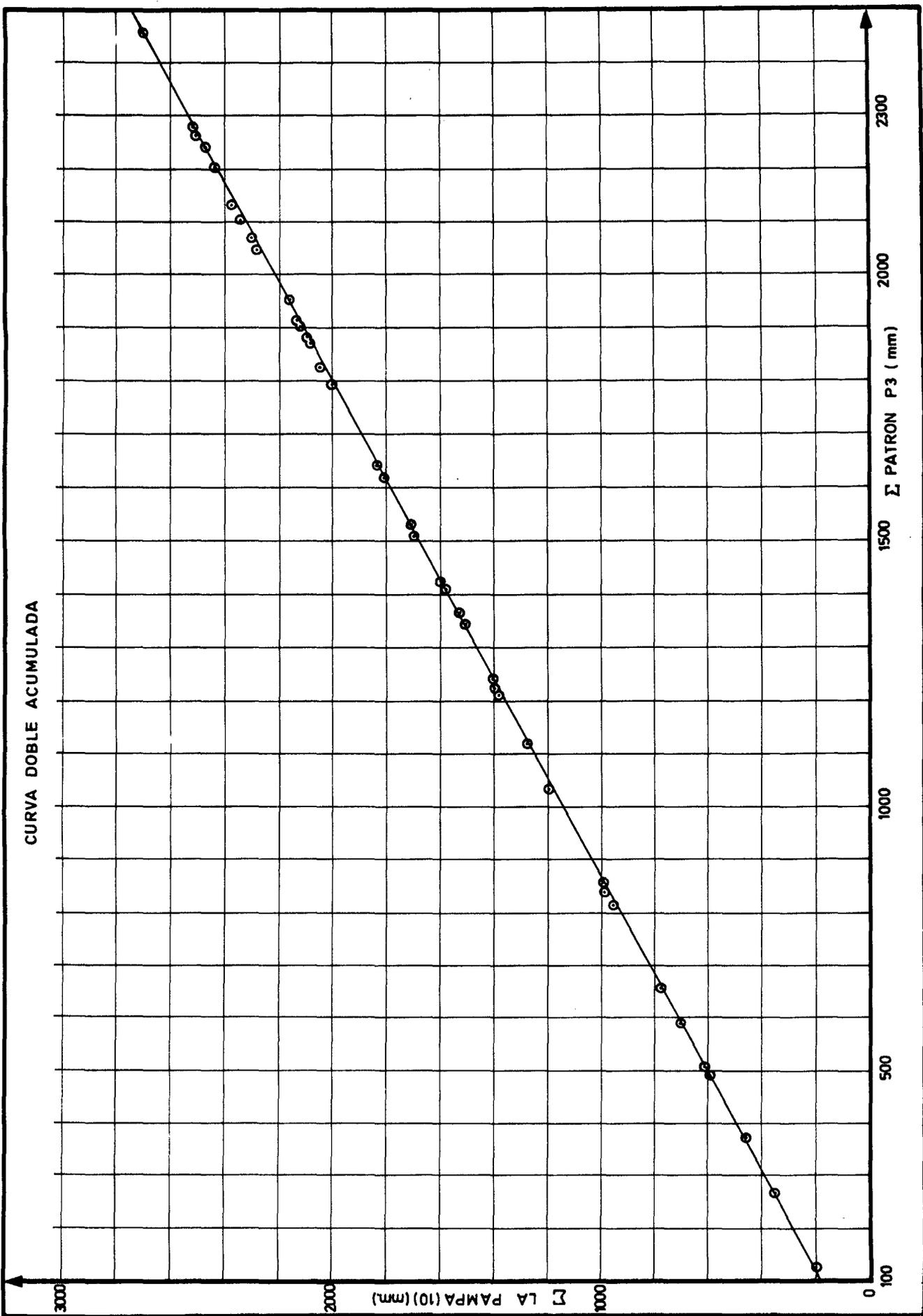
CURVA DOBLE ACUMULADA
 LA PAMPA - PATRON P2

FIGURA N° III.D. 1-1-7



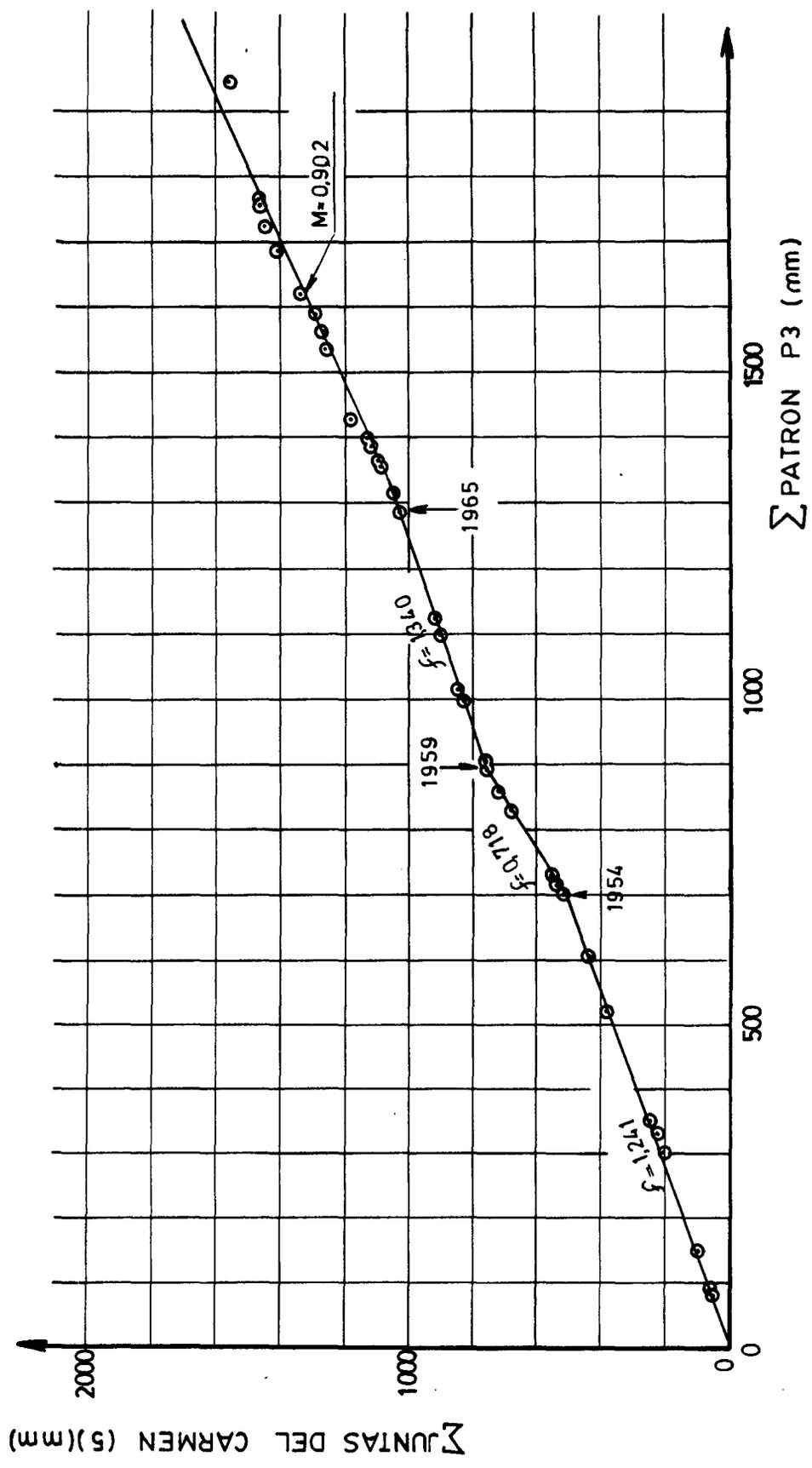
CURVA DOBLE ACUMULADA
FREIRINA RETEN - PATRON P2

FIGURA Nº III. D. 1-1-8



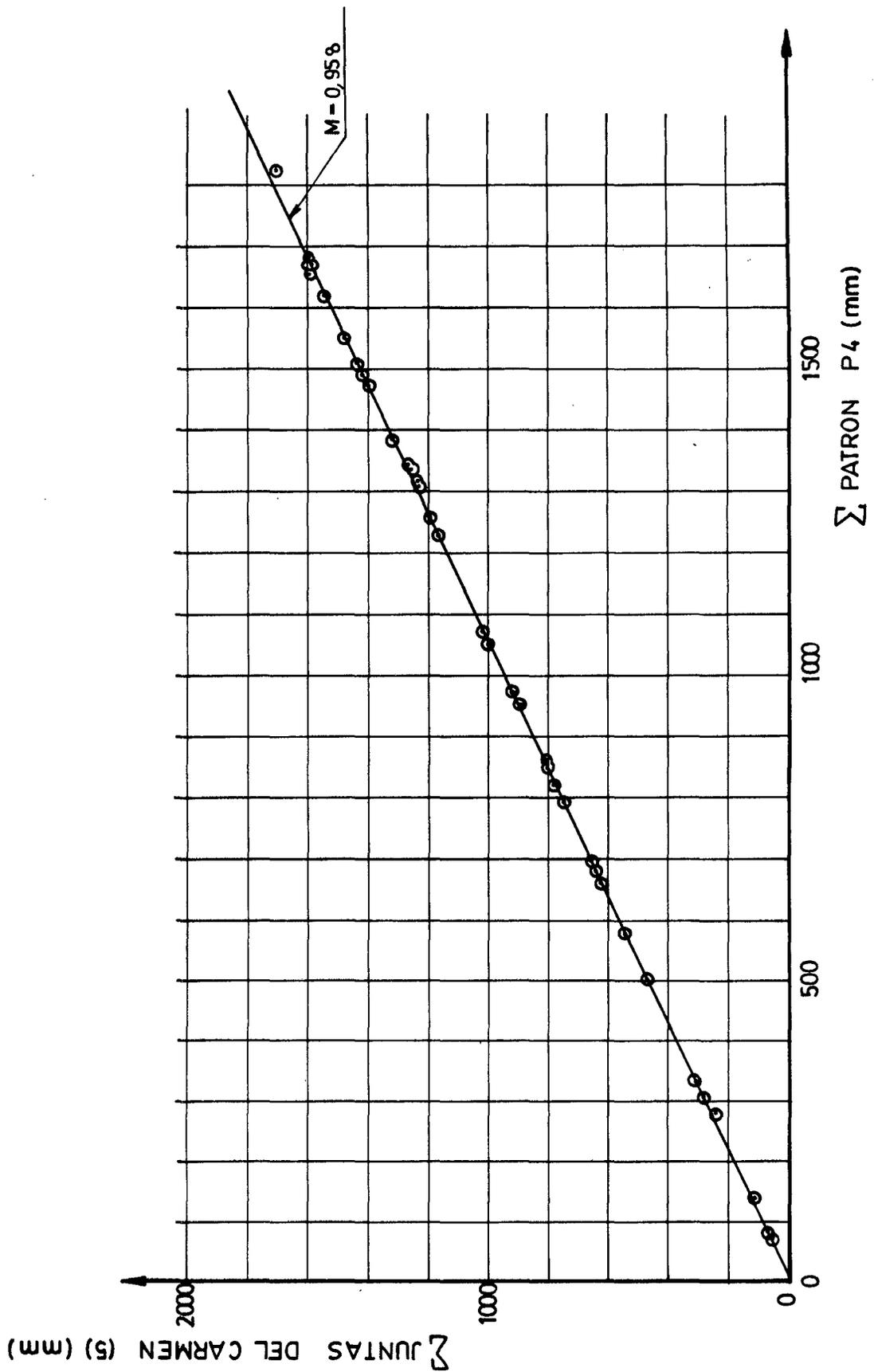
CURVA DOBLE ACUMULADA
LA PAMPA - PATRON P3

FIGURA Nº III.D. 1-1-9



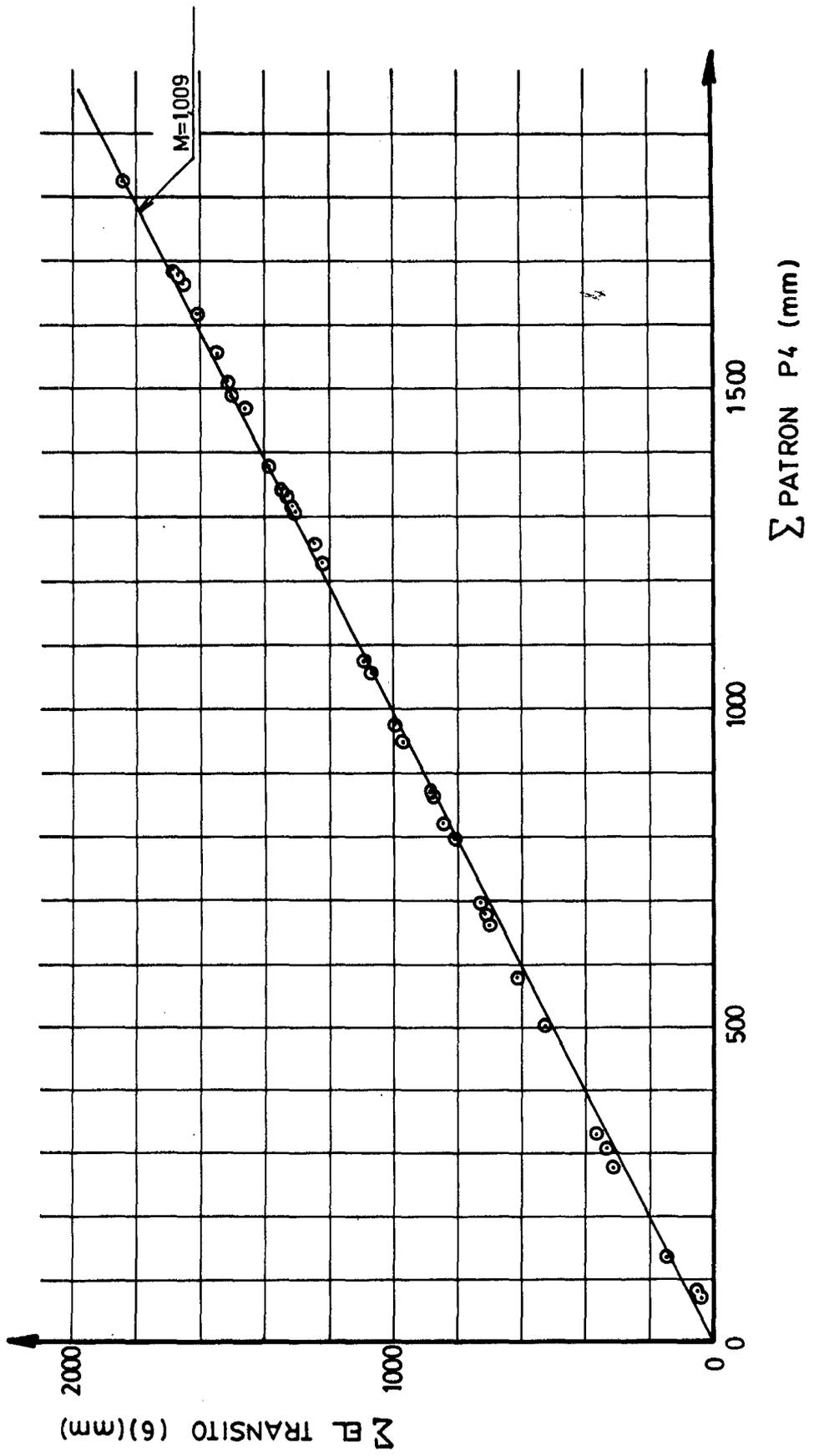
CURVA DOBLE ACUMULADA
JUNTAS DEL CARMEN - PATRON P3

FIGURA N° III.D.1-1-10



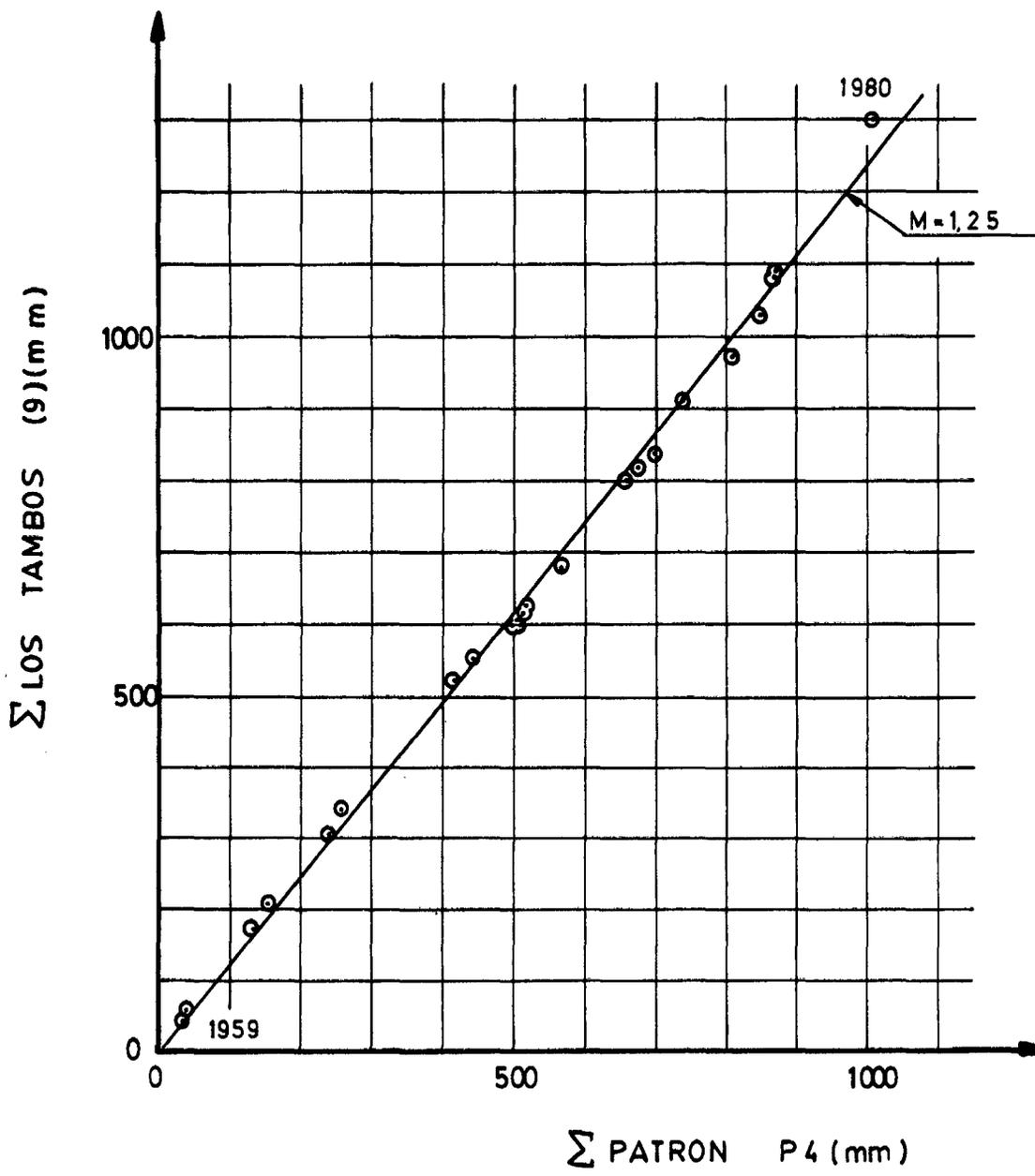
CURVA DOBLE ACUMULADA
 JUNTAS DEL CARMEN - PATRON P4

FIGURA Nº III.D.1-1-11



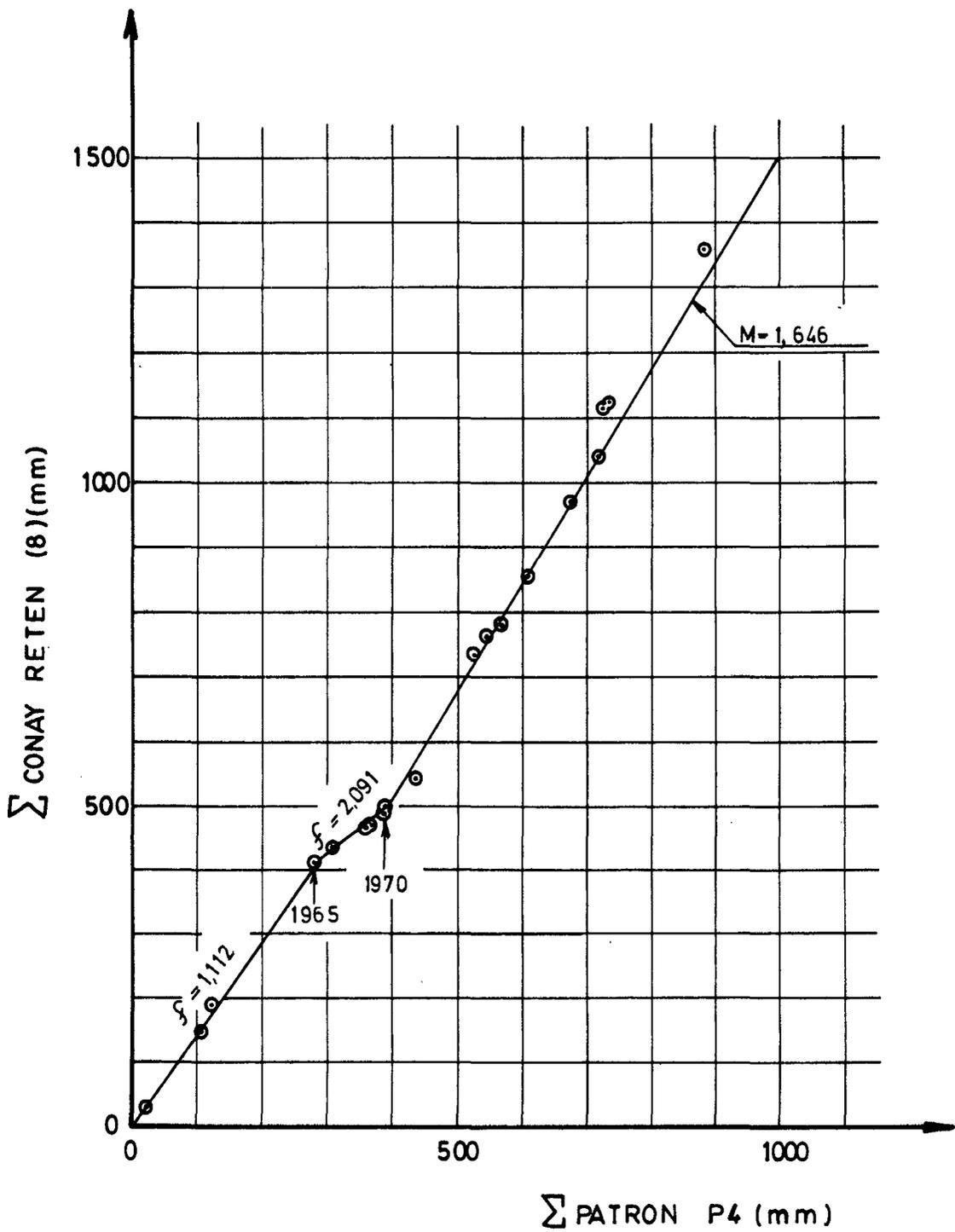
CURVA DOBLE ACUMULADA
EL TRANSITO — PATRON P4

