

REPUBLICA DE BOLIVIA

IICA-CIDIA
09 JUN 1982

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

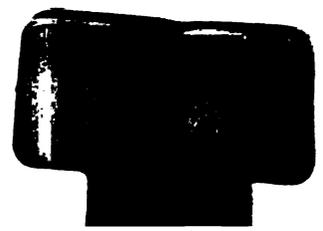
AGRINTER-AGRIS

x
IDENTIFICACION DE PROYECTOS
ESPECIFICOS DE RIEGO

CONVENIO MACA-IICA
COOPERACION TECNICA BID ATN/TF(SP) 1583-BO

Volumen I
Tomo III

La Paz, 1981



REPUBLICA DE BOLIVIA

IICA-CIDIA

09 JUN 1982

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA

IICA
P12
10
V.1
T.3

IDENTIFICACION DE PROYECTOS ESPECIFICOS DE RIEGO

CONVENIO MACA-IICA
COOPERACION TECNICA BID ATN/TF(SP)1583-BO

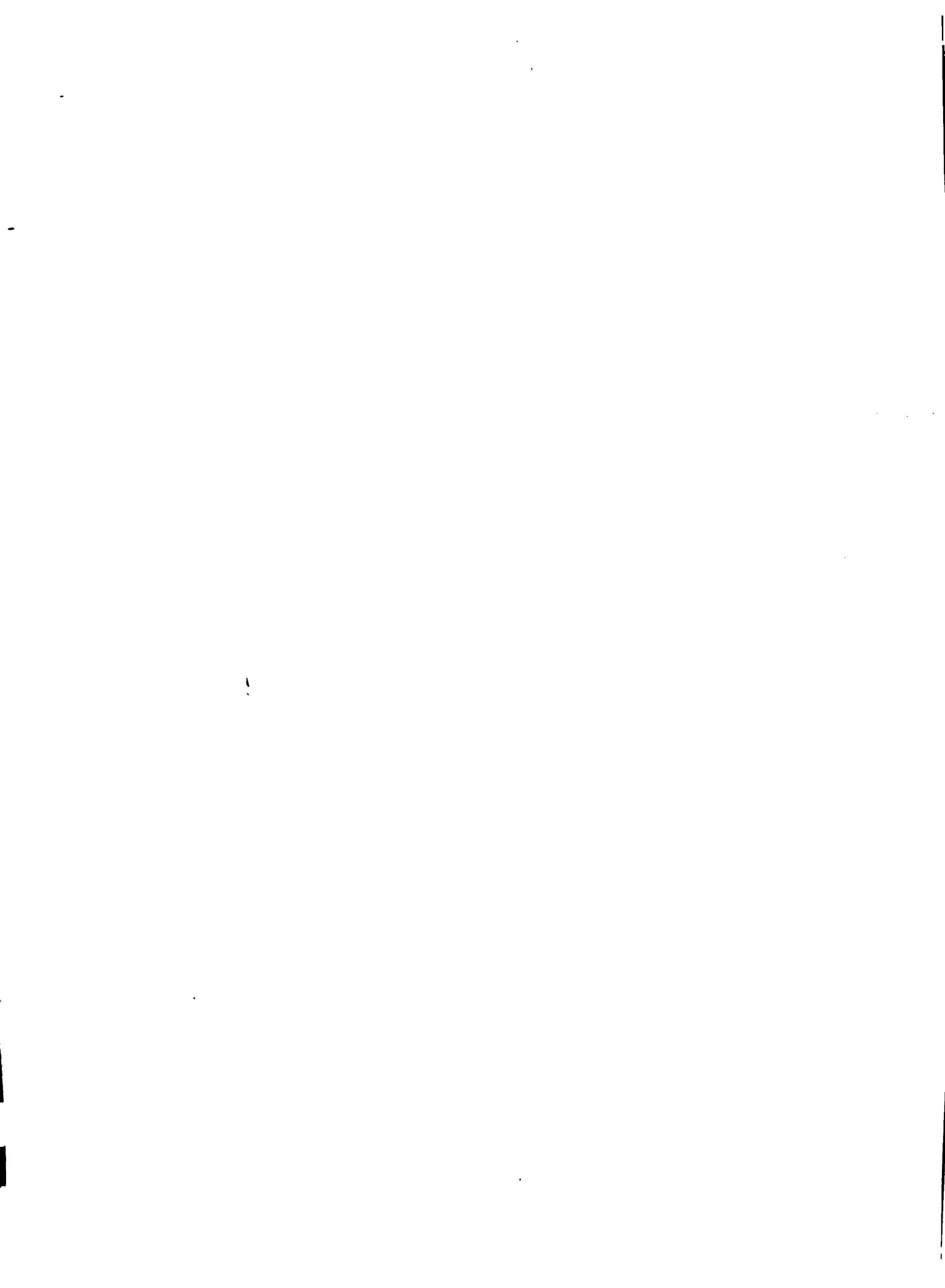
Volumen
Tomo

La Paz, 1981

00007484

CONTENIDO

	<u>Página</u>
CAPITULO I - ASPECTOS GENERALES	
1. ASPECTOS GENERALES	1
1.1 Localización Geográfica	1
1.2 Extensión y Provincias que Comprenden	1
1.2.1 Extensión	1
1.2.2 Provincias que Comprenden la Vertiente del Plata	1
CAPITULO II - ASPECTOS FISICOS	
2. ASPECTOS FISICOS	3
2.1 Hidrología	3
2.1.1 Finalidad y Alcances del Estudio	3
2.1.2 La Cuenca Hidrográfica	4
2.1.3 Información Disponible	5
2.1.4 Análisis de la Información Disponible	11
2.1.5 Información Meteorológica Disponible	46
2.2 Geología	49
2.2.1 Regiones Morfológicas	49
2.2.2 Geomorfología	53
2.2.3 Estratigrafía y Estructura	55
2.2.4 Geotécnia	63
2.2.5 Hidrogeología	64
2.3 Suelos	80
2.3.1 Introducción	80
2.3.2 Metodología y Criterios Determinantes	80
2.3.3 Características Geomorfológicas de la Vertiente del Plata	81
2.3.4 Caracterización Edáfica de las Unidades Morfopedológicas	84
2.3.5 Clasificación Edáfica	85
2.3.6 Conclusiones	96
2.4 Ecología	101
2.4.1 Introducción	101
2.4.2 Descripción General de las Zonas de Vida	101

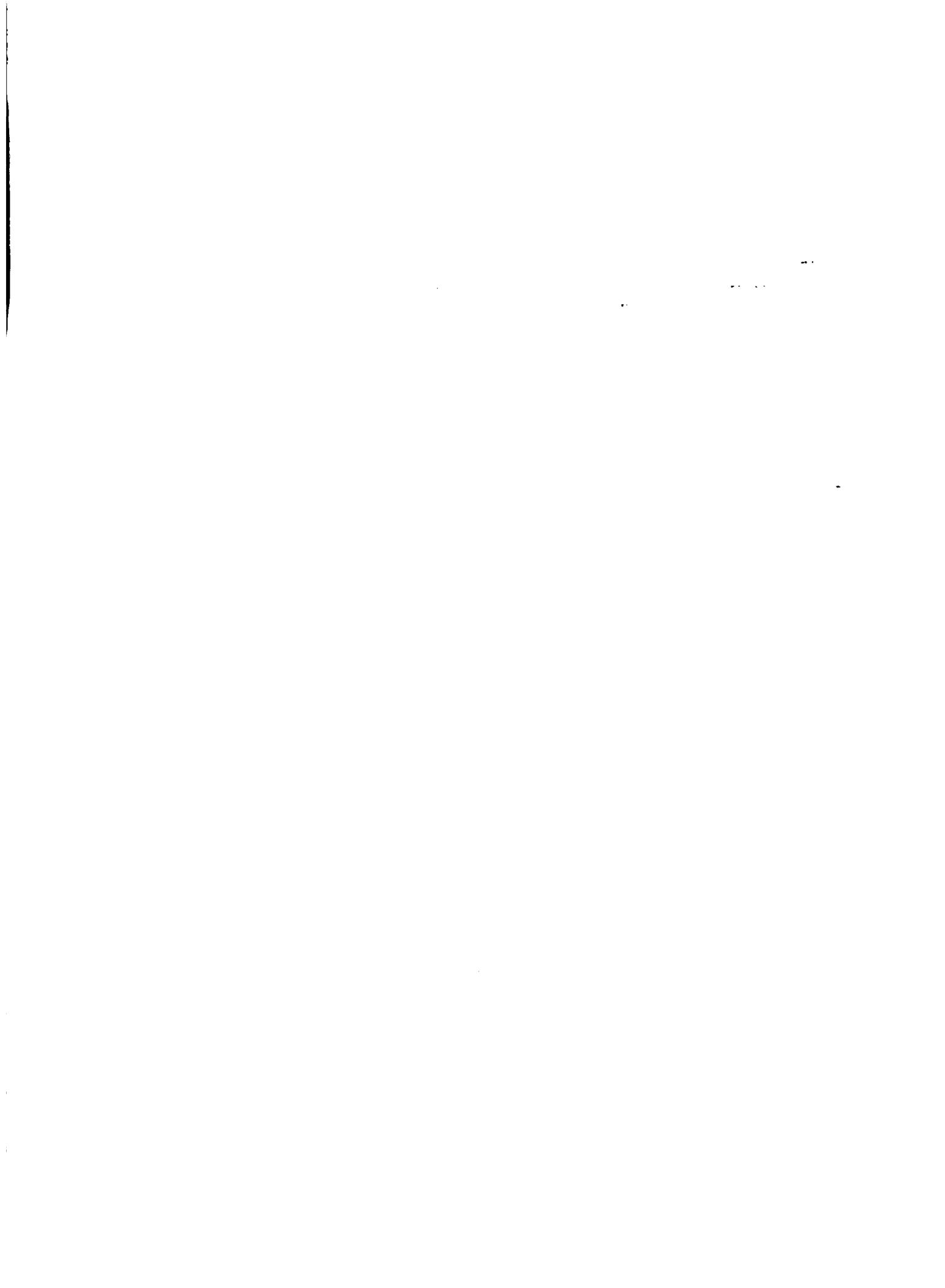


CAPITULO III - ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS

3.	ASPECTOS SOCIO-ECONOMICOS	109
3.1	Estructura Demográfica y Ocupacional	109
3.1.1	Población Según Area de Residencia y por Sexos	109
3.1.2	Distribución de la Población	109
3.1.3	Migraciones	111
3.1.4	Estructura Ocupacional	116
3.2	Economía	
3.2.1	Producto Interno Bruto Regional	119
3.2.2	Participación PIB Regional por Ramas de Actividad	119
3.3	Educación	121
3.3.1	Condición de Alfabetismo	121
3.3.2	Asistencia Escolar	121
3.4	Vivienda	122
3.4.1	Viviendas y Habitantes	122
3.4.2	Materiales de Construcción	133