FIGURA N° III.D.1-1-12



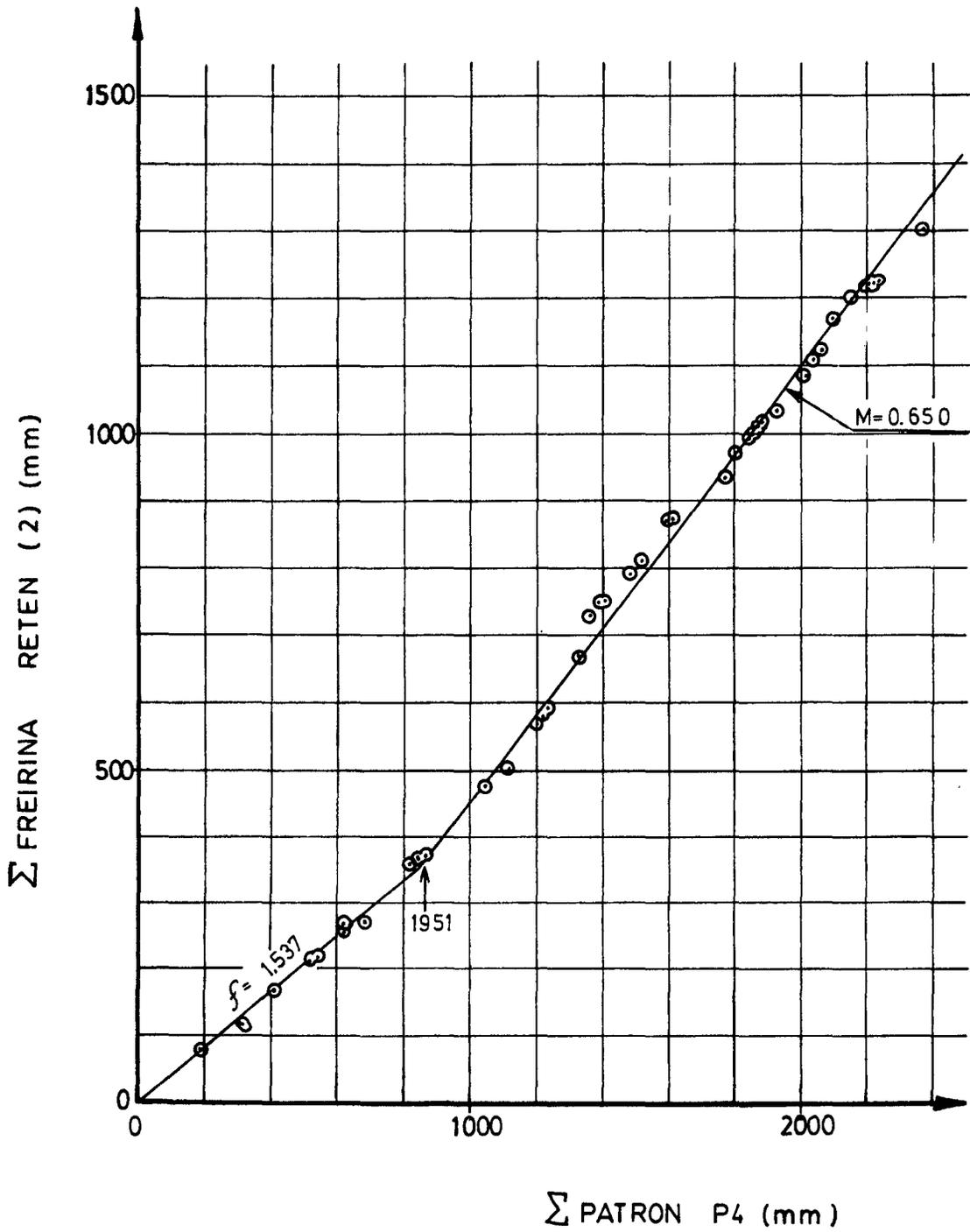
CURVA DOBLE ACUMULADA
 LOS TAMBOS - PATRON P4

FIGURA Nº III.D. 1-1-13



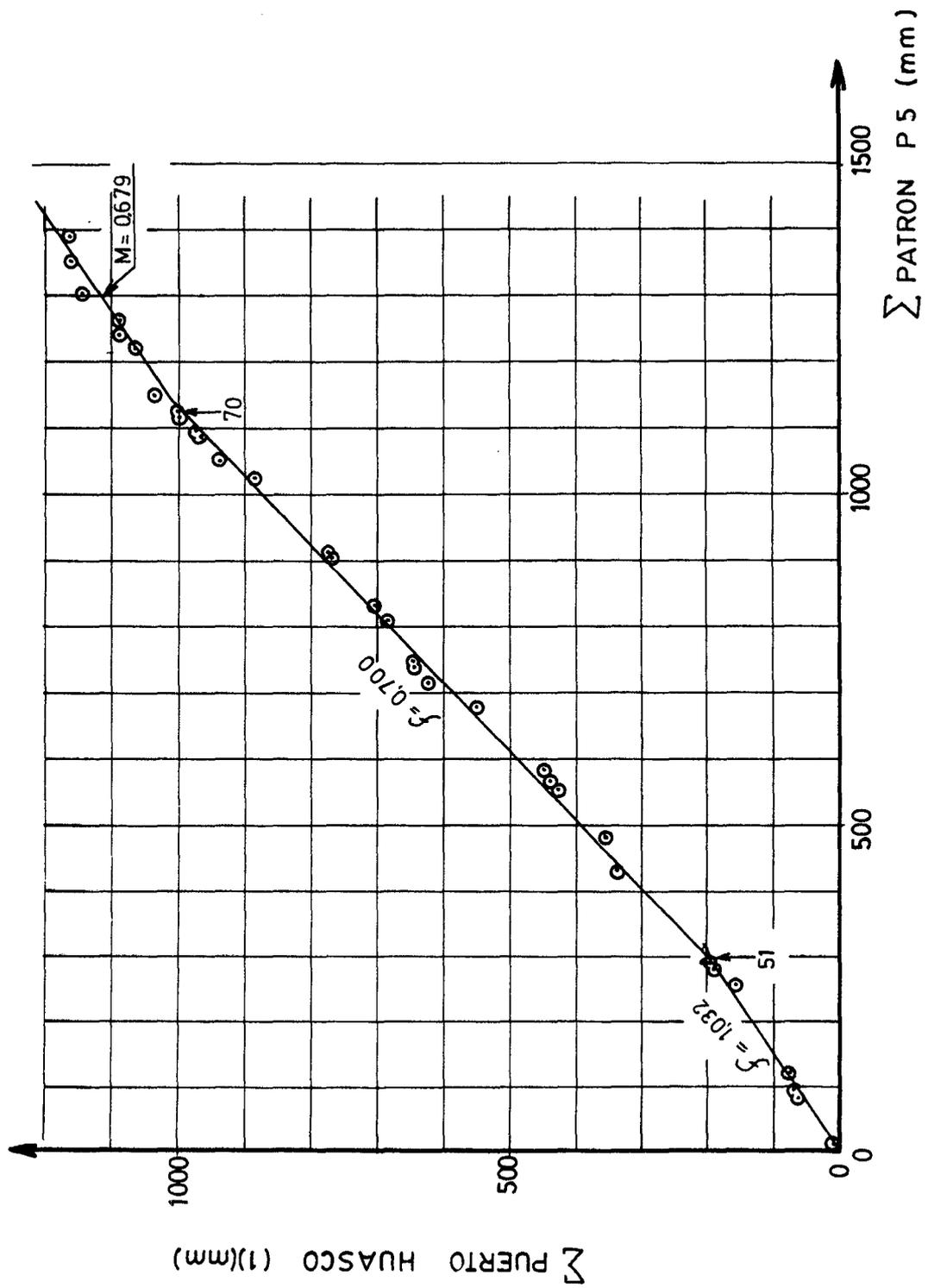
CURVA DOBLE ACUMULADA
 CONAY RETEN - PATRON P4

FIGURA N° III. D. 1-1-14



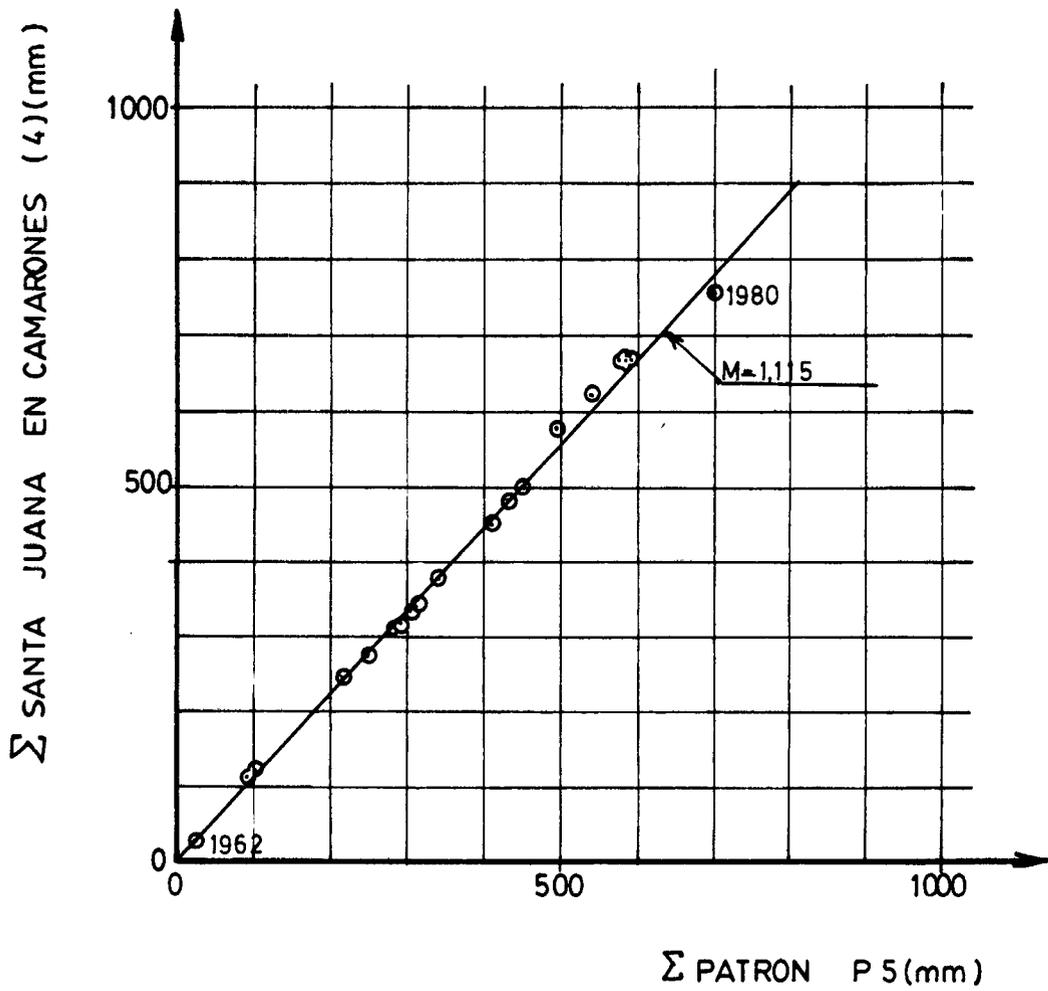
CURVA DOBLE ACUMULADA
FREIRINA RETEN - PATRON P4

FIGURA Nº III. D. 1-1-15



CURVA DOBLE ACUMULADA
 PUERTO HUASCO - PATRON P 5

FIGURA N° III .D. 1-1-16

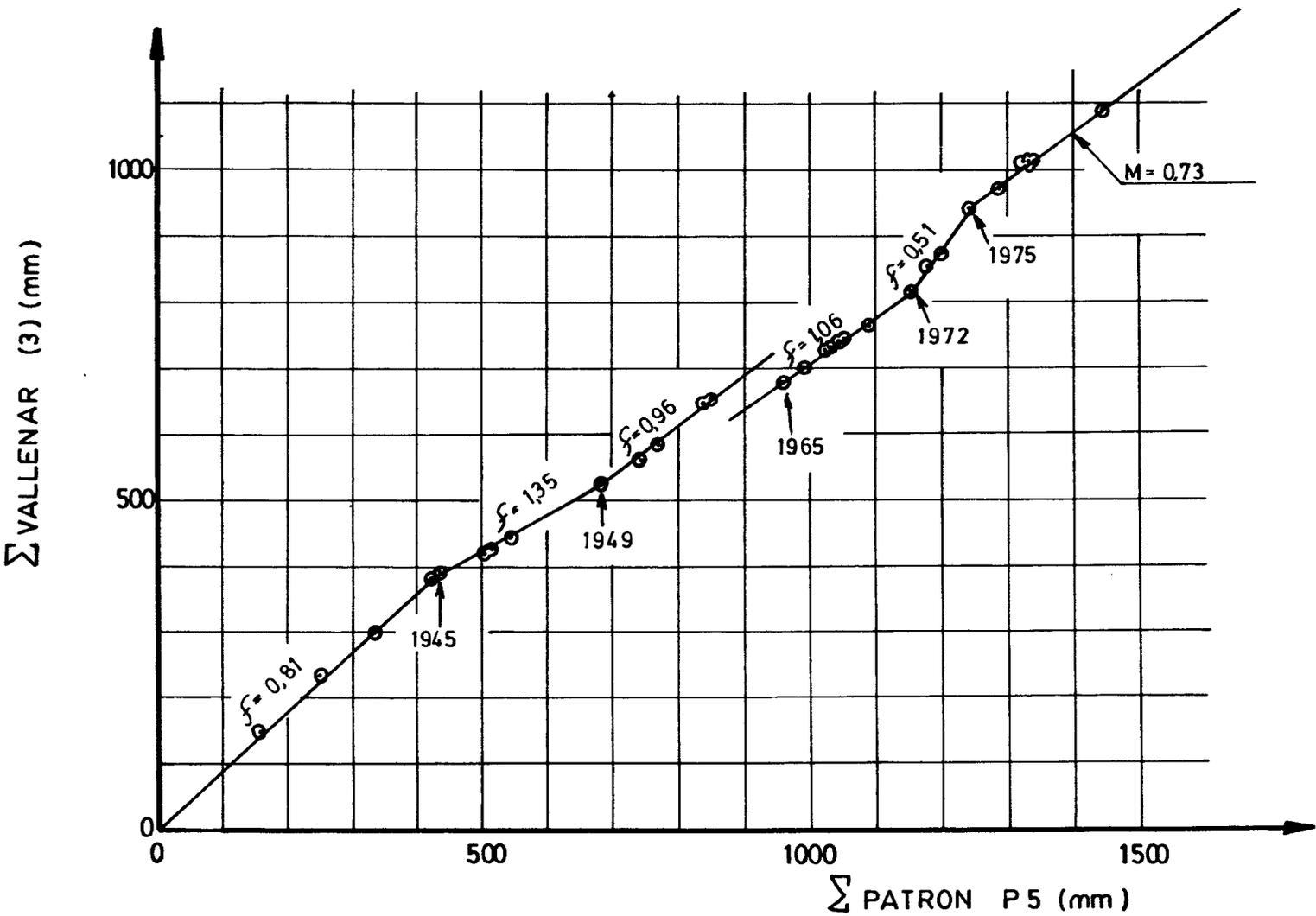


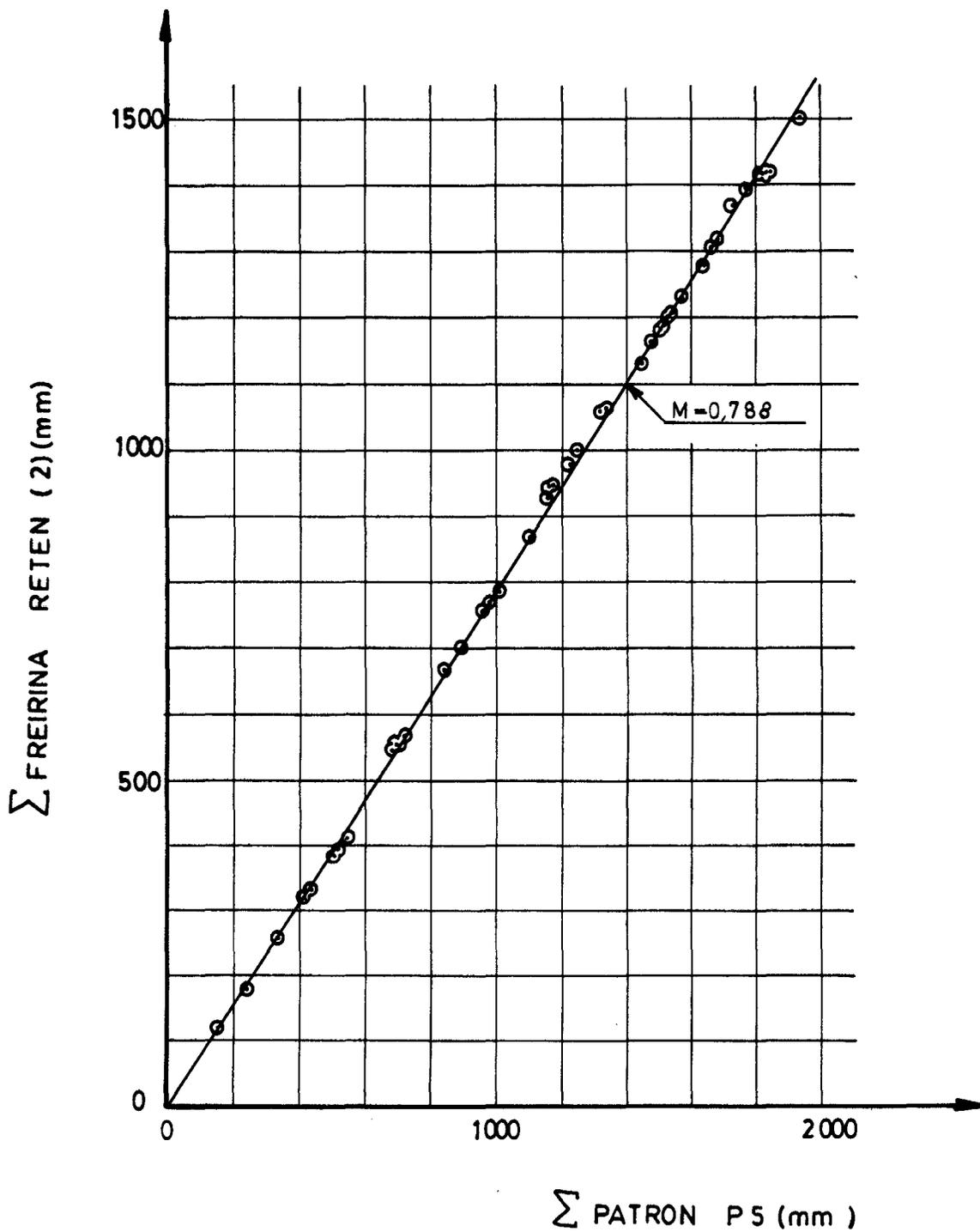
CURVA DOBLE ACUMULADA
SANTA JUANA EN CAMARONES - PATRON P5

FIGURA N° III.D. 1-1-17

CURVA DOBLE ACUMULADA
VALLENAR-PATRON P 5

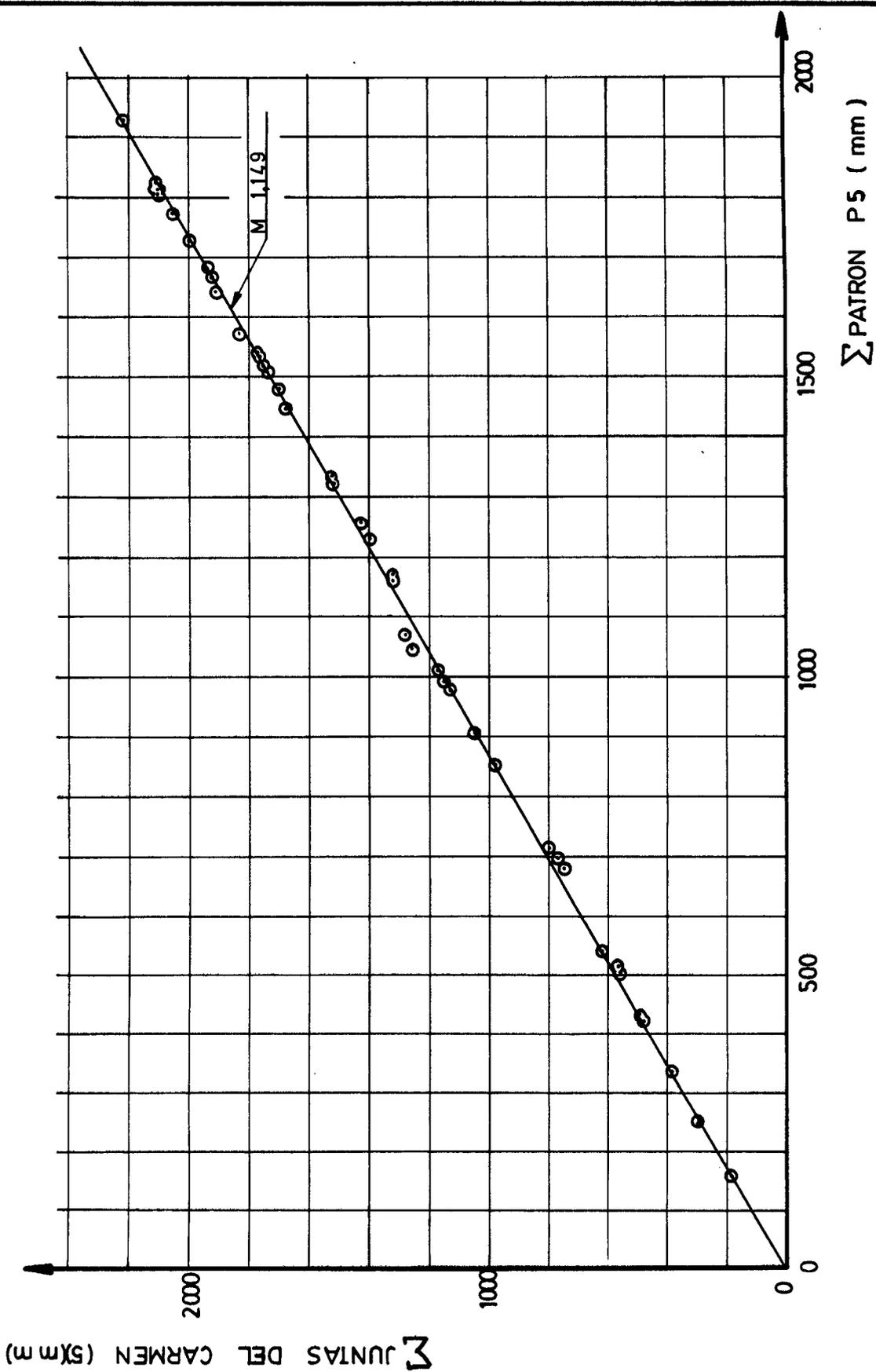
FIGURA N° III. D. 1-1-18





CURVA DOBLE ACUMULADA
 FREIRINA RETEN - PATRON P 5

FIGURA Nº III. D.1-1-19



CURVA DOBLE ACUMULADA
 JUNTAS DEL CARMEN - PATRON P5

FIGURA Nº III.D. 1-1-20

ANEXO N° III.D.1-2

ESTADISTICA PLUVIOMETRICA DEFINITIVA

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Puerto Huasco.

Controlada por : Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 27'

Longitud : 71° 15'

Altura : 4 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	40.2	0.0	23.1	41.3	.	0.2	.	.	104.8
1942	16.6	18.5	7.0	1.6	4.1	.	.	.	47.8
1943	64.9	2.7	.	.	.	.	.	67.6
1944	57.7	.	.	.	.	.	.	57.7
1945	4.6	.	.	.	.	4.6
1946	28.0	26.8	.	.	.	.	.	.	54.8
1947	3.8	.	.	.	.	.	3.8
1948	3.6	.	10.3	.	.	.	.	.	13.9
1949	14.4	38.7	31.0	.	.	.	.	84.1
1950	31.0	.	.	.	1.5	.	.	.	32.5
1951	3.6	1.6	.	.	.	.	.	.	5.2
1952	51.0	14.0	16.9	16.8	.	.	.	98.7
1953	16.1	.	.	.	.	16.1
1954	10.7	17.2	19.6	.	.	.	.	.	47.5
1955	2.1	.	4.9	.	.	.	.	.	7.0
1956	10.2	.	.	.	10.2
1957	46.9	14.0	11.2	.	.	.	.	.	72.1
1958	22.3	19.3	7.0	.	.	.	48.6
1959	.	.	.	5.7	.	2.2	0.4	8.4	.	.	.	.	16.7
1960	0.0
1961	3.5	24.9	.	.	.	.	28.4
1962	0.4	.	.	0.7	.	12.6	.	.	13.7
1963	0.7	2.8	17.9	3.2	21.0	.	.	.	45.5
1964	2.8	0.2	1.4	.	.	4.4
1965	.	.	.	0.7	.	.	63.0	14.0	1.4	.	.	.	79.1

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Freirina Retén.

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile.

Latitud : 28° 30'

Longitud : 71° 05'

Altura : 81 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	46.6	0.0	26.8	48.0	.	0.2	.	.	121.6
1942	19.2	21.5	8.1	1.8	4.8	.	.	.	55.5
1943	75.3	3.1	.	.	.	.	.	78.4
1944	66.9	.	.	.	.	.	.	66.9
1945	6.1	.	0.0	.	.	.	6.1
1946	20.0	41.5	.	.	.	.	.	.	61.5
1947	13.8	.	.	.	.	.	13.8
1948	8.4	.	3.1	.	.	.	.	.	11.5
1949	21.5	49.2	61.5	.	.	.	.	132.2
1950	10.8	.	.	.	.	.	.	.	10.8
1951	2.3	.	.	.	.	.	.	.	2.3
1952	64.0	11.5	15.0	20.0	.	.	.	110.5
1953	26.0	.	.	.	.	26.0
1954	20.5	22.0	22.4	.	.	.	.	.	64.9
1955	3.0	.	3.0	2.0	.	.	.	.	8.0
1956	.	.	0.0	.	.	.	2.5	.	14.0	.	.	.	16.5
1957	54.5	6.0	22.0	.	.	.	.	.	82.5
1958	25.5	22.0	8.0	.	.	.	55.5
1959	.	.	.	6.5	.	2.5	0.5	11.0	.	.	1.0	.	21.5
1960	0.0
1961	4.0	28.5	.	.	.	.	32.5
1962	27.0	.	.	27.0
1963	2.0	3.0	22.0	4.5	23.5	.	.	.	55.0
1964	1.5	.	.	.	.	1.5

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Vallenar.