3.4.3	Sistemas Sanitarios y Energía	134

CAPITULO IV - ASPECTOS AGROPECUARIOS

4.	ASPECTOS AGROPECUARIOS	139
----	------------------------	-----



CAPÍTULO I
ASPECTOS GENERALES



1. ASPECTOS GENERALES

1.1 Localización Geográfica

La Vertiente del Plata comprende la cuenca del Río Pilcomayo y la cuenca alta del Río Bermejo, estando su situación geográfica comprendida entre los meridianos 63°44' y 67°01' longitud Este y los paralelos 18°44' y 22°53' latitud Sur.

Para los efectos del presente estudio no se ha considerado la cuenca alta del Río Paraguay.

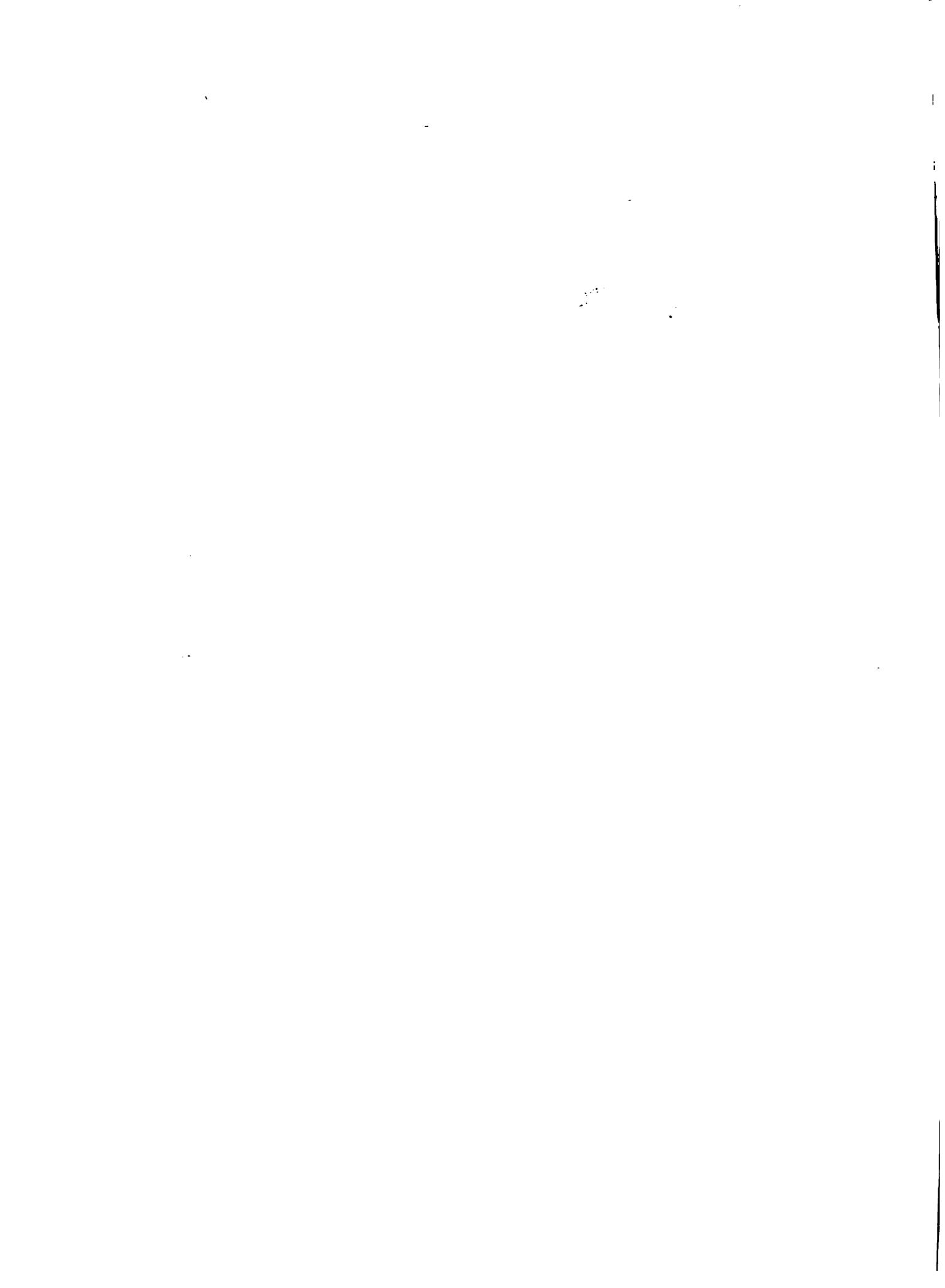
1.2 Extensión y Provincias que Comprenden

1.2.1 Extensión

La superficie cubierta por la Vertiente del Plata es de aproximadamente 107,190 Km², lo que representa el 9.8% de la superficie total del país. De esta superficie, la cuenca del Río Pilcomayo, ocupa el 88.5% y la cuenca del Río alto de Bermejo el 11.5% (Cuadro 1.2.1).

1.2.2 Provincias que Comprenden la Vertiente del Plata

Para los efectos del diagnóstico se ha tomado la provincia como unidad base y comprende las que se indican en el Cuadro 1.2.2; incluyendo íntegramente las del Departamento de Tarija y porciones de las provincias de los Departamentos de Chuquisaca y Potosí.



CUADRO No 1.2.1
SUPERFICIE DE LAS CUENCAS

Cuenca	Superficie	
	Km2	%
Río Pilcomayo	94,880	88.5
Río Alto de Bermejo	12,310	11.5
Vertiente del Plata	107,190	100.0

FUENTE: Mapa de Cuencas de Bolivia. Elaborado por M. Macias V. y J. Sejas A. - Noviembre 1976.
MACA - División Suelos, Riegos e Ingeniería.

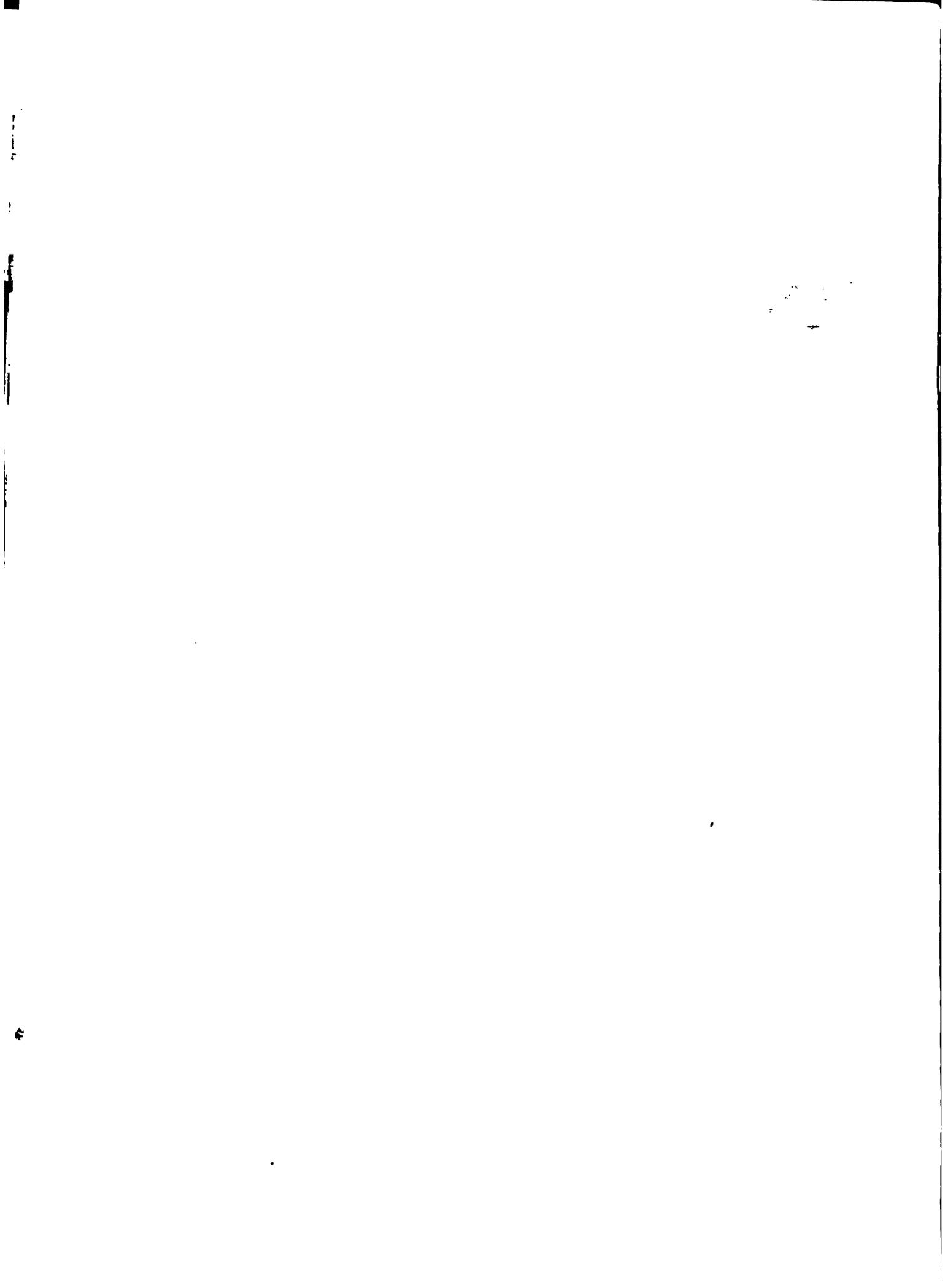
CUADRO No 1.2.2

PROVINCIAS QUE COMPRENDE LA VERTIENTE DEL PLATA

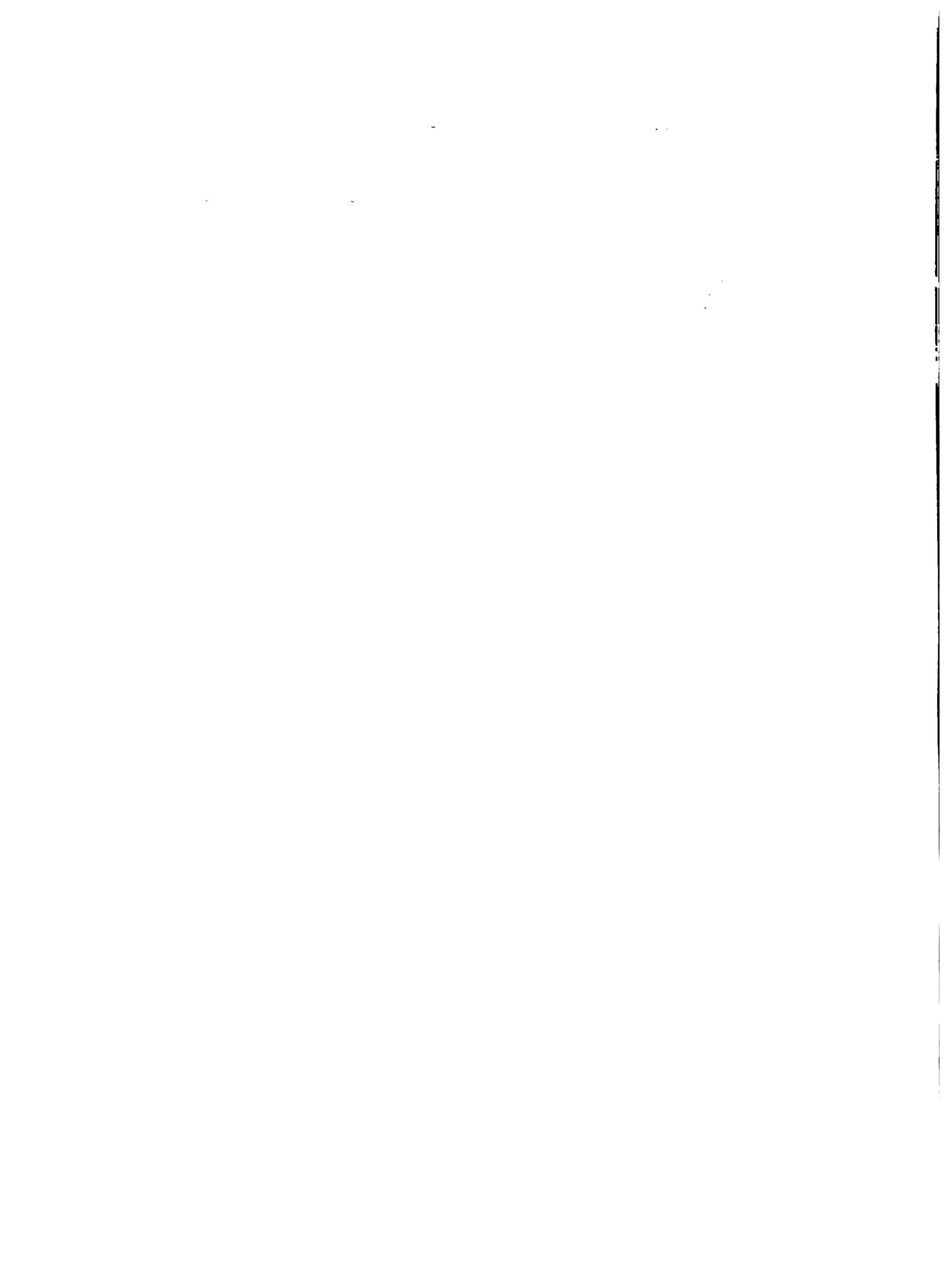
<u>Nº</u>	<u>Provincias</u>	<u>Departamentos</u>	
01	Oropeza - 75%	01 Chuquisaca	
02	Azurduy - 45%		
05	H. Siles - 30%		
06	Yamparaez - 40%		
07	Nor Cinti		
09	Sud Cinti		
10	Luis Calvo - 30%		
53	Tomás Frías		05 Potosí
55	C. Saavedra		
58	Nor Chichas		
60	Sud Chichas		
62	Sud Lípez - 60%		
63	Linares		
64	Quijarro - 50%		
67	H. Omiste	06 Tarija*	
68	Cercado		
69	Arce		
70	Gran Chaco		
71	Avilez		
72	Méndez		
73	O'Connor		

* Todas las provincias del departamento.