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 36'

Longitud : 70° 46'

Altura : 469 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	47.8	.	13.7	44.2	.	.	.	.	105.7
1942	.	.	0.0	.	6.3	23.8	5.9	31.7	7.3	7.0	.	0.3	82.3
1943	16.6	30.8	5.3	1.1	.	.	0.4	.	54.3
1944	.	.	.	20.1	0.0	40.1	0.0	0.0	.	1.2	.	0.0	61.4
1945	.	0.0	.	0.0	.	.	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	.	4.1
1946	0.0	.	.	.	48.1	7.4	.	.	.	.	.	.	55.5
1947	2.0	.	2.7	.	0.0	0.0	4.7
1948	.	0.0	.	.	15.6	.	10.4	4.7	.	.	.	.	30.7
1949	18.9	35.1	50.9	.	.	.	.	104.9
1950	10.0	.	.	.	.	.	.	.	10.0
1951	0.0	.	.	0.3	2.3	15.6	1.6	.	0.3	.	.	.	20.1
1952	59.3	10.6	13.9	18.5	.	.	.	102.3
1953	24.1	.	.	.	.	24.1
1954	19.0	20.4	20.7	.	.	.	.	.	60.1
1955	2.8	.	2.8	1.9	.	.	.	.	7.4
1956	.	.	0.0	.	.	.	2.3	.	13.0	.	.	.	15.3
1957	50.5	5.6	20.4	.	.	.	.	.	76.4
1958	23.6	20.4	7.4	.	.	.	51.4
1959	.	.	.	6.0	.	2.3	0.5	10.2	.	.	0.9	.	19.9
1960	0.0
1961	5.0	30.7	.	.	.	.	35.7
1962	1.2	.	22.2	.	.	23.4
1963	3.9	23.1	7.9	27.6	.	.	.	62.5
1964	1.4	.	1.0	.	.	.	.	2.4
1965	5.5	.	21.5	46.8	.	.	.	.	73.7

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1966	14.4	1.7	9.1	.	.	.	.	25.2
1967	0.7	8.9	.	6.0	13.1	.	.	.	28.9
1968	0.0
1969	10.5	.	.	.	.	10.5
1970	0.5	.	.	0.5
1971	.	.	.	0.1	0.0	4.6	.	19.3	.	.	.	.	24.0
1972	.	.	0.0	.	0.0	5.8	18.0	32.2	1.7	0.0	.	0.0	57.8
1973	.	0.0	.	1.5	0.0	10.7	0.4	0.0	0.2	6.6	0.0	0.0	19.4
1974	.	.	0.0	.	0.0	4.0	0.5	.	5.0	0.0	.	.	9.5
1975	0.0	0.0	.	0.0	23.7	8.5	0.1	0.8	0.0	.	0.0	.	33.0
1976	.	.	.	0.1	15.4	0.0	0.4	12.1	0.0	.	0.0	0.0	28.0
1977	.	.	0.0	1.8	0.0	0.1	25.5	9.3	.	0.3	0.0	0.0	37.0
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	.	.	0.0
1979	3.0	0.0	0.0	.	3.0
1980	.	.	.	27.8	0.2	0.2	41.8	5.9	0.0	0.0	0.3	.	76.2
\bar{P}	.	.	.	1.44	6.61	7.17	7.32	10.0	2.50	0.95	0.04	.	36.03
DS	.	.	.	5.40	13.65	12.66	11.01	14.31	5.88	3.76	0.16	.	31.34
CV	.	.	.	3.75	2.07	1.77	1.50	1.43	2.35	3.96	4.00	.	0.87

NOMENCLATURA

- . Precipitación nula. ————— Estadística Original.
- No hay medición. ▨▨▨▨▨ Estadística Rellenada.
- 0.0 Trazas de precipitación. - - - - - Estadística Extendida.
- Estadística Corregida.

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Santa Juana en Camarones.

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 40'

Longitud : 70° 39'

Altura : 560 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	12.0	61.3	.	44.2	61.8	.	.	.	.	179.3
1942	38.8	55.4	1.8	1.8	11.5	1.8	.	.	111.1
1943	22.1	43.9	11.9	.	.	.	.	.	77.9
1944	6.5	.	.	31.3	.	58.0	.	.	.	.	.	.	95.8
1945	2.8	5.5	.	6.4	.	14.7
1946	42.2	26.9	.	.	.	.	.	.	69.1
1947	0.4	.	.	.	.	.	.	0.4
1948	17.2	.	25.0	9.1	.	.	.	.	51.4
1949	14.5	23.4	86.7	.	.	.	.	124.5
1950	19.9	1.2	.	8.4	.	.	.	.	29.5
1951	.	.	.	5.5	0.4	3.0	12.0	6.9	.	.	.	.	27.8
1952	.	0.0	.	.	68.5	36.0	24.6	1.1	35.0	.	.	.	165.3
1953	8.5	5.1	49.0	.	.	.	.	62.8
1954	.	0.9	.	2.1	7.7	51.7	16.1	1.8	.	.	.	.	80.3
1955	5.2	.	5.0	4.3	.	3.6	.	.	18.1
1956	3.2	0.7	15.0	.	.	.	18.9
1957	37.2	5.5	37.7	.	.	.	.	4.5	85.0
1958	18.8	5.1	2.1	.	.	.	26.1
1959	.	.	.	16.4	.	5.0	.	7.7	.	.	.	.	29.1
1960	0.0
1961	22.1	59.8	.	4.9	.	.	86.7
1962	5.0	.	.	25.0	.	.	30.0
1963	5.0	42.0	9.0	31.3	.	.	.	87.3
1964	3.0	.	1.5	.	.	.	.	4.5
1965	9.0	1.5	87.0	27.5	.	.	.	.	125.0

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1966	.	.	.	0.0	.	20.0	2.5	4.0	.	.	.	.	26.5
1967	14.0	.	2.0	23.0	.	.	.	39.0
1968	3.0	.	.	.	.	.	.	3.0
1969	3.5	.	16.0	.	.	.	.	19.5
1970	5.0	.	.	5.0
1971	5.0	.	20.0	15.0	.	.	.	40.0
1972	5.0	26.0	33.0	7.5	.	.	.	71.5
1973	23.0	.	.	.	10.0	.	.	33.0
1974	7.5	0.3	.	8.2	.	.	.	16.0
1975	72.5	.	3.5	.	.	.	.	76.0
1976	25.0	.	.	22.5	.	.	.	.	47.5
1977	0.5	30.0	11.0	.	.	.	.	41.5
1978	0.0
1979	1.6	.	.	.	1.6
1980	.	.	.	33.0	.	0.6	47.0	5.9	.	.	1.8	.	88.3
\bar{P}	0.16	0.02	.	2.51	8.86	11.85	12.27	11.57	3.89	1.26	0.21	0.11	52.72
DS	1.03	0.14	.	7.62	17.51	19.17	18.77	19.97	8.58	4.32	1.04	0.71	45.41
CV	6.44	6.22	.	3.04	1.98	1.62	1.53	1.73	2.21	3.43	4.95	6.45	0.86

NOMENCLATURA

- . Precipitación nula.
- No hay medición.
- 0.0 Trazas de precipitación.

- Estadística Original.
- ▒▒▒▒▒▒▒ Estadística Rellenada.
- - - - - Estadística Extendida.
- - - - - Estadística Corregida.

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Juntas del Carmen.

Controlada por : Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 45'

Longitud : 70° 29'

Altura : 800 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	12.4	63.2	.	45.6	63.6	.	.	.	.	184.8
1942	39.9	57.0	1.9	1.9	11.9	1.9	.	.	114.5
1943	22.8	45.2	12.3	.	.	.	.	.	80.3
1944	6.7	.	.	32.3	.	59.8	.	.	.	.	.	.	98.8
1945	2.9	5.7	.	6.6	.	15.2
1946	43.5	27.7	.	.	.	.	.	.	71.2
1947	0.4	.	.	.	.	.	.	0.4
1948	17.7	.	25.8	9.4	.	.	.	.	53.0
1949	14.9	24.1	89.4 [#]	128.4
1950	20.5	1.2	.	8.7	.	.	.	.	30.4
1951	.	.	.	5.7	0.4	3.1	12.4	7.1	.	.	.	.	28.7
1952	.	0.0	.	.	70.7	37.1	25.4	1.1	36.1	.	.	.	170.4
1953	8.8	5.3	50.5	.	.	.	.	64.7
1954	.	0.9	.	2.2	7.9	53.3	16.6	1.9	.	.	.	.	82.8
1955	5.4	.	5.2	4.4	.	3.7	.	.	18.7
1956	3.3	0.7	15.5	.	.	.	19.5
1957	38.4	5.7	38.9	.	.	.	.	4.6	87.6
1958	19.4	5.3	2.2	.	.	.	26.9
1959	.	.	.	16.9	.	5.2	.	7.9	.	.	.	.	30.0
1960	0.0
1961	22.8	61.7	.	5.0	.	.	89.4
1962	0.2	.	.	26.6	.	.	26.7
1963	1.3	8.7	31.7	12.8	27.2	.	.	.	81.7
1964	3.1	.	9.5	.	.	.	.	12.6
1965	.	.	.	1.0	14.7	6.8	107.3	22.6	.	.	.	.	152.9

Corregido con dato libro Corfo ya que estaciones vecinas presentan, en ese mes, valores mucho mayores que el valor original (16.6).

Estadística Definitiva (mm.)

Latitud : 28° 52'

Estación Pluviométrica El Tránsito.

Longitud : 70° 16'

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Altura : 1.100 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	13.0	66.5	.	48.0	67.0	.	.	.	.	194.5
1942	42.0	60.0	2.0	2.0	12.5	2.0	.	.	120.5
1943	24.0	47.5	13.0	.	.	.	.	.	84.5
1944	7.0	.	.	34.0	.	63.0	.	.	.	.	.	.	104.0
1945	3.0	6.0	.	7.0	.	16.0
1946	40.5	26.0	.	.	.	.	.	.	66.5
1947	.	.	.	0.8	.	.	.	1.4	.	.	.	.	2.2
1948	23.4	.	46.0	15.0	.	.	.	.	84.4
1949	10.0	51.0	102.0	.	.	.	.	163.0
1950	15.5	.	.	.	0.5	.	.	.	16.0
1951	.	.	.	13.0	7.0	.	11.0	6.0	.	.	.	.	37.0
1952	.	8.0	2.0	.	2.0	109.0	9.0	6.5	22.1	.	.	.	158.6
1953	22.1	0.9	70.0	.	.	.	.	93.0
1954	.	3.0	.	0.0	5.0	66.5	7.5	.	.	.	.	.	82.0
1955	7.4	.	0.0	2.0	.	4.0	.	.	13.4
1956	5.0	.	9.5	.	.	.	14.5
1957	19.0	3.5	55.0	.	.	.	.	3.0	80.5
1958	19.0	8.5	8.5	.	.	.	36.0
1959	.	.	.	16.0	.	6.5	.	8.0	.	.	.	.	30.5
1960	.	.	.	3.0	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0
1961	22.0	72.0	.	4.0	.	.	98.0
1962	15.0	.	.	15.0
1963	7.0	11.0	31.0	13.5	10.5	.	.	.	73.0
1964	6.0	.	20.0	.	.	.	.	26.0
1965	.	.	.	6.0	8.5	7.0	81.0	31.0	4.0	.	.	.	137.5

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica San Felix.

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 55'

Longitud : 70° 27'

Altura : 1.150 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	2.0	52.0	4.0	45.0	72.0	0.0	0.0	.	.	175.0
1942	.	.	.	0.0	33.5	39.9	2.0	23.0	10.9	8.2	.	.	117.5
1943	.	.	0.4	.	27.9	69.8	17.1	.	2.8	1.2	.	.	119.2
1944	3.0	.	0.0	30.5	2.8	73.3	.	.	0.3	0.3	4.8	.	115.0
1945	4.7	3.0	.	0.0	.	7.7
1946	.	.	.	0.0	46.7	29.5	.	.	.	.	.	.	76.2
1947	0.5	.	.	.	.	.	0.5
1948	18.2	.	7.6	.	.	.	.	.	25.8
1949	15.8	34.0	58.9	.	.	.	.	108.7
1950	3.8	.	.	.	24.6	1.8	.	.	0.0	.	.	.	30.2
1951	.	.	.	2.0	0.8	3.0	11.3	2.0	.	.	.	.	19.1
1952	.	8.4	0.0	.	49.0	29.6	23.1	2.2	27.6	.	.	.	139.9
1953	.	.	0.0	.	0.0	20.1	0.0	55.2	.	.	.	.	75.3
1954	.	4.6	.	5.6	8.4	37.8	15.9	.	.	.	.	.	72.3
1955	0.0	.	.	0.0	13.1	.	0.0	.	.	.	.	.	13.1
1956	0.0	.	6.8	0.0	11.6	.	.	.	18.4
1957	57.0	6.6	47.7	.	.	.	.	4.4	115.7
1958	15.0	6.9	4.5	.	.	.	26.4
1959	.	.	.	17.3	.	6.1	.	8.6	.	.	.	.	32.0
1960	.	.	.	1.0	.	.	.	.	.	.	.	.	1.0
1961	22.7	49.2	.	5.5	.	.	77.4
1962	0.1	.	.	15.7	.	.	15.8
1963	8.5	13.6	21.3	9.0	12.7	.	.	.	65.1
1964	3.3	.	10.7	.	.	.	.	14.0
1965	28.0	1.0	.	4.5	7.0	6.5	96.0	19.7	1.4	.	.	.	164.1

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1966	•	•	•	0.9	•	21.5	•	•	•	•	•	•	22.4
1967	•	•	•	•	•	19.5	•	•	11.0	•	0.0	0.0	30.5
1968	•	•	•	•	0.5	8.5	•	•	•	•	•	•	9.0
1969	•	•	•	•	•	1.7	•	30.5	•	•	•	•	32.2
1970	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	0.0
1971	•	•	•	•	•	15.0	•	•	•	•	•	•	15.0
1972	•	1.0	•	•	•	26.5	26.5	26.5	1.0	•	•	•	81.5
1973	•	•	•	5.0	•	16.0	•	•	•	•	•	•	21.0
1974	•	•	•	•	•	16.5	•	•	12.0	•	•	•	28.5
1975	•	•	•	•	21.6	12.6	•	2.4	•	•	•	•	36.6
1976	•	2.5	•	•	61.0	•	•	9.0	•	•	•	•	72.5
1977	•	•	•	4.5	9.5	1.0	16.0	9.0	•	•	•	•	40.0
1978	•	•	•	•	•	1.5	1.5	1.5	•	•	•	•	4.5
1979	•	•	•	•	•	•	•	•	1.0	•	•	•	1.0
1980	•	•	•	105.7	•	3.0	56.0	18.0	•	4.2	•	•	186.9
\bar{P}	0.87	0.44	0.01	4.48	11.05	12.60	11.65	10.48	2.50	0.88	0.12	0.11	55.18
DS	4.46	1.54	0.06	17.33	18.35	17.69	20.16	18.34	5.62	2.92	0.76	0.70	52.44
CV	5.13	3.50	6.00	3.87	1.66	1.40	1.73	1.75	2.25	3.32	6.33	6.36	0.95

NOMENCLATURA

- Precipitación nula.
- No hay medición.
- 0.0 Trazas de precipitación.

- Estadística Original.
- Estadística Rellenada.
- - - - - Estadística Extendida.
- - - - - Estadística Corregida.

Estadística Definitiva (mm.)

Latitud : 28° 58'

Estación Pluviométrica Conay Retén.

Longitud : 70° 09'

Controlada por : Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Altura : 1.450 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	19.1	104.4	3.0	70.8	115.4	.	.	.	.	312.7
1942	75.8	84.0	2.5	18.0	21.3	5.7	.	.	207.4
1943	.	.	0.2	.	41.0	90.6	24.6	.	.	.	.	.	156.4
1944	11.2	.	.	56.1	1.2	110.3	.	.	0.2	0.2	2.0	.	181.1
1945	6.5	7.6	.	5.7	.	19.8
1946	88.4	.	41.6	.	.	.	.	.	130.0
1947	.	.	.	0.2	.	0.1	0.5	0.8	.	.	.	.	1.6
1948	36.8	.	44.3	12.7	.	.	.	.	93.8
1949	23.6	59.8	153.5	.	.	.	.	237.0
1950	2.0	.	.	.	39.0	1.4	.	3.9	.	.	.	.	46.1
1951	.	.	.	8.4	3.4	3.6	14.1	6.8	.	.	.	.	36.2
1952	.	9.9	0.9	.	86.0	99.6	28.9	6.8	52.7	.	.	.	284.8
1953	0.6	38.3	2.5	82.1	.	.	.	.	123.5
1954	.	3.5	.	6.7	11.9	100.5	19.7	0.8	.	.	.	.	143.2
1955	16.1	.	2.4	4.3	.	3.5	.	.	26.3
1956	8.6	2.6	16.8	.	.	.	28.0
1957	.	.	.	0.7	58.1	7.6	91.6	.	.	.	.	.	158.0
1958	.	.	1.6	.	.	.	28.4	8.1	5.9	.	.	.	44.4
1959	.	.	.	30.7	.	9.7	.	15.7	.	.	.	.	56.0
1960	.	.	.	2.0	.	4.6	1.7	.	.	.	.	.	8.2
1961	38.3	102.3	.	7.5	.	.	148.1
1962	.	.	1.1	0.1	.	.	3.3	.	.	28.9	.	.	33.5
1963	8.9	23.4	32.3	28.7	34.5	.	2.2	.	129.9
1964	.	.	6.7	.	.	15.6	.	31.2	.	.	.	.	53.4

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1965	.	.	.	17.8	11.1	10.6	95.6	101.2	10.0	.	2.2	.	248.5
1966	.	.	.	31.4	.	7.3	.	.	.	.	.	.	38.7
1967	.	.	.	.	1.0	35.8	.	20.7	.	.	.	.	57.5
1968	.	.	.	.	.	3.1	.	.	.	.	.	.	3.1
1969	.	.	.	.	.	15.7	.	31.3	.	.	2.1	.	49.1
1970	.	.	4.2	.	.	.	9.4	.	.	.	.	.	13.6
1971	8.0	.	.	.	.	27.5	.	6.0	11.0	.	.	.	52.5
1972	.	.	.	.	9.0	127.0	31.0	16.0	6.0	.	1.5	.	190.5
1973	.	.	.	11.0	.	9.5	.	.	.	8.4	.	.	28.9
1974	.	.	.	.	.	18.0	.	.	.	.	.	.	18.0
1975	4.3	.	1.2	.	59.0	11.0	.	.	.	.	.	.	75.5
1976	.	2.5	5.0	.	86.2	.	9.0	12.5	.	.	.	.	115.2
1977	.	.	.	3.0	9.5	3.0	32.0	20.0	.	.	.	.	67.5
1978	.	.	.	.	.	21.0	54.0	.	.	.	.	.	75.0
1979	.	.	.	.	.	.	.	.	6.0	1.0	.	.	7.0
1980	.	.	.	145.6	19.0	1.5	50.0	10.0	.	14.7	.	.	240.8
\bar{P}	0.64	0.40	0.52	8.32	19.16	22.67	19.92	20.45	4.30	1.75	0.39	.	98.52
DS	2.24	1.68	1.46	25.03	30.87	35.62	26.29	36.77	10.56	5.32	1.09	.	85.23
CV	3.50	4.20	2.81	3.01	1.61	1.57	1.32	1.80	2.46	3.04	2.79	.	0.87

NOMENCLATURA

- . Precipitación nula.
- No hay medición.
- 0.0 Trazas de precipitación.

- Estadística Original.
- Estadística Rellenada.
- Estadística Extendida.
- Estadística Corregida.

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica Los Tambos.

Controlada por: Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 58'

Longitud : 70° 11'

Altura : 1.385 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	14.5	79.3	2.3	53.7	87.6	.	.	.	.	237.5
1942	57.6	63.8	1.9	13.7	16.2	4.4	.	.	157.5
1943	.	.	0.1	.	31.1	68.8	18.7	.	.	.	.	.	118.8
1944	8.5	.	.	42.6	0.9	83.7	.	.	0.1	0.1	1.5	.	137.5
1945	5.0	5.7	.	4.3	.	15.0
1946	67.2	.	31.6	.	.	.	.	.	98.8
1947	.	.	.	0.2	.	0.1	0.4	0.6	.	.	.	.	1.3
1948	28.0	.	33.7	9.6	.	.	.	.	71.3
1949	18.0	45.4	116.6	.	.	.	.	180.0
1950	1.3	.	.	.	29.6	1.1	.	3.0	.	.	.	.	35.0
1951	.	.	.	6.4	2.6	2.7	10.7	5.2	.	.	.	.	27.5
1952	.	7.5	0.6	.	65.3	75.7	22.0	5.2	40.0	.	.	.	216.3
1953	0.5	29.1	1.9	62.4	.	.	.	.	93.8
1954	.	2.7	.	5.1	9.0	76.4	15.0	0.6	.	.	.	.	108.8
1955	12.3	.	1.8	3.2	.	2.7	.	.	20.0
1956	6.6	2.0	12.8	.	.	.	21.3
1957	.	.	.	0.5	44.1	5.8	69.6	.	.	.	.	.	120.0
1958	.	.	1.5	.	.	.	21.6	6.1	4.5	.	.	.	33.8
1959	.	.	.	23.0	.	11.0	.	9.0	1.0	.	.	.	44.0
1960	.	.	.	3.0	.	14.0	2.0	.	.	.	.	.	19.0
1961	0.5	.	26.0	83.5	.	4.0	.	.	114.0
1962	.	1.0	.	4.0	.	.	5.0	.	.	24.0	.	.	34.0
1963	7.0	15.5	30.0	17.0	27.0	.	2.0	.	98.5
1964	.	.	15.0	.	.	6.5	.	14.0	.	.	.	.	35.5
1965	4.0	.	.	13.5	7.0	9.5	53.0	83.5	7.0	.	.	.	177.5

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1966	.	.	.	11.0	.	22.0	.	.	.	.	.	.	33.0
1967	.	.	.	.	.	23.0	.	11.0	.	9.0	1.0	.	44.0
1968	.	.	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	.	2.0
1969	.	.	.	.	.	3.0	.	15.0	.	.	1.0	.	19.0
1970	.	.	7.0	.	.	.	2.9	.	.	.	.	.	9.9
1971	.	.	.	.	.	12.5	.	16.0	10.0	.	.	.	38.5
1972	.	.	.	.	8.0	117.0	.	10.0	.	.	1.0	.	136.0
1973	.	.	.	7.1	.	6.0	.	.	.	5.0	.	.	18.1
1974	.	.	.	.	.	17.0	.	.	.	.	.	.	17.0
1975	1.4	26.0	12.0	.	23.1	11.8	.	.	.	.	.	.	74.3
1976	.	.	.	.	46.0	.	.	14.7	.	.	.	.	60.7
1977	.	.	.	5.0	4.0	.	21.0	2.0	.	.	.	.	32.0
1978	.	.	.	.	.	22.0	51.0	.	.	.	.	.	73.0
1979	.	.	.	.	.	.	.	.	4.0	1.0	.	.	5.0
1980	.	.	.	144.5	9.5	2.5	50.8	7.0	.	7.9	.	.	222.2
P	0.38	0.93	0.91	7.01	13.32	18.07	14.41	15.09	3.21	1.45	0.27	.	75.04
DS	1.49	4.25	3.15	23.72	22.09	28.67	19.85	28.63	8.11	4.25	0.80	.	66.07
CV	3.92	4.57	3.46	3.38	1.66	1.59	1.38	1.90	2.53	2.93	2.96	.	0.88

NOMENCLATURA

- . Precipitación nula.
- No hay medición.
- 0.0 Trazas de precipitación.
- Estadística Original.
- ▨ Estadística Rellenada.
- Estadística Extendida.
- Estadística Corregida.

Estadística Definitiva (mm.)

Estación Pluviométrica La Pampa.

Controlada por : Dirección Meteorológica de Chile (DMC).

Latitud : 28° 58'

Longitud : 70° 14'

Altura : 1.300 mts.

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1941	.	.	.	19.0	71.0	3.0	33.0	76.5	.	.	.	.	202.5
1942	70.5	49.8	0.0	17.2	17.0	2.0	.	.	156.5
1943	29.0	67.0	20.0	.	.	.	.	.	116.0
1944	9.8	19.5	.	36.5	.	66.0	.	.	.	.	.	.	131.8
1945	5.0	5.5	.	.	.	10.5
1946	81.6	16.7	.	.	.	.	.	.	98.3
1947	1.3	1.2	.	.	.	.	2.5
1948	31.4	.	29.6	6.7	.	.	.	.	67.7
1949	17.8	38.0	127.7	.	.	.	.	183.5
1950	27.7	.	.	.	.	.	.	.	27.7
1951	2.7	.	1.7	.	.	.	.	4.4
1952	.	6.7	.	.	80.7	58.5	10.3	6.0	38.1	.	.	.	200.3
1953	1.7	48.1	.	37.0	.	.	.	.	86.8
1954	.	.	.	8.0	7.1	82.6	7.1	.	.	.	.	.	104.8
1955	9.0	.	0.0	2.7	.	.	.	.	11.7
1956	6.1	5.6	4.5	.	.	.	16.2
1957	.	.	.	1.5	25.5	2.5	79.0	.	.	.	.	2.9	111.4
1958	.	.	5.0	.	.	.	19.8	.	.	.	.	.	24.8
1959	.	.	.	23.5	.	5.4	.	13.2	.	.	.	.	42.1
1960	.	.	.	1.0	.	12.0	4.5	.	.	.	.	.	17.5
1961	26.0	67.0	.	4.0	.	.	97.0
1962	.	0.0	.	0.0	.	.	2.0	.	.	23.0	.	.	25.0
1963	7.5	16.5	34.0	16.5	24.5	.	.	.	99.0
1964	.	.	10.0	.	.	12.5	.	8.0	.	.	.	.	30.5

AÑO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
1965	2.3	.	.	10.0	5.8	6.9	73.4	71.1	3.5	.	.	.	173.0
1966	.	.	.	10.0	.	25.0	.	.	.	.	.	.	35.0
1967	.	.	.	.	.	30.5	.	11.5	8.0	.	.	.	50.0
1968	.	.	.	.	.	2.5	.	.	.	.	.	.	2.5
1969	.	.	.	.	.	1.0	.	15.0	.	.	.	.	16.0
1970	.	.	9.0	.	.	.	3.0	.	.	.	.	.	12.0
1971	2.5	.	.	.	.	14.5	.	12.0	5.5	.	.	.	34.5
1972	.	.	.	.	7.5	87.0	23.0	12.2	4.5	.	.	.	134.2
1973	.	.	.	9.0	.	8.0	4.0	.	.	2.7	.	.	23.7
1974	.	.	.	.	.	16.5	.	.	13.4	.	.	.	29.9
1975	.	.	.	.	10.0	21.2	.	.	.	.	.	.	31.2
1976	.	.	.	.	58.3	3.5	1.1	9.0	.	.	.	.	71.9
1977	.	.	•••••	1.0	3.0	1.5	12.3	12.3	.	.	.	0.0	30.1
1978	.	.	.	.	.	11.5	30.5	.	.	.	.	.	42.0
1979	.	.	.	.	.	.	.	.	3.0	.	.	.	3.0
1980	.	.	.	130.0	7.5	2.0	34.0	9.5	0.0	8.0	.	.	191.0
F	0.37	0.66	0.60	6.24	13.37	17.32	12.30	13.62	3.19	0.99	.	0.07	68.71
DS	1.62	3.23	2.22	21.45	24.35	24.51	19.36	26.60	7.68	3.86	.	0.46	62.27
CV	4.38	4.89	3.70	3.44	1.82	1.42	1.57	1.95	2.41	3.90	.	6.57	0.91

NOMENCLATURA

- Precipitación nula. ————— Estadística Original.
- No hay medición. ••••• Estadística Rellenada.
- 0.0 Trazas de precipitación. - - - - - Estadística Extendida.
- Estadística Corregida.

ANEXO N° III.D.1-3

ESTADISTICA ORIGINAL Y VALORES CORREGIDOS
PRECIPITACION MAXIMA ANUAL EN 24 HORAS

ESTACION PLUVIOMETRICA LA PAMPA

CONTROLADA POR : DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE (DMC).

PRECIPITACION MAXIMA ANUAL EN 24 HORAS
(MM)

AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL	VALORES CORREGIDOS	AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL	VALORES CORREGIDOS
1917	JUL.	34.0		1951	JUN.	1.6	2.7
1918	JUN.	45.0		1952	MAY.	48.0	80.7
1919	MAY.	188.0		1953	AGO.	33.9	
1920	JUL.	18.0		1954	JUN.	59.5	
1921	MAY.	30.0		1955	MAY.	9.0	
1922	AGO.	77.5		1956	JUL.	6.1	
1923	JUL.	23.0		1957	MAY.	25.0	65.0
1924	SEP.	4.7		1958	MAR.	5.0	
1925	AGO.	10.0		1959	ABR.	23.5	
1926	JUN.	47.5		1960	JUN.	12.0	
1927	JUN.	58.0		1961	AGO.	67.0	
1928	MAY.	26.5		1962	OCT.	23.0	
1929	JUN.	47.0		1963	JUL.	22.5	
1930	AGO.	50.0		1964	JUN.	10.0	
1931	ABR.	19.5		1965	JUL.	61.5	
1932	JUN.	27.0		1966	JUN.	25.0	
1933	JUL.	13.0		1967	JUN.	16.0	
1934	MAY.	103.0		1968	JUN.	2.5	
1935	JUL.	28.0		1969	AGO.	15.0	
1936	JUL.	42.0		1970	MAR.	9.0	
1937	SEP.	34.0		1971	AGO.	12.0	
1938	MAY.	38.0		1972	JUN.	26.5	
1939	OCT.	23.0		1973	JUN.	6.5	
1940	JUN.	48.0		1974	JUN.	10.5	
1941	MAY.	49.0		1975	JUN.	17.5	
1942	MAY.	42.0		1976	MAY.	49.0	
1943	JUN.	46.0		1977	JUL.	9.3	
1944	JUN.	22.0		1978	JUL.	11.5	
1945	SEP.	6.0		1979	SEP.	3.0	
1946	MAY.	60.0		1980	ABR.	81.5	
1947	AGO.	1.0		1981	AGO.	17.0	
1948	JUL.	28.6					
1949	AGO.	57.0					
1950	MAY.	16.5	27.7				

ESTACION PLUVIOMETRICA EL TRANSITO

CONTROLADA POR : DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE (DMC).

PRECIPITACION MAXIMA ANUAL EN 24 HORAS
(MM)

AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL	AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL
1936	JUL.	32.0	1960	ABR.	3.0
1937	SEP.	23.2	1961	AGO.	72.0
1938	MAY.	45.0	1962	OCT.	15.0
1939	OCT.	18.0	1963	JUL.	18.0
1940	JUN.	35.0	1964	AGO.	20.0
1941	MAY.	40.0	1965	JUL.	43.5
1942	MAY.	39.5	1966	JUN.	25.0
1943	JUN.	27.0	1967	JUN.	21.0
1944	JUN.	43.0	1968	JUN.	1.0
1945	NOV.	7.0	1969	-	0.0
1946	MAY.	28.0	1970	MAR.	4.5
1947	AGO.	1.4	1971	AGO.	22.0
1948	JUL.	27.0	1972	JUL.	18.0
1949	JUL.	43.0	1973	OCT.	12.0
1950	MAY.	15.5	1974	JUN.	6.0
1951	ABR.	13.0	1975	JUN.	11.5
1952	JUN.	53.0	1976	MAY.	44.0
1953	AGO.	70.0	1977	JUL.	21.2
1954	JUN.	44.0	1978	JUL.	7.0
1955	MAY.	7.4	1979	-	0.0
1956	SEP.	9.5	1980	ABR.	59.2
1957	JUL.	45.0			
1958	JUL.	15.0			
1959	ABR.	16.0			

ESTADISTICA ORIGINAL Y CORREGIDA

ESTACION PLUVIOMETRICA JUNTAS DEL CARMEN

CONTROLADA POR : DIRECCION METEOROLOGICA DE CHILE (DMC).

PRECIPITACION MAXIMA ANUAL EN 24 HORAS
(MM)

AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL	VALORES CORREGIDOS	AÑO	MES	ESTADISTICA ORIGINAL	VALORES CORREGIDOS
1948	JUL.	20.5	25.4	1966	JUN.	22.5	
1949	JUL.	17.4	21.6	1967	JUN.	15.3	
1950	MAY.	13.0	16.1	1968	JUN.	2.5	
1951	JUL.	10.0	12.4	1969	AGO.	20.8	
1952	MAY.	56.9	70.6	1970	-	0.0	
1953	AGO.	27.8	34.5	1971	AGO.	31.3	
1954	JUN.	34.9	43.3	1972	AGO.	29.5	
1955	MAY.	7.5	5.4	1973	ABR.	8.5	
1956	SEP.	21.5	15.4	1974	SEP.	5.5	
1957	JUL.	44.3	31.8	1975	MAY.	32.0	
1958	JUL.	27.1	19.5	1976	AGO.	18.0	
1959	ABR.	23.5	16.9	1977	JUL.	27.0	
1960	-	0.0		1978	-	0.0	
1961	AGO.	41.5	55.6	1979	SEP.	1.5	
1962	OCT.	19.8	26.5	1980	JUL.	58.0	
1963	JUL.	20.0	26.8	1981	AGO.	5.0	
1964	AGO.	7.1	9.5				
1965	JUN.	38.0	50.9				

ANEXO N° III.D.2-1

PROCEDIMIENTO DE CORRECCION, RELLENO
Y EXTENSION DE ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS

1. Traducción de estadísticas recientes.

De las nueve estaciones fluviométricas (cuadro Nº III.D.2-1-1) que cuentan con estadísticas en la cuenca del río Huasco, siete están actualmente en operación. Para estas estaciones ha sido necesario traducir las estadísticas en el intervalo de tiempo más reciente, y así contar con la información requerida hasta el mes de Abril de 1981. En el caso particular de la estación río Huasco en Santa Juana, no se pudo hacer esta traducción de estadística, ya que debido a la mala calidad de los aforos realizados en la sección, no fue posible obtener una buena curva de descarga para el intervalo comprendido entre Mayo de 1979 y Abril de 1981.

Para la traducción de las estadísticas, ha sido necesario construir curvas de descarga para las distintas estaciones, válidas hasta el mes de Abril de 1981; dichas curvas se obtienen representando en forma gráfica los últimos aforos realizados por la Dirección General de Aguas (D.G.A.) en conjunto con la última curva de descarga utilizada por dicha institución, en su traducción de las estadísticas. Con ésto se procede al trazado de nuevas curvas de descarga o a la modificación de la última curva de descarga obtenida por la D.G.A., en el caso de haberse detectado problemas en el trazado de dicha curva y en su período de validez.

En el cuadro Nº III.D.2-1-2, se indica el intervalo de tiempo para el cual se procedió a hacer la traducción de las estadísticas en las distintas estaciones.

2. Retraducción de estadísticas antiguas.

Al efectuar el trabajo de traducción de estadísticas especificado en el punto anterior, se han detectado algunas anomalías en el trazado de curvas de descarga, motivo por el cual se modifican algunas de ellas, tanto en cuanto al trazado mismo, como en cuanto a su período de validez. Posteriormente, al hacer los análisis de correlación entre las diferentes estaciones, se han comprobado errores en algunos valores. Esto es especialmente notorio en la correlación entre los caudales medios anuales de Huasco en Algodones, y la suma de El Tránsito en Junta con El Carmen y El Carmen en Ramadillas. Por este motivo se ha sometido a revisión las curvas de descarga correspondientes a los períodos con problemas. Luego de este análisis, se ha estimado necesario modificar algunas curvas de descarga debido a evidentes problemas de trazado, principalmente en sus partes altas.

Con las curvas modificadas, se han retraducido las estadísticas de gastos medios diarios, para así obtener los correspondientes gastos medios mensuales de los períodos afectados por los cambios.

En el cuadro Nº III.D.2-1-3 se indica los intervalos de tiempo para los cuales se procedió a la retraducción de las estadísticas en las distintas estaciones.

3. Relleno y corrección de información.

Las estadísticas de caudales medios mensuales presentan algunos meses sin información. Con el objeto de contar con estadísticas completas de gastos medios mensuales, se ha procedido a rellenar los meses sin información mediante regresiones mensuales con otras estaciones. El ajuste de las regresiones se ha hecho en forma gráfica, dado que los valores a rellenar son pocos y en general corresponden a valores pequeños de caudal.

En estas regresiones se han detectado desviaciones importantes de valores de caudal medio mensual, en algunas estaciones. En una situación de esta especie no es posible atribuir la anomalía a una determinada estación fluviométrica. Con el objeto de establecer a cual de las dos estaciones corresponde el valor anómalo, se han elaborado regresiones entre los valores de cada estación, con una tercera estación. Una vez hecho este proceso se han identificado los valores erróneos, los que se corrigen directamente llevándolos a la regresión ajustada originalmente.

En el cuadro N° III.D.2-1-4, se indica el número de meses rellenados y corregidos en cada una de las estaciones.

4. Análisis de homogeneidad de los registros.

4.1 Elección de un patrón.

Con el objeto de hacer un análisis de la homogeneidad de las estadísticas, se determina un patrón fluviométrico.

En primer lugar se elige un patrón formado por tres estaciones fluviométricas: río Huasco en Algodones, río El Tránsito en Junta y río El Carmen en Ramadillas. Se eligen estas estaciones por ser las que disponen de registros más extensos y además poseen un período común comprendido entre los años 1948 y 1980. Con este patrón se hace un análisis, mediante curvas doble acumuladas, de cada una de las estaciones que lo componen, utilizando los datos de rendimiento específico anual de las estaciones, expresado en $l/s/km^2$. Luego de este análisis, se decidió excluir del patrón a la estación fluviométrica río Huasco en Algodones, por evidenciar fallas de homogeneidad en sus registros. Por lo tanto el patrón definitivo queda formado solamente por dos estaciones: río El Tránsito en Junta y río El Carmen en Ramadillas. Con éste patrón definitivo se verifica nuevamente la homogeneidad de las estaciones que lo componen. Las curvas dobles acumuladas correspondientes se presentan en las figuras N° III.D.2-1-1 y III.D.2-1-2, en las que se puede observar que dichas estadísticas fluviométricas pueden considerarse homogéneas en toda su extensión, entre los años hidrológicos 1948-49 y 1980-81.

(En los documentos internos del estudio (DIE N° III.D.2-2) se incluyen los rendimientos específicos anuales para la confección de curvas doble-acumuladas y los patrones utilizados en el análisis de homogeneidad).

4.2 Análisis de homogeneidad de las estadísticas fluviométricas.

Una vez elegido el patrón y verificada la homogeneidad de sus componentes, se ha hecho un análisis de homogeneidad de las estadísticas de las otras estaciones de la hoya. De este análisis se exceptúa la estación río Huasco en Puente Atacama (o Puente Nicolasa) por las razones que se señalan a continuación. Esta estación presenta un régimen de escurrimiento diferente de las otras estaciones de la cuenca, ya que está muy influenciada no solo por fuertes extracciones para riego sino además por recuperaciones de riego y aportes de aguas subterráneas. La estadística de Puente Atacama es utilizada, en cambio, en su forma original para la calibración del modelo de simulación hidrológica.

El análisis por curvas doble acumuladas demuestra que las estadísticas de las estaciones río El Tránsito en Los Tambos, río El Tránsito en Angostura, río El Carmen en San Félix y río Huasco en Camarones, pueden aceptarse como homogéneas, tal como se aprecia en las figuras N° III.D.2-1-3 a III.D.2-1-6. Por otra parte, en las curvas doble acumuladas correspondientes a las estaciones río Huasco en Algodones y río Huasco en Santa Juana, se detectan quiebres en los años 1962 y 1971 respectivamente. Dichos quiebres se someten a un análisis de significancia estadística (1), mediante el cual se determina que el quiebre detectado en la estadística del río Huasco en Santa Juana, no es significativo para un nivel de probabilidad de un 5%; no así para el quiebre detectado en la estadística del río Huasco en Algodones. Por tal motivo, se concluye que la estadística del río Huasco en Algodones no puede aceptarse como homogénea y que debe ser corregida en todos los años anteriores al punto de quiebre (año 1962).

Las curvas doble acumuladas correspondientes a estas dos estaciones, se presentan en las figuras N° III.D.2-1-7 y III.D.2-1-8

4.3 Corrección de la estadística del río Huasco en Algodones.

Para homogenizar las estadísticas del río Huasco en Algodones se utiliza el método expuesto en la referencia (2), en el cual se corrigen los caudales medios mensuales mediante un factor obtenido a partir de correlaciones mensuales, entre la estación por homogenizar y el patrón, para un período de años comprendido entre quiebres de la curva doble acumulada correspondiente.

Para aplicar este método en la corrección por homogeneidad de la estadística del río Huasco en Algodones, se han hecho las correlaciones correspondientes entre la estación por homogenizar y el patrón fluviométrico o promedio de los

(1) Weiss, L.L. y W.T.Wilson "Evaluation of Significance of Slope Changes in Double-Mass Curves". Transactions, American Geophysical Union. Vol.34, N° 6, Dic. 1953.

caudales medios mensuales de El Tránsito en Junta y El Carmen en Ramadillas. Estas correlaciones se hacen tanto para el período de años anteriores al quiebre (1948-1962) como para el período posterior (1963-1980). Luego, se obtienen las regresiones lineales por el método de mínimos cuadrados, forzándolas a pasar por el origen. Esta última condición se impone ya que los puntos muestrales así lo sugieren en la gran mayoría de las correlaciones; consecuentemente, y tomando en cuenta la cercanía de las estaciones y la no existencia de aportes o extracciones intermedias entre ellas, se considera dicha condición como la más ajustada a la situación real. Además, la constatación experimental señalada, permite definir en forma más segura unas pocas relaciones que presentan algún grado de dispersión. Con las regresiones así determinadas, se obtienen los factores de corrección mes a mes, a partir de la siguiente ecuación:

$$f_k = \frac{m_i}{m_j} + \frac{1}{N} \frac{(n_i - n_j) m_i}{m_j} \sum_{l=1}^N \frac{1}{Q_{Ej,l}}$$

Este factor f_k así definido, pretende corregir los valores de los caudales medios mensuales al punto de quiebre, de tal forma que para dichos puntos sea válida la correlación definida después de ese punto, es decir para el período más reciente.

Los valores " m_i , n_i " y " m_j , n_j " en la ecuación, son los coeficientes correspondientes a las regresiones lineales obtenidas para el período posterior y anterior al quiebre, respectivamente. En este caso en particular, al haberse optado por regresiones lineales pasando por el origen, el segundo término de la ecuación anterior se anula ya que los valores de " n " son iguales a cero. Por lo tanto, el factor de corrección " f_k " queda reducido a la razón de pendientes de las regresiones mensuales:

$$f_k = \frac{m_i}{m_j}$$

Los valores de las pendientes " m_i , m_j " y los factores mensuales de corrección " f_k " se presentan en el cuadro Nº III.D.2-1-5.

(En los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.2-3) se incluyen las correlaciones mensuales de Huasco en Algodones con el patrón fluviométrico).

- (2) CICA. Comunidad de Ingenieros Consultores Asociados. "Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito". Prefactibilidad. República de Chile. marzo 1978.

Con estos factores se procede a la corrección de los caudales medios mensuales anteriores al punto de quiebre, es decir, del período comprendido entre los años 1948 y 1962. Finalmente, los caudales medios anuales se calculan como el promedio de los valores medios mensuales corregidos según se explica en el párrafo anterior.

Con el objeto de verificar la corrección por homogeneidad, se confecciona la curva doble acumulada de la estadística homogenizada. Dicha curva se presenta en la figura Nº III.D.2-1-9, y en ella se puede constatar la existencia de una tendencia única.

5. Extensión de estadísticas.

Con el objeto de ampliar el período de registros en las distintas estaciones fluviométricas, a un período comprendido entre los años 1942-43 y 1980-81 (39 años), se procede a realizar su extensión, en la forma que se detalla en este punto. En general las extensiones de los registros en cada estación, se hacen utilizando correlaciones mensuales y anuales.

Cabe hacer notar que la única estación fluviométrica que posee registros entre los años 1942 y 1947 es la del río Huasco en Camarones por lo tanto, la extensión de las otras estadísticas en dicho período ha tenido que basarse solamente en los registros de la estación antes mencionada.

Las estadísticas de mayor longitud de la cuenca: El Tránsito en Junta con El Carmen, El Carmen en Ramadillas y Huasco en Algodones, son las únicas que poseen un período común con Huasco en Camarones, y la longitud de dicho período es de 9 años (1948-1956). Al contar con este período común de registros, se pudo construir regresiones lineales, mensuales y anuales, entre Huasco en Camarones y cada una de las tres estaciones ya mencionadas. De las regresiones obtenidas, se puede concluir que la estadística de Huasco en Camarones es consistente y de buena calidad, ya que las regresiones presentan un muy buen ajuste. Las regresiones lineales se han ajustado por mínimos cuadrados, en los casos de El Tránsito en Junta y El Carmen en Ramadillas. En cambio, para Huasco en Algodones se prefiere utilizar como curva de regresión una recta en 45º pasando por el origen, tanto para las regresiones mensuales como para la anual, ya que dichas rectas presentan un muy buen ajuste a los valores.

(En los documentos internos del estudio (DIE Nº III.D.2-4) se incluyen las correlaciones mensuales y anuales utilizadas para la extensión de las estadísticas).

Mediante las regresiones ajustadas, se procede a extender las estadísticas de las tres estaciones señaladas. El procedimiento seguido para la extensión de las estadísticas, consiste en extender en primer lugar los caudales medios anuales, y luego los caudales medios mensuales; enseguida, la diferencia en el caudal medio anual resultante, se distribuye porcentualmente entre los meses, de modo de ajustarse al valor anual sintetizado.

En forma análoga a la explicada anteriormente, se extienden las demás estadísticas: Tránsito en los Tambos y Tránsito en Angostura, con Tránsito en Junta con Carmen; y, Carmen en San Félix con Carmen en Ramadillas.

Finalmente, se intenta extender la estadística de río Huasco en Santa Juana, mediante correlaciones con Huasco en Algodones. Una vez confeccionadas y analizadas estas correlaciones, se prefiere no hacer una extensión de las estadísticas de esta estación, considerando los siguientes factores:

- Las regresiones mensuales con Huasco en Algodones son de trazado incierto y en todo caso con dispersiones grandes. Ellas quedan prácticamente determinadas por los valores altos ocurridos en los años 1965 y 1972, habiéndose constatado que la curva de descarga usada para los caudales altos de 1972 está muy indeterminada y consecuentemente, su extrapolación es sumamente incierta.
- Para la estación Huasco en Santa Juana no es posible traducir las estadísticas recientes, tal como ya se ha señalado antes, debido a la mala calidad de los aforos efectuados. Esto significa no contar con un valor de caudales altos como es el año hidrológico 80-81.
- En general esta estación es de mala calidad, lo que se desprende de lo observado en terreno, así como también del examen de su información básica, que revela frecuentes embanques.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, y además el hecho que entre Huasco en Algodones y Santa Juana no ocurren situaciones especiales de importancia, se considera que como estadística de cabecera del río Huasco, basta con río Huasco en Algodones. Esta última se considera una estadística razonablemente buena, tanto en longitud como en calidad de sus registros. Consecuentemente la no extensión de Huasco en Santa Juana, no produce problemas mayores para la buena caracterización de los recursos de agua superficial en la cuenca. En el cuadro N° III.D.2-1-6 se señalan los períodos en que se extienden las estadísticas de cada estación.

Las estadísticas definitivas y extendidas, de gastos medios mensuales y anuales, para las diferentes estaciones, se presentan en las tablas del Anexo N° III.D.2-2.