NOTA: La codificación corresponde a la nomenclatura adoptada en el Censo de Población y Vivienda de 1976.



CAPÍTULO II
ASPECTOS FÍSICOS



2. ASPECTOS FÍSICOS

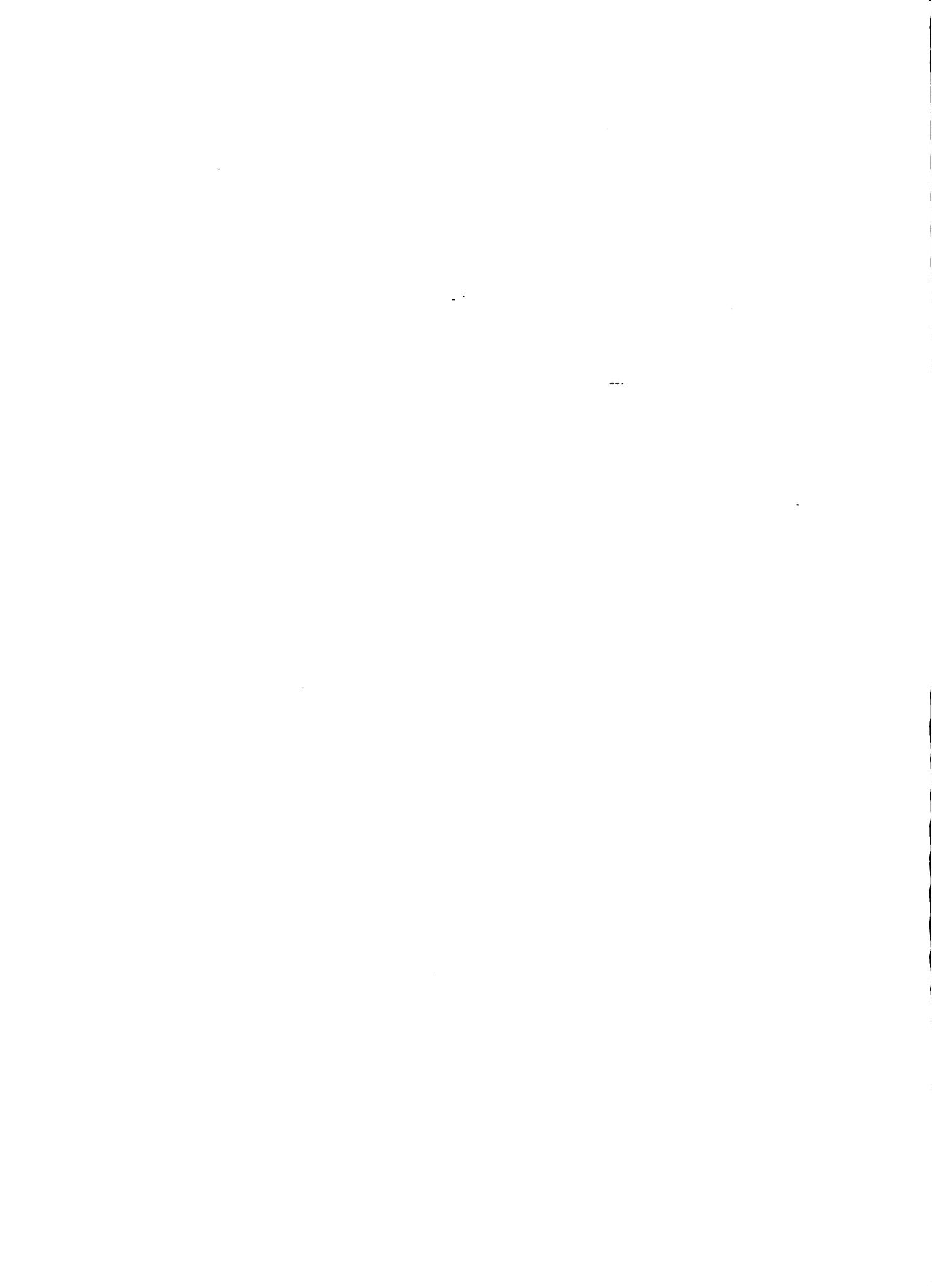
2.1 Hidrología

2.1.1 Finalidad y Alcances del Estudio

El diagnóstico de la Vertiente del Plata se ha dirigido hacia la determinación de un modelo hidrológico regional con el cual, luego de analizar y compatibilizar toda la información hidrop pluviométrica disponible a la fecha, se podrá lograr la determinación de patrones de comportamiento hidrológico que, a su vez, han de permitir la evaluación, a un nivel primario, de los recursos hídricos disponibles para cualquier proyecto de riego ubicado dentro de la Vertiente del Plata.

El modelo que ahora se presenta como una primera aproximación podrá ser mejorado con reajustes sucesivos si es que se organiza un sistema de producción de datos hidrológicos coherentemente estructurado manteniendo, supervisando y, sobre todo, ampliando la red de estaciones hidrop pluviométricas existente. De esta forma, en la medida en que se cumplan las recomendaciones propuestas para el mantenimiento y ampliación de la red hidrop pluviométrica, se podrá dar al modelo un mayor sustento técnico para, entonces, utilizarlo en la evaluación de futuros proyectos de desarrollo hidráulico con resultados que, si bien a nivel preliminar o de prefactibilidad, se lograrán en forma inmediata y a muy bajo costo.

Es importante recalcar el aspecto económico como una ventaja sustantiva del modelo regional sobre los estudios hidrológicos tradicionales con sus consecuentes etapas de recolección, depuración, análisis e interpretación de una gran cantidad de datos cada vez que se da inicio a un nuevo estudio. Manteniendo un modelo hidrológico regional permanentemente actualizado con un flujo constante de información de campo, se ahorraría el esfuerzo y el costo que significa el inicio de estudios aislados muchas veces repetitivos entre ellos, con la ventaja adicional de proporcionar al planificador una visión integral de las características y posibilidades de una amplia región del país.



2.1.2 La Cuenca Hidrográfica

La Vertiente del Plata, región considerada en el presente estudio, es tá conformada por dos cuencas hidrográficas principales: la del Pilcomayo y la de Bermejo.

El Río Pilcomayo, así como los otros ríos que forman el Río Pilaya, su principal afluente, tienen su origen en la Cordillera Oriental de Bolivia, en las divisorias de aguas de las cadenas que bordean el Sud-Este del Altiplano. Estas cadenas tienen alturas del orden de 5,000 m.s.n.m., con picos que exceden los 6,000 metros de altitud. Tanto el Río Pilcomayo como los ríos que forman el sistema del Río Pi l a y a descienden por la Vertiente Oriental de la Cordillera de Los Andes, localizada en el Sud-Este de Bolivia. Esta zona andina está for m a d a por montañas escarpadas, constituidas especialmente por formacio nes lutíticas y areniscas, a través de las cuales los ríos corren por los profundos valles y cañones que ellos mismos han labrado a través de los siglos.

La zona es de baja precipitación, concentrada durante los meses de ve r a n o y con casi total ausencia de lluvias durante el resto del año, por c u y a causa no existe una cobertura vegetal abundante que proteja los suelos contra la enorme erosión que se observa en casi toda la zo na. Esta es la principal causa de la gran cantidad de sedimentos que los ríos arrastran, lo cual tiene consecuencias importantísimas en la fluviomorfología del Río Pilcomayo, en general y si bien, en el presente informe este aspecto no ha sido analizado por falta de información específica y porque los alcances y fines del informe no lo requieren, debe ser objeto de especial consideración en la planificación de cualquier proyecto de desarrollo hidráulico del río.

El régimen de lluvias también hace que el río tenga altos caudales du r a n t e el verano y que éstos comiencen a disminuir rápidamente durante el otoño, hasta volverse muy bajos en la primavera.

El Río Pilaya desemboca en el Río Pilcomayo en un sitio situado a 100 Km. aguas arriba de Villamontes y a una altitud de 620 m.s.n.m. Esta confluencia ya se encuentra en una región de bastante mayor precipitata



ción y, en efecto, la parte más Oriental de la cuenca, que comprende el curso inferior del Río Pilaya y el curso inferior del Río Pilcomayo, dá origen a una porción apreciable del caudal total del Río Pilcomayo.