ESTACIONES FLUVIOMETRICAS

Nº	NOMBRE DE LA ESTACION	INSTITUCION	TIPO	LATITUD	LONGITUD	ALTURA m. s. n. m.	AREA Km ²
1	Tránsito en los Tambos	D.G.A.	Lg.	28°58´	70°10´	1.380	2.647
2	Tránsito en Angostura	D.G.A.	Lg.	28°57´	70°15´	1.225	2.786
3	Tránsito en Junta con Carmen	D.G.A.	Lg.	28°45´	70°29´	770	4.130
4	Carmen en San Félix	D.G.A.	Lg.	28°56´	70°28´	1.140	2.736
5	Carmen en Ramadillas	D.G.A.	Lg.	28°45´	70°29´	780	3.013
6	Huasco en Algodones	D.G.A.	Lg.	28°44´	70°30´	725	7.197
7	Huasco en Santa Juana	D.G.A.	Lg.	28°40´	70°39´	545	7.382
8	Huasco en Puente Atacama	D.G.A.	Lg.	28°31´	71°01´	150	9.426
9	Huasco en Camarones	ENDESA	-	28°40´	70°39´	530	7.790

INTERVALO DE TRADUCCION DE ESTADISTICAS

N°	NOMBRE DE LA ESTACION	INTERVALO DE TRADUCCION
1	Tránsito en los Tambos	-
2	Tránsito en Angostura	Jun. 79 - Abr. 81
3	Tránsito en Junta con Carmen	Jun. 79 - Abr. 81
4	Carmen en San Félix	Jun. 79 - Abr. 81
5	Carmen en Ramadillas	Jun. 79 - Abr. 81
6	Huasco en Algodones	Mar. 81 - Abr. 81
7	Huasco en Santa Juana	-
8	Huasco en Puente Atacama	May. 79 - Abr. 81
9	Huasco en Camarones	-

INTERVALOS DE RETRADUCCION DE ESTADISTICAS

N°	NOMBRE DE LA ESTACION	INTERVALOS DE RETRADUCCION
1	Tránsito en los Tambos	-
2	Tránsito en Angostura	Nov. 78 - May. 79
3	Tránsito en Junta con Carmen	Nov. 49 - Dic. 51 Jul. 75 - May. 79
4	Carmen en San Félix	Dic. 78
5	Carmen en Ramadillas	Nov. 78 - Dic. 78
6	Huasco en Algodones	Ago. 65 - Ene. 66 Nov. 73 - Feb. 74 Oct. 78 - Ene. 79 May. 79 - Feb. 80
7	Huasco en Santa Juana	-
8	Huasco en Puente Atacama	Jun. 75 Nov. 78 - Feb. 79
9	Huasco en Camarones	-

N° DE MESES RELLENADOS Y CORREGIDOS POR ESTACION

N°	NOMBRE DE LA ESTACION	N° DE MESES		ESTACION UTILIZADA
		RELLENADOS	CORREGIDOS	
1	Tránsito en Los Tambos	15	10	Tránsito en Junta con Carmen
2	Tránsito en Angostura	11	-	Tránsito en Junta con Carmen
3	Tránsito en Junta con Carmen	17	4	Tránsito en Los Tambos y Huasco en Algodones
4	Carmen en San Félix	6	-	Carmen en San Félix
5	Carmen en Ramadillas	8	11	Huasco en Algodones y Huasco en Santa Juana
6	Huasco en Algodones	13	15	Huasco en Camarones y Carmen en Ramadillas.
7	Huasco en Santa Juana	9	-	Huasco en Algodones
8	Huasco en Pte. Atacama	11	-	Huasco en Algodones
9	Huasco en Camarones	-	-	-

FACTORES DE CORRECCION DE LOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES
Y ANUALES EN HUASCO EN ALGODONES

Mes	m_i	m_j	$f_k = \frac{m_i}{m_j}$
Mayo	1,95	2,00	1,03
Junio	1,97	2,04	1,04
Julio	1,96	1,99	1,02
Agosto	1,80	1,91	1,06
Septiembre	2,06	2,18	1,06
Octubre	1,82	2,09	1,15
Noviembre	1,64	2,19	1,34
Diciembre	1,73	2,33	1,35
Enero	1,91	2,02	1,06
Febrero	1,71	2,14	1,25
Marzo	1,87	2,01	1,07
Abril	1,85	2,04	1,10
Anual	-	-	1,13

PERIODOS DE EXTENSION DE ESTADISTICAS

N°	Nombre de la Estación	Período de Extensión	Estadística Utilizada
1	Tránsito en Los Tambos	Mayo 42-Oct. 48 y Mayo 71 - Ab. 81	Tránsito en Jta. con Carmen.
2	Tránsito en Angostura	Mayo 42-Marzo 65	Tránsito en Jta. con Carmen.
3	Tránsito en Jta. con Carmen	Mayo 42-Abril 48	Huasco en Camarones
4	Carmen en San Félix	Mayo 42-Abril 63	Carmen en Ramadillas
5	Carmen en Ramadillas	Mayo 42-Abril 48	Huasco en Camarones
6	Huasco en Algodones	Mayo 42-Abril 48	Huasco en Camarones

TRANSITO EN JUNTA

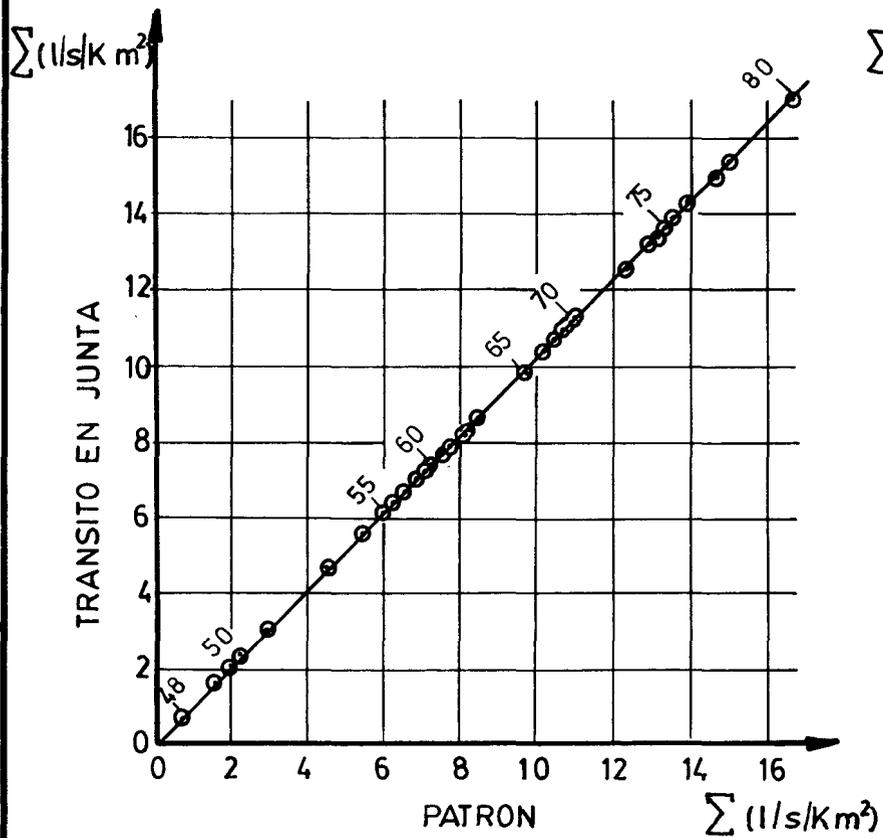


FIGURA N° III.D. 2-1-1

CARMEN EN RAMADILLAS

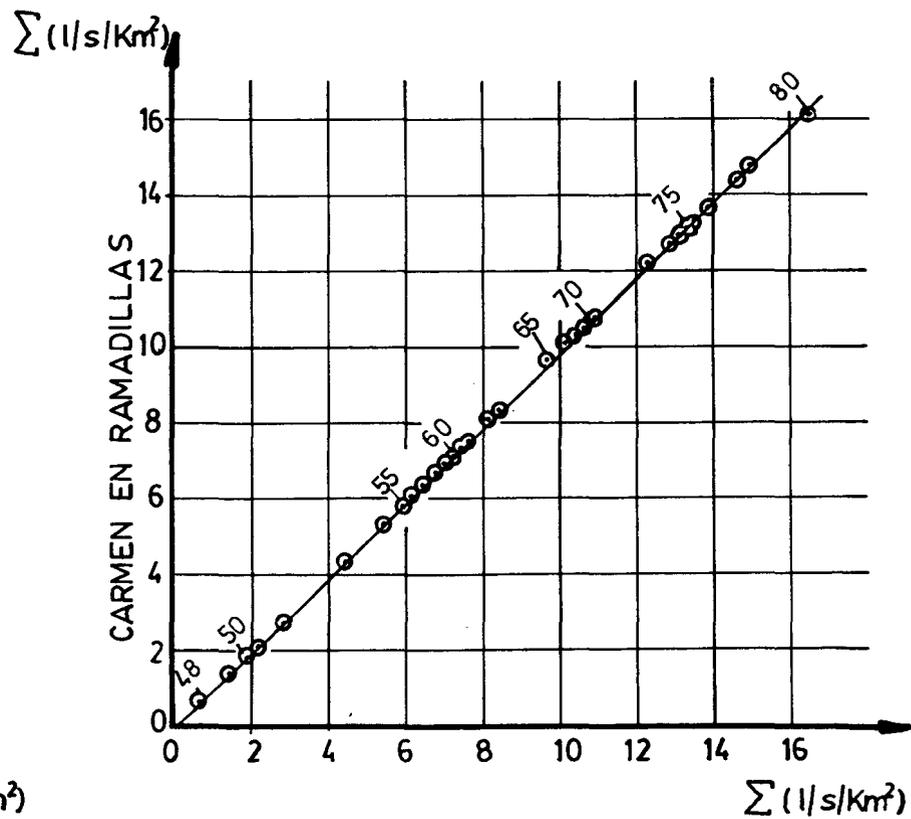


FIGURA N° III.D. 2-1-2

TRANSITO EN LOS TAMBOS

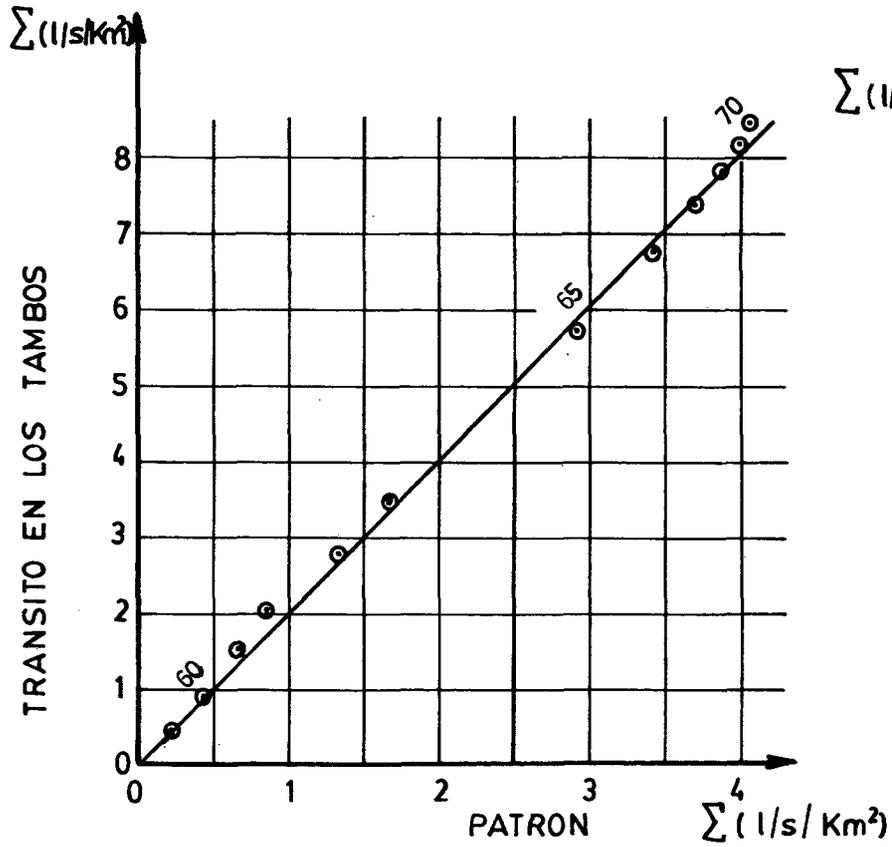


FIGURA N° III.D. 2-1-3

TRANSITO EN ANGOSTURA

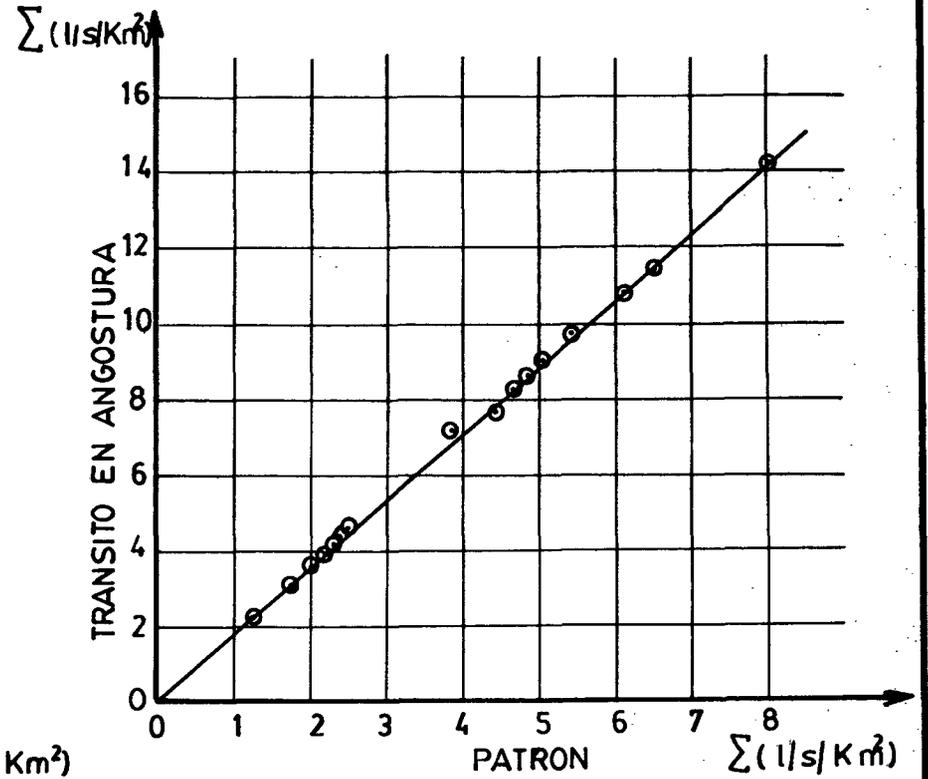


FIGURA N° III.D. 2-1-4

CARMEN EN SAN FELIX

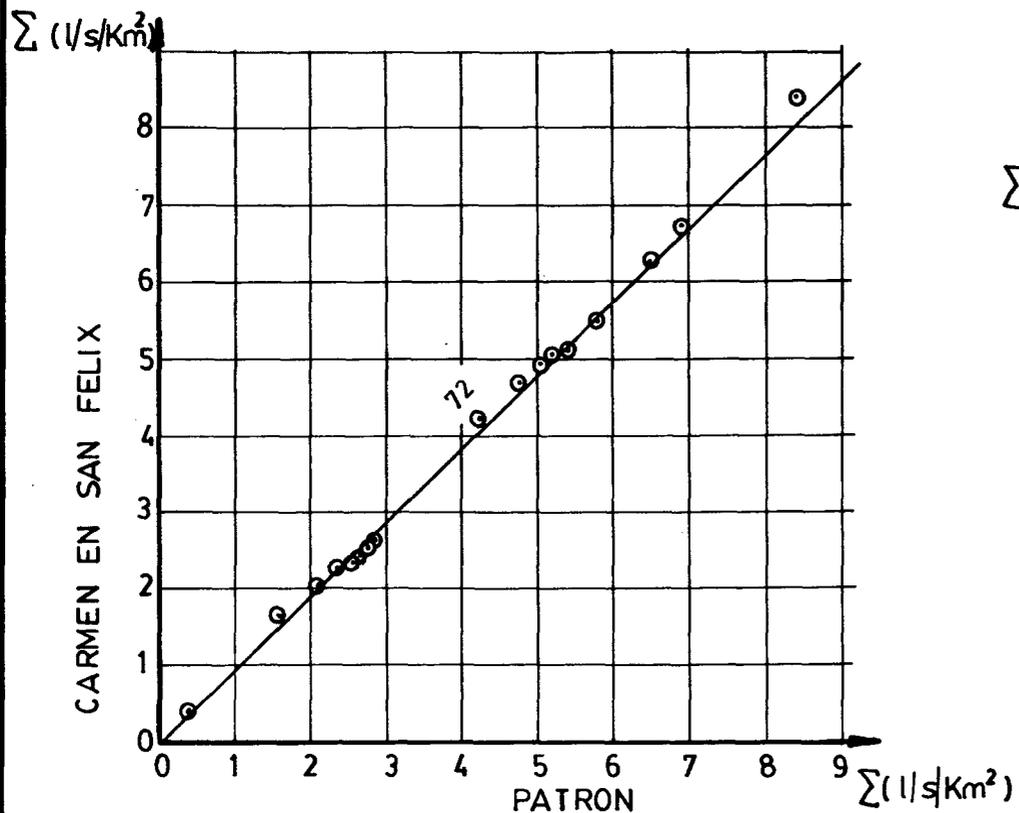


FIGURA N° III.D. 2-1-5

HUASCO EN CAMARONES

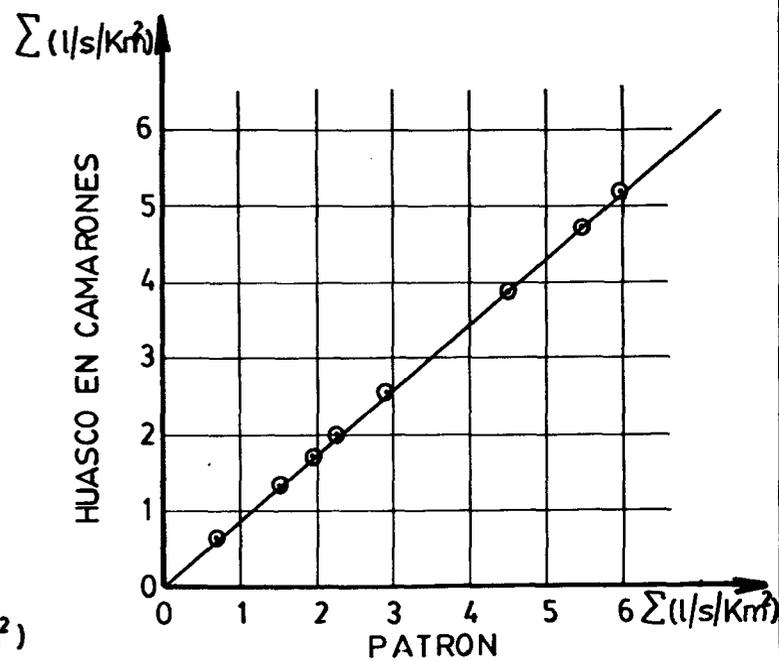
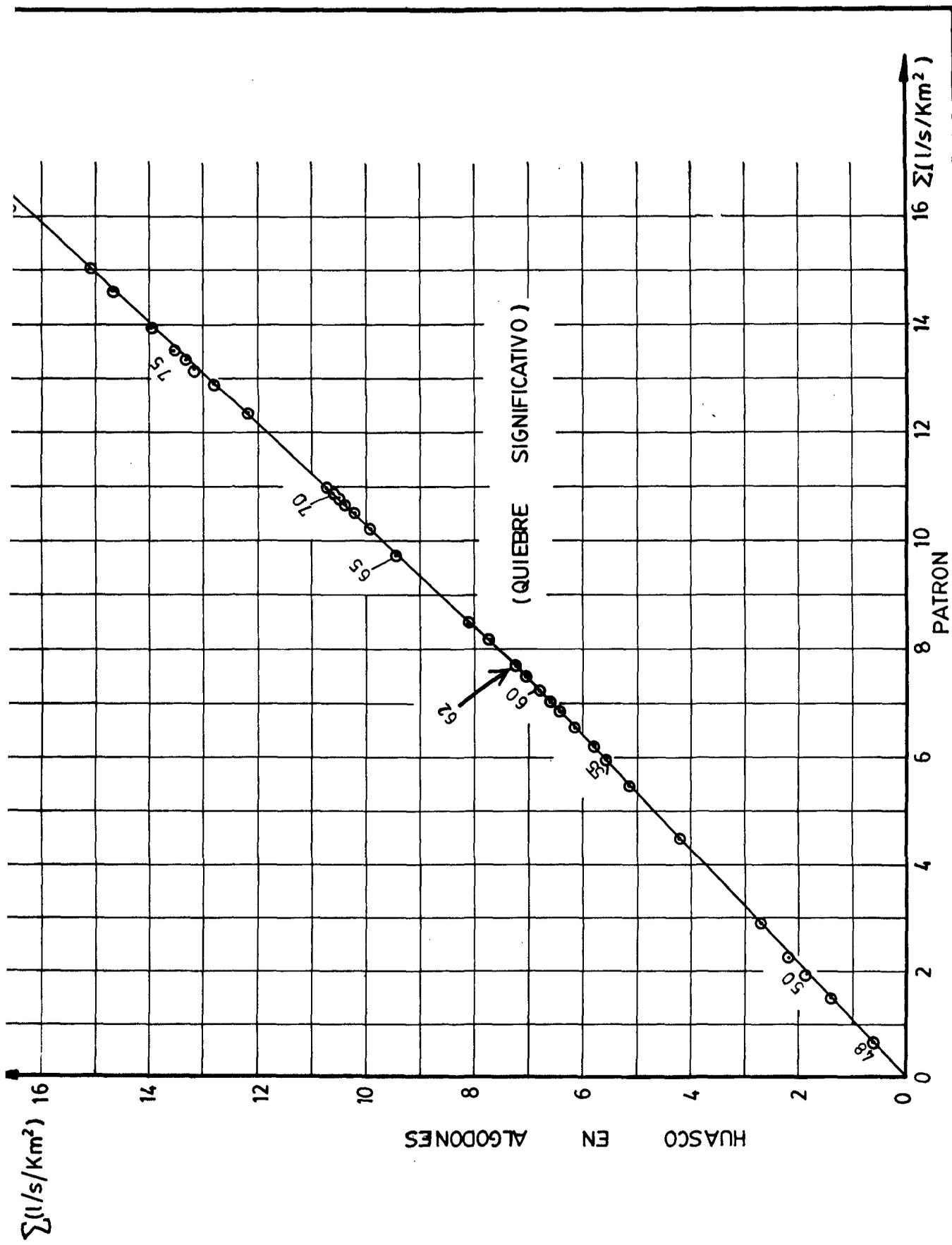
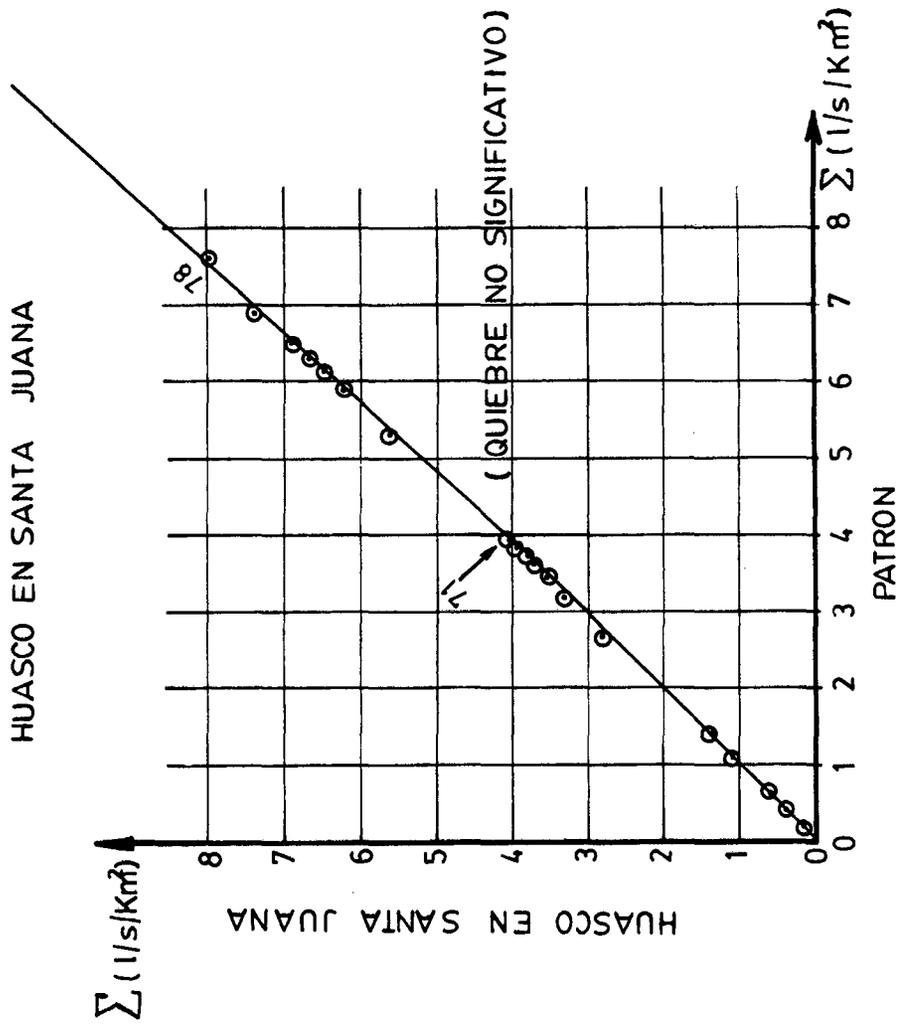


FIGURA N° III.D. 2-1-6



CURVA DOBLE ACUMULADA
 HUASCO EN ALGODONES

FIGURA Nº III.D. 2-1-7

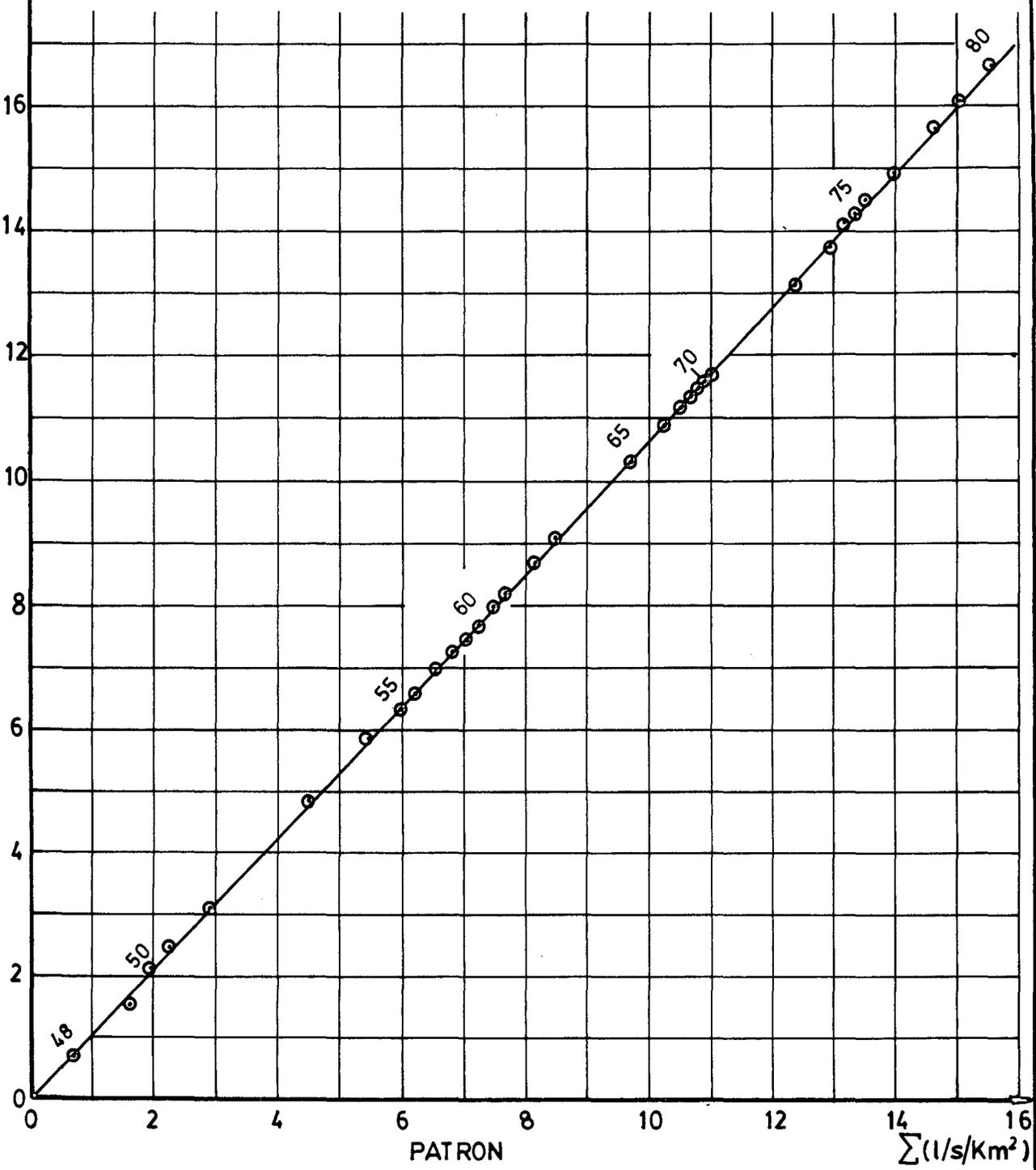


CURVA DOBLE ACUMULADA

FIGURA Nº III.D. 2-1-8

$\sum(1/s/km^2)$

HUASCO EN ALGODONES HOMOGENEIZADO



CURVA DOBLE ACUMULADA
HUASCO EN ALGODONES

FIGURA Nº III.D. 2-1-9

ANEXO III.D.2-2

ESTADISTICAS FLUVIOMETRICAS DEFINITIVAS

RIO TRANSITO EN LOS TAMBOS

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 58` S.
 Longitud: 70° 10` O.

Altura: 1.380 m.s.n.m.
 Area : 2.647 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Annual
1942-43		11,90	12,70	10,10	8,58	6,51	10,90	23,40	21,00	18,30	9,80	9,66	7,19	12,50
1943-44		7,19	7,04	8,00	5,77	4,42	6,99	13,80	15,90	13,20	10,30	9,01	8,64	9,19
1944-45		6,95	7,47	7,97	6,01	5,37	7,56	9,59	9,55	7,37	6,02	5,55	4,72	7,01
1945-46		4,51	4,15	3,70	2,89	2,60	2,57	3,84	3,50	3,19	2,76	2,97	2,58	3,27
1946-47		3,97	3,03	2,30	1,56	2,03	1,98	2,43	2,35	2,61	3,85	3,45	3,03	2,80
1947-48		2,59	2,22	2,04	1,38	1,63	1,86	1,58	1,68	2,31	2,18	2,38	1,79	1,97
1948-49		1,89	1,36	1,65	1,49	2,07	2,31	4,70	7,79	6,15	4,21	3,64	3,55	3,40
1949-50		3,35	3,56	3,86	4,20	2,71	3,42	9,06	5,16	5,10	3,77	3,97	3,43	4,30
1950-51		3,07	2,72	2,34	1,52	2,34	2,65	3,02	2,80	2,53	2,26	1,92	2,12	2,44
1951-52		1,66	1,52	1,65	1,14	1,66	1,93	1,95	1,57	2,12	2,05	2,06	1,35	1,72
1952-53		1,34	2,80	2,18	1,40	2,56	2,54	3,99	6,23	4,30	3,60	3,59	3,03	3,13
1953-54		3,45	4,02	2,84	2,81	3,05	4,00	13,10	23,70	13,70	8,49	7,03	5,78	7,67
1954-55		5,35	6,81	5,11	3,61	3,38	3,85	5,27	4,16	4,22	3,59	4,13	4,17	4,47
1955-56		4,48	3,54	3,26	2,61	1,63	2,73	2,38	2,48	2,46	2,38	2,53	2,29	2,73
1956-57		1,73	1,85	1,38	1,21	1,35	1,29	1,73	1,82	1,36	1,54	1,25	1,27	1,48
1957-58		1,31	1,47	1,20	1,03	1,32	1,56	2,02	2,30	2,25	1,81	1,72	1,56	1,63
1958-59		1,96	1,80	1,49	1,19	1,19	1,86	1,66	2,00	1,50	1,27	1,05	1,38	1,53
1959-60		1,05	1,00	1,36	1,18	1,15	1,41	1,27	1,27	1,42	1,23	1,20	1,00	1,21
1960-61		1,10	1,29	1,38	0,39	0,79	1,46	1,45	1,07	1,42	1,60	1,26	1,17	1,20
1961-62		1,22	1,19	1,15	0,66	1,12	2,22	2,32	2,10	2,11	1,90	1,64	1,91	1,63

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1962-63		1,31	1,36	1,12	(0,97)	1,04	1,67	1,99	(1,73)	1,49	1,48	1,23	0,98	1,36
1963-64		1,10	1,55	1,46	1,38	1,50	1,50	(1,83)	3,45	3,05	2,49	2,28	1,95	1,96
1964-65		1,77	2,21	1,45	1,45	1,59	2,02	2,09	2,08	2,10	1,49	1,82	1,96	1,84
1965-66		1,89	1,76	2,12	2,35	2,57	4,70	13,10	16,80	9,76	6,20	4,85	4,71	5,90
1966-67		4,69	4,02	3,27	2,85	2,35	2,05	2,89	2,30	2,27	2,35	2,10	1,64	2,73
1967-68		1,61	1,84	1,61	(1,50)	1,93	1,85	1,62	1,73	1,61	1,16	2,06	1,40	1,66
1968-69		1,64	1,30	1,33	1,31	1,11	1,25	0,79	0,63	1,01	1,20	1,30	1,12	1,17
1969-70		1,30	(0,84)	0,58	1,05	(0,62)	(0,67)	(0,75)	1,12	0,97	1,11	1,08	0,88	0,91
1970-71		1,11	0,67	(0,63)	0,60	0,75	0,96	(0,64)	(0,72)	(0,69)	(0,66)	(0,70)	(0,67)	0,73
1971-72		0,75	0,45	0,33	0,53	0,55	0,41	0,70	0,78	0,84	1,05	0,84	0,73	0,66
1972-73		0,73	1,22	1,38	1,26	1,10	2,03	5,23	19,70	19,40	10,80	7,34	5,42	6,30
1973-74		4,83	4,78	4,12	3,10	2,73	2,45	2,99	2,67	2,28	2,21	1,85	1,59	2,97
1974-75		1,00	1,29	1,14	1,45	2,46	1,46	1,82	1,43	1,48	1,12	1,10	1,11	1,41
1975-76		1,18	0,39	0,92	0,96	1,04	1,11	1,19	1,11	1,27	1,15	1,20	1,19	1,06
1976-77		1,39	1,29	0,92	0,96	0,95	1,16	1,60	2,00	1,87	1,52	1,71	1,80	1,43
1977-78		1,84	1,46	1,72	1,52	1,46	1,90	3,91	3,32	2,96	2,56	3,02	2,30	2,33
1978-79		2,26	2,21	2,33	2,08	1,62	2,94	5,34	5,77	5,10	3,16	3,35	2,85	3,25
1979-80		2,82	2,48	2,17	1,43	1,64	1,21	1,84	1,39	1,39	1,18	1,10	6,43	2,09
1980-81		3,77	3,18	2,61	2,34	2,26	2,93	8,24	20,80	17,30	14,10	11,00	6,66	7,93

Nomenclatura

○ Valor Retraducido o Traducción nueva

— Valor Corregido

() Valor Rellenado

▭ Estadística Extendida

▭ Estadística Homogenizada

RIO TRANSITO EN ANGOSTURA DE PINTE

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 57` S.
 Longitud: 70° 15` O.

Altura: 1.225 m.s.n.m.
 Area : 2.786 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom. Anual	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		Abr
1942-43		12,50	12,40	10,70	9,33	6,07	11,30	23,60	16,80	17,00	9,69	8,62	7,43	12,10
1943-44		7,51	7,04	8,45	6,25	4,15	7,30	13,60	12,80	12,30	10,20	8,02	9,03	8,89
1944-45		8,13	7,24	8,17	6,33	4,88	7,68	9,06	7,49	6,68	5,73	4,73	4,66	6,73
1945-46		4,47	4,10	3,77	2,94	2,34	2,45	3,23	2,76	2,83	2,48	2,43	2,38	3,02
1946-47		3,92	3,05	2,35	1,52	1,83	1,85	1,84	1,87	3,20	3,52	2,84	2,85	2,55
1947-48		2,45	2,25	2,05	1,30	1,43	1,68	0,99	1,33	1,99	1,87	1,87	1,53	1,73
1948-49		1,87	1,57	1,77	1,51	1,93	2,27	4,28	6,24	5,67	4,04	3,13	3,53	3,15
1949-50		3,34	3,59	3,98	4,37	2,48	3,37	8,52	4,07	4,59	3,51	3,35	3,30	4,04
1950-51		2,96	2,75	2,38	1,46	2,08	2,51	2,41	2,19	2,21	1,98	1,50	1,90	2,19
1951-52		1,52	1,60	1,65	1,04	1,44	1,74	1,36	1,23	1,80	1,73	1,59	1,09	1,48
1952-53		1,29	2,91	2,31	1,40	2,37	2,51	3,52	4,97	3,94	3,39	3,06	2,94	2,88
1953-54		3,65	4,25	3,12	3,07	2,94	4,23	13,40	19,60	13,20	8,65	6,40	6,13	7,39
1954-55		5,39	6,62	5,24	3,74	3,07	3,81	4,69	3,30	3,79	3,32	3,48	4,07	4,21
1955-56		4,36	3,49	3,28	2,59	1,45	2,56	1,76	1,95	2,14	2,07	2,01	2,05	2,48
1956-57		1,57	1,87	1,37	1,10	1,16	1,09	1,12	1,39	1,13	1,24	0,89	1,00	1,24
1957-58		1,18	1,56	1,22	0,94	1,16	1,39	1,43	1,77	1,92	1,52	1,32	1,32	1,39
1958-59		1,77	1,81	1,46	1,07	1,02	1,64	1,04	1,62	1,21	1,04	0,81	1,04	1,29
1959-60		1,03	1,17	1,23	0,86	0,83	1,55	0,93	0,98	1,03	0,90	0,77	0,70	1,00
1960-61		1,00	1,42	1,21	0,27	0,73	0,94	0,76	0,87	1,16	1,03	0,69	0,74	0,90
1961-62		1,02	1,22	1,26	0,57	1,17	1,83	1,66	1,66	1,70	1,77	1,41	1,59	1,41
1962-63		1,12	1,36	1,02	0,82	0,91	1,39	1,23	1,15	1,09	0,99	0,96	0,86	1,08
1963-64		0,98	1,27	1,10	1,46	1,00	1,09	1,11	2,60	2,58	1,88	1,72	1,49	1,52
1964-65		2,23	2,25	1,97	1,80	1,49	1,98	1,26	1,58	1,88	1,76	1,75	1,74	1,81
1965-66		1,76	1,76	1,96	2,55	2,46	4,57	13,80	16,90	11,90	6,02	4,44	6,13	6,19

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1966-67		4,38	3,96	3,53	2,67	1,95	1,38	0,96	1,41	1,58	1,59	1,70	1,50	2,22
1967-68		1,33	1,93	1,58	1,57	1,64	2,02	1,61	1,65	1,43	1,26	1,38	1,25	1,55
1968-69		1,34	1,39	1,13	1,05	1,04	1,09	0,66	0,62	0,95	0,96	0,95	0,79	1,00
1969-70		0,84	0,86	0,65	0,66	0,66	0,69	0,52	0,71	(0,57)	0,82	0,63	0,55	0,68
1970-71		0,66	0,63	0,67	0,67	0,54	0,49	0,43	0,26	0,51	0,57	0,40	0,46	0,52
1971-72		0,70	0,73	0,70	0,60	0,59	0,46	0,37	0,63	0,81	0,85	0,65	0,63	0,64
1972-73		0,55	1,39	1,61	1,61	1,51	2,02	4,97	13,30	15,30	10,30	6,92	6,01	5,46
1973-74		4,86	4,49	4,15	2,91	2,46	2,31	2,43	1,90	2,20	2,30	1,82	1,84	2,81
1974-75		2,17	2,09	1,92	1,45	1,77	1,81	1,88	1,47	1,47	1,28	1,13	1,02	1,62
1975-76		1,28	1,55	1,28	1,03	0,87	1,05	0,90	0,78	0,86	0,82	0,88	0,86	1,01
1976-77		1,07	1,22	0,83	0,85	0,75	0,92	0,92	(1,59)	1,36	1,05	1,23	1,03	1,07
1977-78		1,69	1,55	1,50	1,39	1,44	1,96	3,25	2,85	2,20	1,89	1,71	(2,25)	1,97
1978-79		1,78	1,76	1,90	1,91	1,54	2,61	4,71	4,85	4,32	3,51	3,19	3,01	2,92
1979-80		2,88	2,70	2,52	(1,31)	(1,45)	(0,90)	(1,24)	(0,90)	1,09	(0,93)	(0,79)	4,23	1,75
1980-81		3,78	3,65	2,68	2,64	2,49	3,59	6,60	16,80	18,70	14,70	9,55	7,24	7,70

Nomenclatura

○ Valor Retraducido o Traducción nueva

— Valor Corregido

() Valor Rellenado

□ Estadística Extendida

□ □ □ □ Estadística Homogenizada

RIO TRANSITO EN JUNTA CON CARMEN

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 45` S.
 Longitud: 70° 29` O.

Altura: 770 m.s.n.m.
 Area : 4.130 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1942-43		14,00	13,60	10,80	9,59	6,59	8,78	17,70	15,50	13,00	7,29	7,05	6,78	10,90
1943-44		8,28	7,61	8,68	6,52	4,46	5,69	10,40	11,90	9,42	7,80	6,67	8,43	7,99
1944-45		7,73	7,84	8,39	6,61	5,31	5,99	6,86	6,71	4,92	4,28	3,83	4,19	6,05
1945-46		4,76	4,30	3,92	3,12	2,40	1,88	2,43	2,15	1,87	1,74	1,87	2,02	2,71
1946-47		4,24	3,19	2,52	1,68	1,86	1,44	1,39	1,33	2,25	2,66	2,31	2,56	2,29
1947-48		2,57	2,36	2,29	1,50	1,46	1,37	0,75	0,84	1,31	1,37	1,51	1,30	1,55
1948-49		1,80	1,46	1,95	1,72	2,06	1,85	3,45	5,97	4,47	3,19	2,66	3,36	2,83
1949-50		3,50	3,81	4,23	4,74	2,62	2,68	6,69	3,54	3,39	2,63	2,74	3,00	3,63
1950-51		3,12	2,87	2,58	1,64	2,20	2,02	1,88	1,69	1,45	1,41	1,12	1,62	1,97
1951-52		1,46	1,63	1,92	1,26	1,55	1,49	1,10	0,79	1,22	1,32	1,31	0,88	1,33
1952-53		1,04	3,10	2,52	1,58	2,58	2,03	2,80	4,59	2,94	2,62	2,57	2,72	2,59
1953-54		3,87	4,56	3,30	3,32	3,16	3,37	10,50	19,00	10,50	6,80	5,45	5,81	6,64
1954-55		5,71	7,06	5,33	3,88	3,18	2,90	3,48	2,61	2,58	2,35	2,72	3,58	3,78
1955-56		4,72	3,66	3,47	2,81	1,38	2,01	1,31	1,38	1,34	1,45	1,54	1,73	2,23
1956-57		1,53	1,98	1,60	1,34	1,19	0,90	0,90	0,98	0,61	0,88	0,63	0,78	1,11
1957-58		1,03	1,60	1,44	1,16	1,20	1,19	1,19	1,43	1,36	1,15	1,06	1,16	1,25
1958-59		1,80	1,80	1,70	1,30	0,99	1,39	0,82	1,23	0,68	0,69	0,54	0,82	1,16
1959-60		0,93	1,19	1,55	1,13	0,83	1,43	0,80	0,61	0,59	0,63	0,57	0,51	0,90
1960-61		0,90	1,58	(1,54)	0,37	0,71	0,85	0,65	0,49	0,74	0,78	0,50	0,57	0,81
1961-62		0,85	1,19	1,52	0,73	1,25	1,64	1,43	1,35	1,19	1,42	1,19	1,51	1,27
1962-63		(1,03)	(1,43)	(1,25)	(1,07)	(0,93)	(1,25)	(1,06)	(0,79)	0,63	0,71	0,76	0,68	0,97
1963-64		0,75	1,21	1,29	1,78	0,98	0,91	0,90	2,35	1,96	1,47	1,45	1,34	1,37

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.
Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1964-65	2,25	2,32	2,17	2,05	1,52	1,61	0,96	1,09	1,20	1,26	1,38	1,76	1,63
1965-66	1,98	2,12	2,43	2,78	2,53	3,83	10,50	13,30	7,29	4,81	3,49	4,57	4,97
1966-67	5,20	4,46	3,52	3,05	2,52	1,82	1,51	1,01	1,11	1,20	1,31	1,31	2,34
1967-68	1,40	2,15	1,93	1,65	1,52	1,46	0,96	1,04	0,96	0,86	1,32	0,91	1,35
1968-69	0,84	1,38	1,87	1,55	1,09	0,95	0,34	0,32	0,73	0,78	0,74	0,64	0,94
1969-70	0,79	0,88	0,78	0,95	0,56	0,50	0,22	0,27	0,21	0,42	0,26	0,32	0,51
1970-71	0,56	0,65	0,70	0,62	0,47	0,43	0,15	0,14	0,13	0,13	0,17	0,19	0,36
1971-72	0,40	0,46	0,49	0,62	0,39	0,19	0,14	0,24	0,31	0,60	0,40	0,32	0,38
1972-73	0,30	1,37	1,70	1,51	1,00	1,68	4,09	16,60	15,70	9,23	6,01	5,70	5,41
1973-74	5,02	4,86	4,27	3,28	2,47	1,74	1,73	1,48	1,17	1,28	0,99	0,98	2,44
1974-75	0,60	1,37	1,35	1,65	2,48	1,07	1,00	0,68	0,72	0,54	0,53	0,62	1,05
1975-76	0,91	0,35	1,16	1,12	0,92	0,81	0,52	0,46	0,60	0,62	0,66	0,78	0,74
1976-77	1,15	1,41	1,13	1,08	0,78	0,82	0,84	1,18	1,06	0,91	1,06	1,43	1,07
1977-78	1,70	1,55	2,00	1,73	1,33	1,46	2,73	2,22	1,88	1,75	2,10	1,93	1,87
1978-79	2,22	2,40	2,67	2,39	1,50	2,37	3,89	4,19	3,54	2,23	2,35	2,51	2,69
1979-80	2,67	2,50	2,31	1,47	1,38	0,75	(0,88)	0,55	0,55	(0,51)	(0,44)	(5,88)	1,66
1980-81	(4,33)	(3,61)	3,06	2,77	2,29	2,43	(6,46)	16,80	(13,4)	11,7	8,77	6,85	6,87

Nomenclatura

○ Valor Retraducido o Traducción nueva

— Valor Corregido

() Valor Rellenado

▭ Estadística Extendida

▭ Estadística Homogenizada

RIO CARMEN EN SAN FELIX

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 56` S.
 Longitud: 70° 28` O.

Altura: 1.140 m.s.n.m.
 Area : 2.736 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Annual
1941-42														
1942-43		7,33	6,34	5,75	7,16	5,24	11,08	12,45	7,73	9,15	8,48	7,47	5,64	7,82
1943-44		4,36	3,58	4,48	4,59	3,25	6,50	7,03	5,91	6,49	8,87	6,85	6,96	5,74
1944-45		4,25	3,82	4,51	4,85	4,16	7,20	4,52	3,55	3,48	4,69	3,72	3,35	4,34
1945-46		3,16	2,55	2,38	2,40	1,82	1,54	1,69	1,53	1,50	1,69	1,58	1,57	1,95
1946-47		2,78	1,91	1,43	1,01	1,18	0,72	0,76	1,04	1,74	2,95	2,09	2,07	1,64
1947-48		2,07	1,67	1,47	0,98	0,90	0,72	0,27	0,86	1,11	1,24	1,15	0,90	1,11
1948-49		1,24	1,13	1,05	1,16	1,29	1,44	1,64	3,25	4,06	3,41	2,39	2,07	2,01
1949-50		1,80	1,65	1,60	3,24	1,82	2,56	3,72	2,28	2,35	2,67	2,38	2,38	2,37
1950-51		2,49	2,09	1,75	1,10	1,07	1,08	0,74	0,48	0,55	0,61	0,68	0,91	1,13
1951-52		1,35	1,32	1,12	0,64	0,46	0,84	0,61	0,52	0,42	1,45	0,73	0,99	0,87
1952-53		1,07	1,43	1,19	0,94	1,67	1,08	2,05	3,17	2,86	3,09	2,63	2,47	1,97
1953-54		2,04	2,39	1,99	2,10	2,35	3,45	7,95	9,46	7,03	7,92	5,63	5,06	4,78
1954-55		3,64	3,78	3,30	3,41	2,43	3,16	3,30	2,73	2,55	2,76	2,77	3,02	3,07
1955-56		3,07	2,37	1,98	1,65	1,22	1,80	0,99	0,87	0,70	0,86	0,72	0,91	1,43
1956-57		1,04	1,11	0,88	0,62	0,99	0,77	0,55	0,42	0,41	0,33	0,41	0,65	0,68
1957-58		0,93	1,20	0,67	0,57	0,64	0,70	0,97	1,18	1,31	1,48	1,80	1,39	1,07
1958-59		1,40	1,27	1,18	1,36	0,94	0,81	0,46	0,39	0,39	0,35	0,65	0,89	0,84
1959-60		0,89	1,19	0,86	0,90	0,56	0,61	0,45	0,48	0,53	0,67	0,45	0,56	0,68
1960-61		0,71	0,86	0,92	0,61	0,88	0,66	0,75	0,35	0,58	0,48	0,35	0,40	0,63

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom. Anual	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		Abr
1961-62		0,57	0,71	0,62	0,42	0,60	0,44	0,57	0,42	0,46	0,43	0,34	0,43	0,50
1962-63		0,56	0,71	0,59	0,56	0,76	0,76	0,59	0,30	0,31	0,31	0,24	0,30	0,50
1963-64		0,45	0,63	0,59	0,58	0,79	0,65	1,29	4,94	4,22	3,37	2,50	1,94	1,83
1964-65		(1,81)	(1,89)	1,37	0,97	0,55	0,87	0,86	2,54	0,20	0,29	0,45	0,82	1,05
1965-66		0,96	1,31	1,50	1,80	2,02	2,07	7,56	8,66	5,85	4,54	3,06	2,65	3,50
1966-67		2,33	2,21	1,92	1,54	1,27	0,88	0,65	0,46	0,43	0,46	0,47	0,60	1,10
1967-68		0,75	1,00	0,80	0,67	0,73	0,53	0,42	0,27	0,27	0,27	0,44	0,36	0,54
1968-69		0,49	0,84	0,40	0,23	0,30	0,17	0,09	0,08	0,03	0,12	0,14	(0,14)	0,25
1969-70		0,28	0,32	0,20	0,28	0,27	0,15	0,13	0,08	0,10	0,13	0,15	0,15	0,19
1970-71		0,15	0,25	0,25	0,15	0,15	0,08	0,06	0,06	0,05	0,06	0,10	0,12	0,12
1971-72		0,16	0,27	0,13	0,15	0,16	0,06	0,06	0,05	0,18	0,16	0,13	0,16	0,14
1972-73		0,17	0,94	1,30	1,47	1,62	3,56	5,55	11,80	12,80	8,34	5,33	4,02	4,74
1973-74		2,63	2,69	2,08	1,55	1,05	0,69	0,69	0,66	0,60	0,93	0,77	0,81	1,26
1974-75		1,05	1,15	1,06	0,55	0,69	0,60	0,52	0,33	0,27	0,34	0,33	0,53	0,62
1975-76		0,69	0,95	0,68	0,50	0,38	0,29	0,22	0,15	0,05	0,15	0,02	0,05	0,34
1976-77		0,09	0,35	0,19	0,13	0,11	0,09	0,09	0,07	0,10	0,19	0,37	0,51	0,19
1977-78		0,77	0,71	0,72	0,74	1,07	1,10	1,63	1,69	1,18	0,88	0,90	0,97	1,03
1978-79		1,09	1,16	1,10	1,76	1,54	2,03	3,04	3,48	2,98	2,66	2,17	2,23	2,10
1979-80		2,23	1,91	1,65	1,33	1,24	1,01	(0,42)	0,34	0,25	0,27	0,28	4,12	1,25
1980-81		(3,06)	(2,05)	2,03	2,89	2,66	2,64	4,47	9,03	8,39	7,53	5,73	4,27	4,56

Nomenclatura

○ Valor Retraducido o Traducción nueva

— Valor Corregido

() Valor Rellenado

□ Estadística Extendida

□ Estadística Homogenizada

RIO CARMEN EN RAMADILLAS

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 45` S.
 Longitud: 70° 29` O.

Altura: 780 m.s.n.m.
 Area : 3.013 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1942-43		8,49	8,29	7,22	7,99	4,84	9,24	11,60	7,77	9,24	6,95	6,65	5,40	7,81
1943-44		5,09	4,66	5,69	5,24	3,09	5,53	6,63	5,99	6,59	7,33	6,15	6,72	5,73
1944-45		4,87	4,89	5,62	5,44	3,84	6,01	4,20	3,53	3,43	3,82	3,30	3,18	4,34
1945-46		3,43	3,04	2,85	2,66	1,69	1,34	1,51	1,42	1,35	1,31	1,36	1,43	1,95
1946-47		3,09	2,30	1,78	1,26	1,18	0,72	0,72	0,98	1,62	2,33	1,83	1,92	1,64
1947-48		2,19	1,89	1,75	1,18	0,90	0,70	0,27	0,77	0,95	0,94	0,98	0,80	1,11
1948-49		1,42	1,35	1,38	1,46	1,32	1,34	1,56	3,25	4,05	2,80	2,16	1,99	2,01
1949-50		2,06	2,03	2,05	3,70	1,78	2,24	(3,47)	2,27	2,29	2,18	2,13	2,27	2,37
1950-51		2,59	2,37	2,03	1,28	1,03	0,96	0,66	0,42	0,42	0,46	0,59	0,80	1,13
1951-52		1,44	1,47	1,37	0,84	0,54	0,79	0,56	0,46	0,30	1,11	0,64	0,89	0,87
1952-53		1,22	1,75	1,55	1,22	1,65	1,04	1,95	3,18	2,83	2,54	2,38	2,38	1,97
1953-54		2,40	3,09	2,60	2,54	2,31	3,05	7,60	9,75	7,25	6,65	5,14	4,96	4,78
1954-55		4,05	4,70	4,02	3,78	2,25	2,65	2,99	2,62	2,41	2,18	2,40	2,79	3,07
1955-56		3,24	2,73	2,33	1,84	1,16	1,51	0,88	0,78	0,56	0,65	0,63	0,81	1,43
1956-57		1,07	1,18	1,06	0,81	0,96	0,72	0,50	0,35	0,28	0,25	0,37	0,58	0,68
1957-58		1,02	1,39	0,89	0,79	0,72	0,71	0,91	1,12	1,19	1,18	1,59	1,30	1,07
1958-59		1,46	1,38	1,40	1,54	0,93	0,76	0,43	0,33	0,27	0,27	0,57	0,78	0,84
1959-60		0,90	1,27	1,04	1,07	0,61	0,61	0,42	0,40	0,39	0,50	0,41	0,49	0,68
1960-61		0,73	0,88	1,11	0,80	0,87	0,65	0,67	0,29	(0,45)	(0,37)	(0,33)	(0,37)	0,63
1961-62		0,59	0,69	0,77	0,61	0,64	0,48	0,52	0,35	0,33	0,33	0,32	0,39	0,50

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom. Anual	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar		Abr
1962-63		0,58	0,70	0,75	0,75	0,78	0,72	0,54	0,25	0,20	0,24	0,24	0,28	0,50
1963-64		0,52	0,69	0,82	0,84	0,88	0,70	1,25	5,03	4,27	2,80	2,29	1,89	1,83
1964-65		2,05	2,28	1,74	1,37	0,56	0,72	0,55	0,23	0,16	0,17	0,20	0,43	0,87
1965-66		0,86	1,13	1,71	2,35	2,27	4,45	7,62	8,91	5,98	4,35	3,65	3,13	3,87
1966-67		2,86	2,86	2,54	2,24	1,55	0,96	0,75	0,51	0,25	0,23	0,35	0,52	1,30
1967-68		0,88	1,55	1,25	0,93	0,77	0,58	0,53	0,27	0,20	0,15	0,28	0,30	0,64
1968-69		0,52	0,61	0,76	0,60	0,54	0,38	0,27	0,19	0,16	0,17	0,13	0,13	0,37
1969-70		0,19	0,34	0,48	0,58	0,41	0,37	0,39	0,21	0,16	0,15	0,16	0,15	0,30
1970-71		0,19	0,28	0,38	0,35	0,37	0,34	0,27	0,14	0,14	0,12	0,10	0,13	0,23
1971-72		0,13	0,18	0,23	0,29	0,27	1,14	0,22	0,19	0,15	0,24	0,22	0,14	0,28
1972-73		0,19	0,66	1,28	1,44	1,42	2,79	4,73	12,90	13,90	6,82	4,02	3,38	4,46
1973-74		3,04	3,30	3,26	2,63	1,59	1,38	0,57	0,87	0,23	0,35	1,12	1,29	1,64
1974-75		1,60	1,72	1,40	0,84	0,76	0,62	0,41	0,30	0,20	0,22	0,29	0,52	0,74
1975-76		0,82	1,57	1,11	0,79	0,58	0,32	0,26	0,20	0,13	0,10	0,11	0,16	0,51
1976-77		0,33	0,68	0,53	0,51	0,37	0,31	0,24	0,22	0,23	0,27	0,28	0,34	0,36
1977-78		0,67	0,81	1,15	1,08	1,18	1,07	1,36	1,24	1,24	1,09	1,24	1,31	1,12
1978-79		1,52	1,58	1,44	1,89	1,76	2,30	3,12	3,38	2,75	2,26	2,11	2,23	2,20
1979-80		2,50	2,41	1,97	1,29	0,99	0,70	0,40	0,26	0,20	0,26	0,25	3,97	1,27
1980-81		3,47	2,47	2,01	2,69	2,21	2,40	3,99	8,02	7,37	5,98	5,05	4,02	4,14

Nomenclatura

○ Valor Retraducido o Traducción nueva

— Valor Corregido

() Valor Rellenado

□ Estadística Extendida

□ - - - - □ Estadística Homogenizada

RIO HUASCO EN ALGODONES

Estadística Definitiva
 Control : D.G.A.
 Latitud : 28° 44` S.
 Longitud: 70° 30` O.

Altura: 725 m.s.n.m.
 Area : 7.197 Km²

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Anual
1942-43		22,79	21,29	17,92	14,85	13,05	14,90	22,84	20,45	21,73	15,79	14,19	11,93	17,60
1943-44		13,28	11,92	14,01	9,93	8,28	9,31	13,19	15,45	15,29	16,41	12,95	14,44	12,90
1944-45		12,53	12,35	13,67	10,15	10,12	9,90	8,90	8,92	7,95	8,50	7,14	7,12	9,77
1945-46		7,91	7,14	6,60	5,06	4,17	3,05	3,45	3,14	2,94	2,74	3,06	3,33	4,38
1946-47		6,85	5,31	4,20	2,83	2,91	2,21	2,10	2,03	3,42	4,62	3,81	4,14	3,70
1947-48		4,38	4,16	3,90	2,60	2,14	2,13	1,35	1,43	1,94	1,81	2,21	2,03	2,51
1948-49		(3,48)	(3,41)	(3,52)	(3,42)	(3,05)	3,85	7,34	11,70	8,73	5,11	2,94	5,05	5,13
1949-50		5,20	5,54	5,69	7,37	5,17	5,08	11,70	9,09	5,17	5,10	5,45	6,26	6,40
1950-51		6,60	6,27	5,04	3,42	3,96	2,73	2,73	2,61	2,53	2,69	2,07	3,07	3,64
1951-52		3,38	3,86	3,52	1,75	2,25	3,00	2,67	1,93	1,88	2,65	1,73	1,75	2,53
1952-53		2,15	4,83	3,88	2,95	4,29	3,12	5,16	7,83	5,55	5,65	4,52	4,36	4,52
1953-54		5,15	7,88	5,85	5,53	6,33	6,29	18,40	33,10	17,90	21,30	11,30	11,30	12,50
1954-55		10,50	11,70	9,23	7,28	6,23	5,54	7,75	7,06	5,91	6,50	5,71	6,39	7,48
1955-56		7,08	6,97	6,12	4,32	2,49	4,24	3,04	2,27	1,06	0,93	1,03	0,99	3,38
1956-57		2,98	3,10	2,66	2,22	1,99	2,81	2,01	1,24	0,75	1,03	1,09	1,20	1,92
1957-58		2,11	2,52	2,90	2,34	2,18	1,97	(3,12)	3,79	2,92	3,13	3,00	2,99	2,75
1958-59		3,48	3,54	3,09	2,87	1,67	2,20	1,74	1,11	1,06	1,16	1,26	1,76	2,08
1959-60		1,82	2,27	2,79	2,41	1,80	1,63	1,29	0,93	0,91	1,09	1,08	1,20	1,60
1960-61		1,65	2,18	2,22	1,66	1,63	1,77	(2,25)	1,20	1,12	1,13	0,86	1,01	1,56
1961-62		1,25	1,61	2,01	1,33	1,49	2,58	2,93	2,38	1,80	2,10	1,77	2,01	1,94
1962-63		2,31	2,57	2,63	1,77	1,81	(1,76)	2,35	1,39	0,93	1,04	0,94	0,90	1,70

Año	Caudal Medio m ³ /s												Prom.	
	Hidr.	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Annual
1963-64		1,28	2,00	2,30	1,78	1,87	1,79	2,09	9,53	6,87	4,49	4,12	3,62	3,48
1964-65		4,05	4,50	4,00	3,29	2,24	2,70	2,36	3,06	2,10	1,17	1,72	2,49	2,81
1965-66		3,37	3,20	4,61	4,69	3,48	8,77	22,10	25,10	15,60	8,35	6,50	7,93	9,48
1966-67		6,99	6,97	5,92	3,73	3,40	3,26	2,81	0,97	1,04	2,34	2,28	1,67	3,45
1967-68		2,36	3,95	2,65	2,34	2,27	2,09	1,66	1,51	1,35	1,10	1,53	1,09	1,99
1968-69		1,50	(1,48)	2,09	1,65	1,37	1,34	0,92	0,74	0,78	0,87	0,85	1,03	1,22
1969-70		1,39	1,21	1,00	1,21	0,76	0,93	0,67	0,88	0,82	1,11	0,67	0,59	0,94
1970-71		0,95	0,99	1,05	0,98	0,96	0,94	0,83	0,90	0,58	0,54	0,54	0,44	0,81
1971-72		0,71	1,39	1,12	1,25	1,01	0,70	0,31	0,31	0,41	0,61	0,44	0,59	0,74
1972-73		0,55	2,89	2,86	3,36	2,73	4,54	6,25	37,10	26,80	18,10	11,10	9,80	10,60
1973-74		8,78	7,98	6,91	6,01	5,12	3,57	2,62	1,68	1,90	2,80	2,48	2,97	4,40
1974-75		3,92	4,12	3,80	2,70	4,09	2,68	2,08	1,14	1,32	1,11	2,26	1,42	2,55
1975-76		1,11	(3,82)	1,03	1,82	1,20	1,09	0,79	0,76	0,91	0,77	0,93	0,99	1,27
1976-77		1,21	2,09	1,80	1,68	1,19	1,21	1,22	1,72	1,46	1,50	1,45	1,73	1,52
1977-78		2,68	2,78	3,28	2,74	2,50	2,61	4,18	3,79	3,43	3,14	2,85	3,19	3,10
1978-79		3,58	3,90	4,00	4,42	3,30	4,42	8,05	8,43	7,07	5,13	4,62	4,97	5,16
1979-80		5,43	5,20	4,75	3,09	3,02	1,77	1,38	0,98	0,87	0,88	0,77	(9,97)	3,18
1980-81		7,46	(6,01)	5,06	5,82	4,34	4,76	10,10	26,20	23,50	18,60	13,30	10,30	11,30

Nomenclatura



Valor Retraducido o Traducción nueva

-
()

Valor Corregido
Valor Rellenado



Estadística Extendida



Estadística Homogenizada

ANEXO Nº III.D.4-1

COSTO ANUAL EQUIVALENTE DEL TRATAMIENTO DE AGUAS

1.	<u>Costos de Inversión</u>	
a)	<u>Tratamiento primario</u>	
	2 rejas y canaletas (Q = 70 lt/seg)	\$ 115.000
	2 Desarenadores (V = 30 m ³ c/u)	810.000
	1 Decantador primario (V = 1000 m ³)	5.120.000
	1 Clorador y estanque de contacto	610.000
	Superficie terreno necesaria	<u>350.000</u>
	Total costos de inversión	\$ 7.005.000
b)	<u>Tratamiento por lagunas de estabilización</u>	
	Superficie de lagunas (10 há) a	
	\$ 3.150.000/há	\$ 31.500.000
	Terreno y defensas	<u>4.300.000</u>
	Total costos de inversión	\$ 35.800.000
2.	<u>Costos de operación</u>	
a)	<u>Tratamiento primario</u>	
i)	<u>Cloración</u>	
	70 lt/seg x 20 mg/lt x 86.400 seg/día = 121 kg/día	
	Costo diario: 121 kg/día x 90 \$/kg = 10.890 \$/día	
	Costo anual : 10.890 x 365 = \$ 3.974.850	
ii)	<u>Iluminación</u>	
	Costo anual: \$ 6.000 x 12	\$ 72.000
iii)	<u>Personal</u>	
	Costo anual: 1 x \$ 15.000 x 12	\$ 180.000
	Total costo operación	\$ 4.226.850

b) Tratamiento por lagunas de estabilizacióni) Cloración

$70 \text{ lt/seg} \times 6 \text{ mg/lt} \times 86.400 \text{ seg/día} = 36,3 \text{ Kg/día}$
 Costo diario: $36,3 \text{ kg/día} \times 90 \text{ \$/kg} = 3.267 \text{ \$/día}$
 Costo anual : $3.267 \times 365 = \$ 1.192.455$

ii) Iluminación

Costo anual : $\$ 15.000 \times 12 = \$ 180.000$

iii) Personal

Costo anual : $2 \text{ per} \times \$ 20.000 \times 12 = \$ 480.000$

Total costo operación = $\$ 1.852.455$

3. Costo anual equivalentea) Tratamiento primario

Costos de operación $\$ 4.227.000$

Costos de inversión (30 años, $i = 12\%$) $\$ 870.000$

Costo anual equivalente $\$ 5.097.000$

b) Tratamiento por lagunas de estabilización

Costos de operación $\$ 1.850.000$

Costos de inversión (30 años, $i = 12\%$) $4.445.000$

Costo anual equivalente $\$ 6.295.000$

III.E ASPECTOS SOCIALES E INSTITUCIONALES

INDICE DE LA SECCION

<u>CAPITULO</u>	<u>CONTENIDO</u>	<u>PAGINA</u>
III.E.1	POLITICAS NACIONALES Y SECTORIALES	1
	1. Introducción	1
	2. Políticas nacionales	1
	3. Políticas sectoriales	4
III.E.2	PLAN DE DESARROLLO REGIONAL	7
	1. Objetivos y políticas regionales	7
	2. Aspectos relevantes del Plan de Desarrollo Regional	7
III.E.3	ORGANISMOS E INSTITUCIONES SECTORIALES	10
	1. Introducción	10
	2. Organismos e instituciones agrícolas	10
III.E.4	POBLACION Y EMPLEO	14
	1. Población total.....	14
	2. Población económicamente activa	14
	3. Antecedentes de empleo en la Provincia de Huasco	15
III.E.5	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	16
	1. Servicios	16
	2. Infraestructura	17

III.E.1 POLITICAS NACIONALES Y SECTORIALES.**1. Introducción.**

El objetivo del presente capítulo es desarrollar un marco de referencia de políticas, tanto a nivel nacional como sectorial, para el posterior planteamiento y evaluación de la proposición de desarrollo integral que se elabora para el valle de Huasco.

Las políticas nacionales y sectoriales que se enumeran a continuación, se basan en la interpretación de las declaraciones oficiales de personeros del Gobierno y en documentos técnicos elaborados por los organismos pertinentes.

2. Políticas nacionales.

Las políticas nacionales vigentes apuntan en primer lugar al bien común general, definido por la Honorable Junta de Gobierno como "el conjunto de condiciones sociales que permita a todos y a cada uno de los chilenos alcanzar la plena realización personal". La concepción política señalada establece que el Estado debe estar al servicio de la persona y no al revés, y establece también que el bien común exige respetar el principio de subsidiariedad. En virtud de esto último, "ninguna sociedad superior puede arrogarse el campo que respecto de su propio fin específico pueden satisfacer las entidades menores, y en especial la familia, como tampoco puede ésta invadir lo que es propio e íntimo de cada conciencia humana". (1)

Agrega el texto citado que "no cuesta advertir que el principio de subsidiariedad presupone el derecho a la libre iniciativa en el campo económico. La posibilidad de que los particulares puedan emprender actividades productivas, aparte de constituir un derecho que el Estado no puede ni debe eliminar conforme a los principios expuestos, es además el único camino que permite un verdadero desarrollo de la economía".

La aceptación de la libre iniciativa descrita no podría entenderse, eso sí, como un desconocimiento de la activa y principalísima labor que compete al Estado en el campo económico.

Por otro lado, sería inútil admitir la iniciativa de los particulares en el campo económico, si no se reconoce conjuntamente el derecho de propiedad privada, tanto sobre los bienes de consumo como sobre los medios de producción.

El referido derecho de propiedad fluye como una consecuencia ineludible del hombre y la sociedad antes esbozada, como asimismo del principio de subsidiariedad que de ella se deriva" (1).

En consecuencia, de acuerdo a los textos citados las políticas vigentes pretenden lograr un desarrollo económico alto y sostenido mediante el reconocimiento de la libre iniciativa individual.

La estrategia de desarrollo económico fija al Estado un rol eminentemente subsidiario, obligándolo "a asumir aquellas funciones que ninguna agrupación social menor pueda cumplir", y a impulsar y orientar el accionar del sector privado adoptando "todas aquellas medidas que aseguren efectivamente la competencia y eviten la formación de monopolios". (2)

Asimismo, el Estado está dispuesto a asumir ciertas responsabilidades en la economía, que por su carácter social y/o estratégico no pueden ser entregadas al sector privado. En este sentido, el Estado estima conveniente proveer los recursos necesarios para asegurar adecuadas prestaciones de servicios de educación, salud, y otros servicios sociales básicos para la población, y limitar su acción empresarial a ciertos subsectores del sector servicios y a determinadas actividades mineras y estratégicas.

La función principal del sector privado en esta política es llevar adelante los procesos productivos que permitan incrementar el bienestar material y espiritual de los chilenos.

La economía del país se está descentralizando y los criterios vigentes tienden a que en la toma de decisiones participe el mayor número de sociedades intermedias y personas.

Las políticas específicas diseñadas para lograr los objetivos planteados en el campo económico-social, impulsarán el crecimiento económico mediante el fortalecimiento de los siguientes factores:

- Asignación eficiente de los recursos productivos.
- Incremento del ahorro y de la inversión.
- Mejoramiento del potencial humano.
- Utilización de tecnología adecuada.
- Capacidad empresarial.

(1): Declaración de principios del Gobierno de Chile. Marzo de 1974.

(2): Objetivo Nacional y Políticas Generales del Gobierno de Chile. Gobierno de Chile, 11 de Septiembre de 1981.

Desde el punto de vista de este estudio, el factor más relevante es la asignación eficiente de los recursos productivos, y algunas de las políticas específicas para su fortalecimiento son:

i) Política de precios.

Los precios de los bienes y servicios serán libres y se eliminan todos los subsidios y controles que distorsionen la asignación de recursos.

El Estado promoverá el funcionamiento de mercados a futuro que permitan reducir el riesgo derivado de las variaciones de precios internacionales.

Se utilizarán subsidios sólo en el caso que sea necesario corregir distorsiones derivadas de diferencias entre el beneficio privado y el beneficio social.

ii) Política de comercio exterior.

La economía chilena será abierta al comercio exterior, implantándose tal apertura tanto en el mercado de bienes como en el de capitales.

La apertura implica un techo al nivel de precios internos, dado por los precios internacionales. Al mismo tiempo, esta política de comercio exterior busca fundamentalmente el desarrollo de exportaciones de productos de viabilidad económica en los mercados extranjeros, logrando, en el mediano y largo plazo, el equilibrio de la balanza de pagos.

iii) Política tributaria

Se pretende desarrollar un sistema tributario progresivo, equitativo, no discriminatorio, de fácil control y destinado únicamente a financiar el gasto público.

Se mantendrán franquicias y discriminaciones tributarias sólo para incentivar o desincentivar determinadas actividades en las cuales el beneficio social no coincida con el beneficio privado.

iv) Política cambiaria y arancelaria.

Ellas serán de carácter general y no discriminatorio para todos los sectores de la vida nacional.

Habrá un solo precio para la moneda extranjera.

Los aranceles aduaneros deberán ser uniformes y de un nivel promedio tal que no limiten las posibilidades de crecimiento de la economía en general y permitan una expansión sostenida del sector exportador.

3. Políticas sectoriales.

Los grandes objetivos nacionales para el sector silvoagropecuario apuntan hacia un adecuado desarrollo del mismo para contribuir al crecimiento global de la economía nacional, a un incremento sostenido de las exportaciones de productos agropecuarios y forestales, a una balanza comercial sectorial positiva y finalmente, a una regularización de la propiedad agrícola, con especial énfasis en el saneamiento del minifundio.

De acuerdo a lo que se desprende del Plan Regional de Desarrollo III Región y del Programa Socioeconómico 1981-1989 formulado por el Gobierno, las principales políticas y criterios sectoriales de índole nacional relevantes para el desarrollo agrícola del valle de Huasco, son:

i) Mercado libre de productos, insumos y factores.

- Los precios de los insumos y productos serán libres rigiéndose por la oferta y la demanda.
- El mercado de la tierra será libre, sin límites de extensión máxima ni mínima.
- El Estado asegura el libre ingreso a la actividad.
- Se crearán las condiciones que permitan el funcionamiento de mercados a futuro, con el fin de reducir el riesgo que enfrentan los productores debido a las variaciones de precios internacionales.

ii) Subsidios directos e indirectos.

- El Estado subsidiará aquella investigación agrícola, cuya evaluación social lo aconseje. Como un ejemplo de esto se puede mencionar que actualmente INIA está realizando, impulsado por el Gobierno Regional, investigaciones sobre nuevos cultivos y mejoramientos tecnológicos de los rubros presentes en el valle.

-
- El Estado subsidiará directamente la asistencia técnica empresarial otorgada por empresarios privados a los pequeños empresarios agrícolas.
 - El Estado subsidiará la capacitación de la mano de obra rural y los programas de saneamiento de títulos para los pequeños empresarios agrícolas.
 - El Estado difundirá aquella información que beneficie masivamente a los productores.

iii) Protección y control silvoagropecuario.

- El Estado fijará normas y controlará los aspectos de sanidad vegetal y animal.
- El Estado protegerá, a través de normas generales, el recurso forestal.
- Se mantendrán parques nacionales cuando ello se justifique por razones históricas o de preservación del medio ambiente.

iv) Derechos de agua y obras de infraestructura.

- Los derechos de aprovechamiento de agua se mantendrán asignados en propiedad a los usuarios. Los avalúos de los predios tendrán dos partes, el del activo suelo y el avalúo hídrico.
- El Estado solo ejecutará, con fondos fiscales, obras mayores de riego cuando ellas hayan sido evaluadas y aprobadas por la Comisión Nacional de Riego y se ajusten a las disposiciones del decreto con fuerza de ley D.F.L N° 1.123 del 13 de Agosto de 1981. Es interesante hacer notar al respecto, que el citado decreto expresa textualmente: "el Presidente de la República, por decreto fundado, podrá ordenar la confección del proyecto definitivo y la ejecución de obras aún cuando no se reúnan los requisitos establecidos en los artículos 3° y 4° respectivamente, si razones de interés público así lo aconsejan. El exceso sobre el valor comercial, en su caso, será de cargo del Fisco.

v) Crédito y tributación.

- Los créditos para el sector agrícola serán otorgados por el sistema financiero general. INDAP opera actualmente una línea específica para pequeños propietarios y se contempla mantenerla.
- El sector agrícola se incorporará paulatinamente al sistema tributario general del país.

III.E.2 PLAN DE DESARROLLO REGIONAL.**1. Objetivos y políticas regionales.**

La estrategia nacional de desarrollo económico y social reconoce a cada una de las regiones del país, un importante rol en la aplicación de las políticas nacionales. Dentro del marco de las políticas vigentes corresponde a las autoridades del Gobierno Regional orientar y promover el desarrollo de la actividad en las diferentes fases de organización, coordinar y canalizar los esfuerzos de la comunidad, sumar la actividad pública y transformar planes y proyectos en acciones concretas a realizar por la iniciativa privada.

Esta idea se cristaliza principalmente a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, del incremento de las rentas municipales, del traspaso de servicios públicos a las municipalidades y de la delegación de atribuciones y responsabilidades a las regiones por medio de las Secretarías Ministeriales Regionales.

Los Planes Regionales de Desarrollo constituyen un importante instrumento para el logro de los objetivos señalados en los párrafos precedentes. La Intendencia de la III Región ha elaborado un Plan Regional para el período 1982-89 en el cual se fijan las políticas regionales sectoriales y las perspectivas de los distintos sectores productivos y de servicios.

2. Aspectos relevantes del Plan de Desarrollo Regional.**2.1 Sector silvoagropecuario.**

El Gobierno Regional, consciente de la importancia que tiene la agricultura en el desarrollo del valle, la ha definido en sus planes como la segunda actividad prioritaria de la Región, siendo precedida sólo por la minería.

Las perspectivas de desarrollo de este sector se basan en la incorporación de más superficie agrícola a la producción. Si bien el suelo no es abundante en comparación a otras regiones del país, le favorece el clima de los valles que permite realizar cultivos casi todo el año sin limitaciones. En cuanto al recurso agua, éste es limitado, lo que estaría impidiendo la transformación de suelos no explotables en suelos productivos.

El desarrollo del sector también pasa por el incremento de la producción de primores, por el mejoramiento de la calidad de los productos, por el mejoramiento de las técnicas de riego, etc.

El plan de desarrollo también menciona necesidades y requerimientos de desarrollo que deben solucionarse para concretizar las perspectivas señaladas.

Entre estas necesidades aparece el mejoramiento de los caminos, mejoramiento de la infraestructura de riego, continuación del programa de estimulación de precipitaciones, mejoramiento de los sistemas de comercialización, implementación de planes de capacitación laboral, investigación en la adaptación de nuevas especies, implementación de transferencia tecnológica, etc.

2.2 Sector minería.

Como ya se ha mencionado anteriormente, este sector representa la principal actividad de la región.

Las perspectivas de desarrollo de los recursos mineros metálicos de la región dependen entre otras variables, del precio de los minerales, las características de los yacimientos, las leyes y tonelajes, disponibilidad de capital, disponibilidad de agua y energía, etc.

En el caso de la gran minería del cobre, se consideran inversiones para mantener el ritmo actual de producción; mejorar las instalaciones industriales y acoplarse al sistema interconectado de ENDESA, para reducir costos de producción. En cuanto al hierro, se considera aumentar la capacidad de la planta de pellets, invertir en estudios para desarrollar la mina Los Colorados e iniciar la factibilidad de producir preconcentrados para peletización.

La pequeña y mediana minería metálica experimenta actualmente un proceso de readequación, que significa desarrollar faenas de producción a mayor escala e integrar complejos planta-mina, es decir, transformar la minería de netamente extractiva en procesadora.

Por otra parte, se encuentran en ejecución diversas ampliaciones en las principales plantas procesadoras de minerales no metálicos. Dentro de este mismo rubro, destacan entre los proyectos en estudio: mina Los Pozos de Manto Verde, los prospectos El Nevado, Pajonales, María Soledad y Porvenir, el proyecto de explotación de la mina de Potrerillos, de la mina Dulcinea de Carrera Pinto, Juncal, el estudio de ampliación de la fundición Paipote, etc.

Entre las necesidades del desarrollo se cuenta eliminar las deficiencias en el suministro de energía eléctrica, construyendo líneas de distribución en algunas áreas deficitarias como Domeyko, Caldera y el interior de los valles de Copiapó y Huasco; aminorar los problemas de falta de agua mediante nuevas aducciones y nuevos sondajes para captar aguas subterráneas; iniciar las obras de caminos en valles interiores de Vallenar; desarrollar y poner en práctica planes de mantención de caminos comunales u otros utilizados por pequeños

productores mineros; adoptar y readecuar tecnología con el objeto de racionalizar los sistemas de explotación y desarrollo; agilizar el sistema de comercialización de minerales entre los productores y las plantas de procesamiento.

2.3 Sector pesca.

Ante el aumento de la actividad pesquera y disminución de la población de algunas especies marinas comercialmente importantes en sectores pesqueros de regiones vecinas, Atacama representa una alternativa sustitutiva dadas sus favorables condiciones ecológicas y oceanográficas, que permiten la existencia de una gran diversidad y abundancia de especies pelágicas y demersales.

Así, se observan claras perspectivas de desarrollo en la extracción y comercialización de la sardina española, jurel, merluza, corvina, etc. En lo que se refiere a mariscos, se vislumbra crecimiento en la operación de machas, jaibas y camarón de roca.

Si bien la región cuenta con los recursos pesqueros, infraestructura vial y portuaria, disponibilidad de mano de obra capacitada y comercio establecido normal para desarrollar significativamente esta actividad, es necesario dimensionar la real potencialidad de los recursos pesqueros de la región. Estos estudios constituirán la base para incentivar la inversión privada y estructurar, sólidamente, la futura industria pesquera. A su vez, las investigaciones señaladas permitirán conocer la dinámica y potencialidad de los recursos marinos renovables para establecer los volúmenes permisibles de explotación y evitar su posible extinción.

Entre las necesidades físicas, deberán completarse la infraestructura de muelles para mejorar la seguridad en el embarque del sector artesanal y brindar las facilidades portuarias adecuadas para el sector industrial.

III.E.3 ORGANISMOS E INSTITUCIONES SECTORIALES.

1. Introducción

El objetivo de este capítulo es señalar las funciones y actividades que desarrollan los principales organismos e instituciones relacionados con el quehacer del sector silvoagropecuario, especialmente en lo que se refiere a la protección de recursos, investigación, transferencia tecnológica y financiamiento. La labor de estas entidades conforma el marco general de apoyo a la producción del sector, y bajo esa perspectiva, tienen importancia en la alternativa de desarrollo que se plantea para el valle de Huasco.

Los organismos e instituciones que cumplen funciones en esta actividad, pertenecen principalmente al sector público. A nivel privado, la Junta de Vigilancia del río y la Asociación Gremial de Agricultores del valle de Huasco y sus comités de Freirina-Huasco y Alto del Carmen ejercen, en la medida de sus posibilidades, funciones de apoyo al sector.

2. Organismos e instituciones agrícolas.

2.1 Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)

La labor de CORFO en el sector agrícola regional, se ha centrado principalmente en investigación, estudios y financiamiento.

La investigación agrícola se ha desarrollado con el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), como unidad ejecutora, por medio de proyectos introductorios de nuevas especies y variedades frutícolas y hortícolas. Otro aporte interesante para el valle es la inclusión, a contar de 1982, de la III Región en el Programa de Zonas Desérticas que desarrolla la Corporación.

Estudios destacados que ha realizado recientemente CORFO en la III Región, son:

- Catastro frutícola de la III Región
- Análisis del mercado de frutas y hortalizas de la III Región, realizado con INTEC.
- Perspectivas de la agroindustria hortofrutícola de la III Región.
- Estudio del potencial agrícola de la III Región; definición de distritos agroclimáticos y requerimientos de cultivos.

En lo que se refiere a financiamiento, CORFO dispone de diferentes líneas de crédito para financiar actividades relacionadas con el sector silvoagropecuario, entre las que destacan:

- Financiamiento de inversiones para el sector agrícola y agroindustrial.
- Préstamos para forestación a usuarios acogidos al DL 701 de 1974.
- Préstamos para la promoción de exportaciones.

2.2 Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)

INDAP concentra su labor en el estrato de agricultores cuyos predios tienen una superficie hasta de 12 há de riego básico.

Tiene en vigencia líneas de crédito operacional, con o sin hipoteca dependiendo del monto, y líneas de crédito de inversión a largo plazo con garantía hipotecaria.

Complementa su acción crediticia con actividades de transferencia tecnológica a pequeños propietarios, realizando días de campo sobre manejo de parronales, frutales, y otros cultivos.

Uno de los problemas que enfrenta INDAP en la colocación de sus créditos, es la irregularidad de los títulos de dominio de los pequeños propietarios, lo que les impide garantizar los recursos obtenidos mediante hipoteca de sus tierras. Esto es especialmente válido en los valles interiores, donde existe una gran subdivisión de la propiedad la cual no está regularizada. Se encuentra en marcha un plan regional de saneamiento de la propiedad agrícola del valle.

2.3 Corporación Nacional Forestal (CONAF)

Esta institución cumple una función ejecutora de proyectos específicos de protección, conservación y crecimiento del recurso forestal.

Tiene a su cargo las reservas forestales y parques nacionales, junto a lo cual debe velar por el cumplimiento de las disposiciones de la Ley de Fomento Forestal, DL 701, por medio del que se bonifica la plantación de pinos, arbustos forrajeros y otras especies artificiales que ayuden al desarrollo forestal.

2.4 Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

La labor de esta institución a nivel nacional se centra principalmente en la investigación y transferencia tecnológica.

La función investigadora la efectúa a través de sus distintas estaciones experimentales a lo largo del país, mientras que las labores de transferencia las realiza mediante los grupos de transferencia tecnológica -GTT- formados por alrededor de 15 agricultores cada uno.

2.5 Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

Su función principal en la región es el control de los programas sanitarios, el control de calidad y producción de alcohol en las plantas pisqueras y el control de las normas sobre pesca y caza.

2.6 Fundación Chile.

A nivel regional, esta institución está desarrollando una investigación sobre la adaptación de la jojoba en el valle de Huasco. El proyecto contempla introducir este cultivo en el valle, si es que la investigación demuestra que éste es económicamente atractivo.

2.7 Otras instituciones públicas relacionadas con la agricultura.

Entre éstas cabe mencionar la Secretaría Regional Ministerial de Agricultura, que actúa en calidad de representante del Ministerio de Agricultura en la región, y la Dirección General de Aguas y la Dirección de Riego que, por ser los organismos públicos encargados del desarrollo y de la asignación de los recursos de agua, tienen una relación importante con la agricultura.

La Dirección General de Aguas, que es un organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas a nivel nacional, tiene su sede regional en Copiapó y mantiene oficina provincial en Vallenar. Su acción principal está orientada a la mantención y control de las estaciones fluviométricas del valle, aunque durante el último año ha realizado un importante estudio de catastro de los usuarios del río Huasco, el cual contiene valiosa información relacionada con los métodos de riego en uso en el valle, superficie regada por cada canal con indicación del tipo de cultivos y sobre el estado y cantidad de la infraestructura de riego existente.

La Dirección de Riego mantuvo durante largos años una importante actividad en la zona, especialmente en lo que se refiere al estudio de posibles embalses para regular interanualmente el caudal del río Huasco. Es así como realizó el reconocimiento de los embalses de La Plata y El Peinero en el valle de San Félix, las prospecciones en la angostura de El Toro y el anteproyecto del embalse Santa Juana, estudio este último que culminó con el ofrecimiento a los regantes de acuerdo a los mecanismos establecidos en la legislación vigente en

la época de los estudios (1956-57). Además de los señalados, la Dirección de Riego ha realizado los estudios de unificación de canales en la tercera sección del río y en el valle del río El Carmen y, durante la sequía de 1968/70, construyó la canalización de este último río en el sector de El Pedregal, lo que permitió acortar a la mitad el período de los turnos en esa época. Aunque con posterioridad la actividad de este organismo en la zona ha sido limitada, no cabe duda que por su carácter de oficina nacional está en condiciones de asumir en el momento que sea necesario la responsabilidad en los estudios específicos de ingeniería y en la ejecución de las correspondientes obras en caso de ser ellas factibles. Incluso, la Dirección de Riego ha establecido para el presente estudio una coordinación que tiene por objetivo fundamental asegurar la continuidad de los estudios y evitar duplicaciones, al terminarse la presente etapa de planificación a cargo de la Comisión Nacional de Riego y comenzarse la etapa de los proyectos de ingeniería, a cargo de la Dirección de Riego.

III.E.4 POBLACION Y EMPLEO.**1.** Población total.

En el cuadro Nº II.A.1-4 se presentó la evolución de la población en la provincia de Huasco entre los dos últimos censos de población efectuados en la zona (1970 y 1982). Se ha desglosado en población urbana y rural con el objeto de conocer cual ha sido el crecimiento de cada sector.

El crecimiento de la población total en el período intercensal alcanzó a un 13,6%, lo que representa un crecimiento acumulativo anual del orden de 1,1%, cifra que es inferior al promedio nacional.

El crecimiento de la población urbana fue, en el mismo período, superior a la rural, aumentando su incidencia de un 75,8% en 1970 a un 81,2% según el último censo.

Desde el punto de vista comunal, la principal comuna urbana es Vallenar, reafirmando su condición de capital provincial. La comuna de Huasco es la que aparece con el mayor crecimiento dentro del período y se explicaría por el desarrollo alcanzado por la minería del hierro, por la reactivación de algunas instalaciones que benefician minerales de plata y por la iniciación de faenas explotadoras de baritina.

La población rural se distribuye preferentemente en las comunas de Alto del Carmen y Vallenar, pero con una tendencia general a disminuir su incidencia en el total. Esta tendencia seguirá acentuándose si el sector agrícola del valle se mantiene deprimido.

2. Población económicamente activa.

La cuantificación de la población regional económicamente activa, así como su evolución entre los años 1970-1978, últimos años para los que se dispone de encuestas nacionales, se presenta en el cuadro Nº III.E.4-1.

Del cuadro se observa que la única actividad del sector productivo que incrementó su empleo es la agricultura. Esto obedece especialmente al aumento de la superficie plantada con parronales en el valle de Copiapó y a que el sector pesquero, que en el cuadro aparece incluido en la agricultura, ha crecido notablemente por la instalación, a partir de 1975, de empresas pesqueras en Caldera y al traslado hacia la III Región del esfuerzo extractivo debido al agotamiento del recurso en áreas vecinas.

En lo referente a minería, la ocupación de mano de obra está estrechamente ligada al precio de los minerales en el mercado, y su descenso en los últimos años ha incidido bruscamente en la pequeña minería, nivel que es intensivo en la ocupación de mano de obra. Aún así, este sector es el principal generador de empleo en la región.

Comercio y servicios han experimentado fuertes incrementos en la ocupación de mano de obra, y son los sectores hacia los que se ha canalizado el crecimiento de la fuerza de trabajo y hacia los que ha derivado la fuerza laboral disponible en minería.

3. Antecedentes de empleo en la Provincia de Huasco.

La Secretaría Regional de Planificación y Coordinación Región de Atacama, SERPLAC III Región, elabora estadísticas sobre la población y empleo a nivel comunal.

En el cuadro N° III.E.4-2 se presentan los antecedentes sobre población y empleo preparados por SERPLAC, al mes de Junio de 1985.

Del cuadro se aprecia aproximadamente el crecimiento de la población desde el año 1982. Es destacable el hecho que la tasa anual de crecimiento poblacional es menor que el 1%.

Se observa que la comuna con mayor fuerza de trabajo es Alto del Carmen, lo que es justificable por la fuerte migración de sus pobladores hacia Vallenar. En efecto, la población activa que no cuenta con huertos caseros o empleo en explotaciones agrícolas mayores, abandona la comuna buscando mayores expectativas en la capital provincial. Esto se ve reafirmado por el bajo nivel de cesantía que presenta Alto del Carmen.

Es notable el nivel de cesantía de la comuna de Freirina, el que se eleva hasta un 46,1%. Este hecho está tratando de ser aminorado por las autoridades regionales, que ya han incorporado a un 36,5% de la población activa en los programas de empleo.

 III.E.5 SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA.

 1. Servicios.

 1.1 Salud.

En 1979, se creó el Servicio de Salud de Atacama, que forma parte del Sistema Nacional de Servicios de Salud.

La infraestructura del Servicio de Salud de Atacama para la provincia de Huasco, es la siguiente:

- 2 hospitales (Huasco y Vallenar)
- 6 consultorios general urbano (4 en Vallenar y 2 en Huasco)
- 1 consultorio general rural (Freirina)
- 11 postas rurales (4 en Alto del Carmen, 1 en Huasco y 6 en Vallenar).

Teóricamente, el Servicio de Salud de Atacama cubre la totalidad de la población de Huasco, ya que todos sus establecimientos reciben indiscriminadamente a quien demanda atención.

En lo que se refiere a limitaciones del sector, cabe citar en primer lugar el bajo nivel cultural de la población y la situación de extrema pobreza en que se encuentra un sector importante de ella. En un nivel secundario debe mencionarse el problema de las distancias entre un poblado y otro.

 1.2 Educación.

La provincia de Huasco cuenta con 63 establecimientos educacionales, siendo su distribución en cuanto a niveles, la siguiente:

- 1 establecimiento de Educación Diferencial.
- 54 establecimientos de Educación Básica.
- 5 establecimientos de Educación Media.

Los últimos antecedentes conocidos sobre número de matrículas son del año 1984, distribuyéndose de la siguiente forma:

- | | |
|----------------------|----------------|
| - Prebásica | 801 alumnos |
| - Básica Diferencial | 141 alumnos |
| - Básica Regular | 11.716 alumnos |
| - Educación Media | 3.920 alumnos |

Las limitaciones del sector se encuentran principalmente en los sectores rurales, especialmente por la distancia y carencia de medios de movilización regulares. Sin embargo, el funcionamiento de las Escuelas de Concentración Fronteriza de El Tránsito y San Félix, aminoran en parte estas limitaciones.

Al igual que el sector salud, el grado cultural de la población y el factor de extrema pobreza, afectan al normal desarrollo de este sector.

2. Infraestructura.

2.1 Transporte.

Los medios de transporte relevantes para el valle son el ferroviario, carretero, marítimo y aéreo. El ferroviario y marítimo están dedicados exclusivamente al sector minero. El transporte aéreo es atendido sólo por pequeñas compañías privadas para pasajeros.

El medio carretero es el que más utiliza el sector agrícola del valle y a través de éste se conectan todos los centros poblados del área.

La capacidad de los medios de transporte señalados es suficiente y su complementación aceptable, ya que los flujos de pasajeros y carga se desarrollan en buenas condiciones.

La limitante más destacada dentro del valle es el estado de los caminos al interior de Vallenar (sector de Alto del Carmen, San Félix y El Tránsito) ya que existe sólo un camino angosto de difícil topografía y mal estado de conservación. Cabe señalar en todo caso que este camino ha sido recientemente mejorado en los ocho primeros kilómetros a partir de Vallenar, y que se consulta su continuación próximamente.

De acuerdo a proyecciones de SERPLAC para el quinquenio 1981-86, el sector agrícola mostrará una expansión estimada de 40% y esta mayor demanda de transporte se ubicará de preferencia en los tramos Vallenar - Alto del Carmen; Alto del Carmen - San Félix y Alto del Carmen - El Tránsito. Todo ello requiere de una adecuación de estos tramos a las nuevas exigencias, toda vez que son los tramos carreteros en donde la infraestructura se encuentra menos apta para el transporte de productos.

2.2 Energía.

La energía eléctrica disponible en la región es generada por centrales de ENDESA y por autoprodutores. Estos últimos generaron en 1979 el 62% de la energía eléctrica, destinándola principalmente a las actividades mineras (CODELCO, CAP, ENAMI).

La generación eléctrica a través de energía solar es mínima y se utiliza sólo en radioestaciones repetidoras de comunicaciones.

En la región de Atacama no se han descubierto recursos geotérmicos y los recursos hidroeléctricos representan un ínfimo aporte al potencial energético.

Las actuales instalaciones de ENDESA y de autoprodutores, más el aumento de transmisión de energía desde el sistema interconectado de ENDESA mediante la reciente extensión de la línea de 220 KV, satisfacen sin problemas la demanda por energía eléctrica regional.

La demanda de energía por parte del sector agrícola no es significativa y se incluye dentro de la demanda poblacional. El mayor consumo de energía lo representa la minería del cobre y del hierro.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR SECTORESIII REGION

SECTORES	1970		1978	
	N° Personas	%	N° Personas	%
Agricultura	4.043 (*)	9,8	7.800 (*)	14,1
Pesca	-	-	-	-
Minería	15.297	37,3	12.700	23,0
Industria	2.727	6,6	3.100	5,6
Construcción	3.211	7,8	4.900	8,9
Electricidad, gas y agua	319	0,8	600	1,1
Transportes	3.373	8,2	4.200	7,5
Comercio	4.671	11,4	9.500	17,2
Servicios	7.423	18,1	12.500	22,6
TOTAL	41.064	100	55.300	100

FUENTE: Encuesta Nacional del Empleo Instituto Nacional de Estadísticas.
1970 y 1978.

(*) Incluye Pesca. No se dispone de esta información por separado.

POBLACION Y EMPLEO PROVINCIA DE HUASCO

JUNIO 1985

Comuna	Pobla- ción total	Fuerza de tra- bajo	% Fuerza trabajo	Cesan- tes	% ce- santes	Programas de Empleo					% Prog. Emp/ Fuerza traba- jo
						P. Fo- resta- les	Plan Aurí- fero	POJH	PEM	Total	
Vallena	43.121	19.586	45,4	3.510	17,9	120	192	478	1.286	2.076	10,6
Huasco	7.591	3.427	45,1	531	15,5	148	55	113	390	706	20,6
Freirina	4.886	1.782	36,5	822	46,1	-	50	126	474	650	36,5
Alto del Carmen	4.862	3.000	61,7	411	13,7	73	-	124	222	419	14,0
Total	60.460	27.795	46,0	5.274	19,0	341	297	841	2.372	3.851	13,9