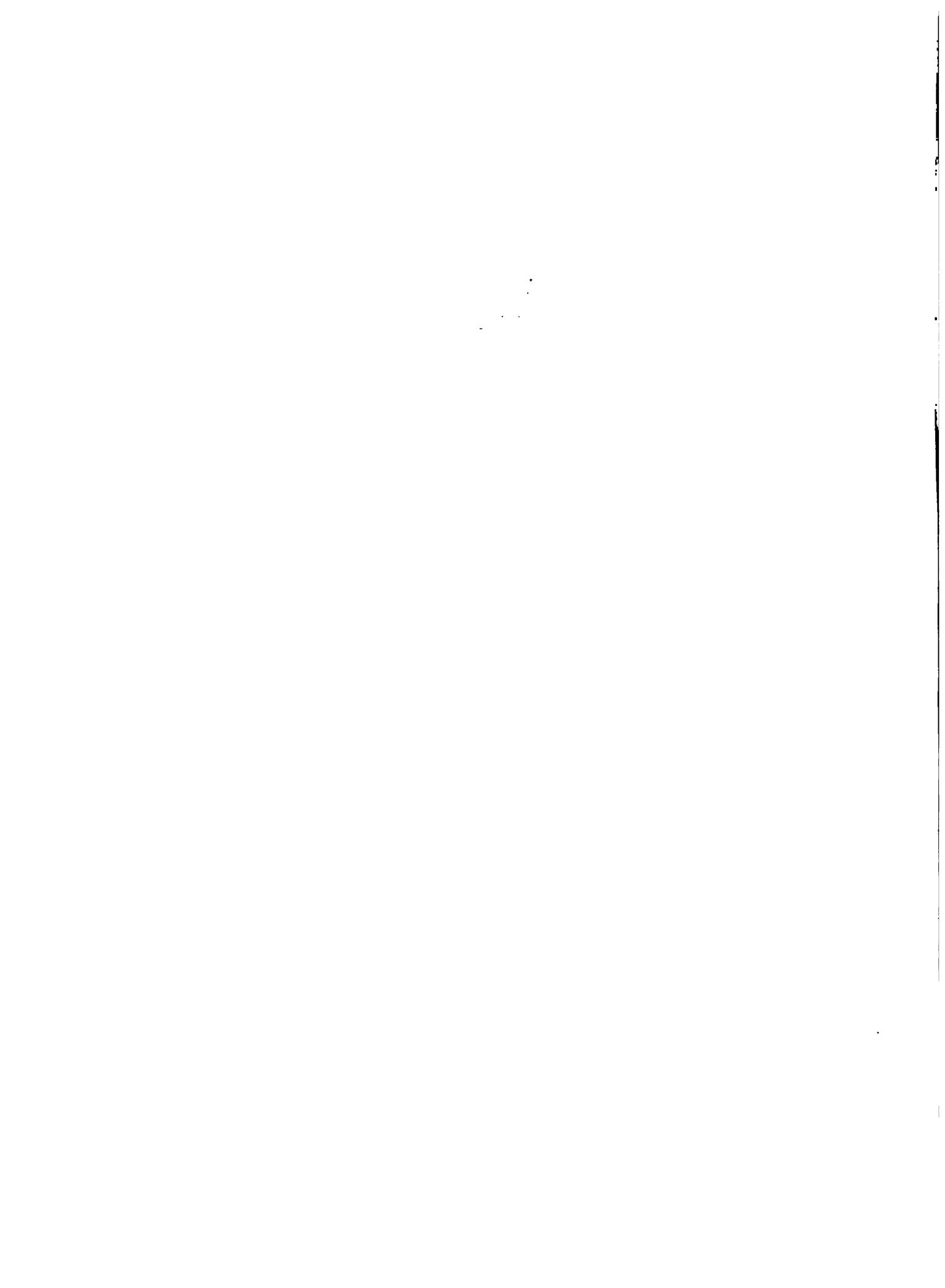
Al llegar a Villamontes, hasta donde la cuenca tiene una extensión de 82,100 Km², el Río Pilcomayo atraviesa las últimas estribaciones de la Cordillera de Los Andes y entra a la llanura chaqueña, terminando así el curso del denominado "Alto Pilcomayo" para comenzar el curso del "Pilcomayo Superior".

La alta cuenca del Río Bermejo ocupa en territorio boliviano una extensión de 12,200 Km², dividiéndose esta área en dos subcuencas principales: la de Bermejo y la del Grande de Tarija, con una distribución porcentual aproximada de 12% para la primera y 88% para la segunda.

Ambas áreas responden, en general, a un clima semicálido húmedo, sin cambio térmico invernal y estación seca bien definida.

2.1.3 Información Disponible

Toda la información hidrometeorológica de la Vertiente del Plata, disponible a la fecha en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, fue analizada y empleada en el estudio y es necesario mencionar acá que, debido a la insuficiente cantidad de información estadística disponible, no ha sido posible dar, a los resultados del estudio hidrológico, un carácter definitivo y, más bien, es conclusión de éste el recomendar la implementación de nuevas estaciones para dar a la red la consistencia necesaria a fin de poder contar, en el mediano plazo, con una cantidad de información suficiente como para lograr, ya sea una afirmación más sólida de los resultados logrados en el presente estudio o, en caso contrario, detectando sus fallas, efectuar los reajustes y modificaciones necesarias para corregir los errores que, debido a la limitación de la información disponible, se hubieran cometido.



En el Cuadro 2:1.1 se presenta una síntesis de la red de estaciones pluviométricas e hidrométricas empleadas en el estudio. En el caso de las estaciones pluviométricas la densidad de la red es de $0.26/1,000 \text{ Km}^2$ y en el caso de las estaciones hidrométricas ésta llega a sólo $0.13/1,000 \text{ Km}^2$.

Para las recomendaciones de lograr una red hidrometeorológica bien implementada se ha tomado en cuenta la red existente, complementándola con una mínima cantidad de nuevas estaciones de tal forma de lograr una red uniforme y adecuadamente distribuída en toda la región.

La red pluviométrica, actualmente de 25 estaciones, se recomienda sea ampliada a un total de 33 estaciones y la red hidrométrica, conformada actualmente por 12 estaciones, se recomienda su ampliación a un total de 19 estaciones de las cuales 7 serían nuevas y 2 necesarias de reinstalar. Las densidades logradas con esta implementación serían finalmente de $0.35/1,000 \text{ Km}^2$ para la red pluviométrica y de $0.20/1,000 \text{ Km}^2$ para la red hidrométrica. En los Cuadros 2.1.2 y 2.1.3 se presentan las relaciones completas de estaciones pluviométricas e hidrométricas empleadas en el estudio indicándose las coordenadas geográficas y los períodos de registro respectivos y en la Lámina N° 2.1.1 se ha ploteado la red hidropuviométrica recomendada para la Vertiente del Plata diferenciándose en ella las estaciones nuevas de las actuales.

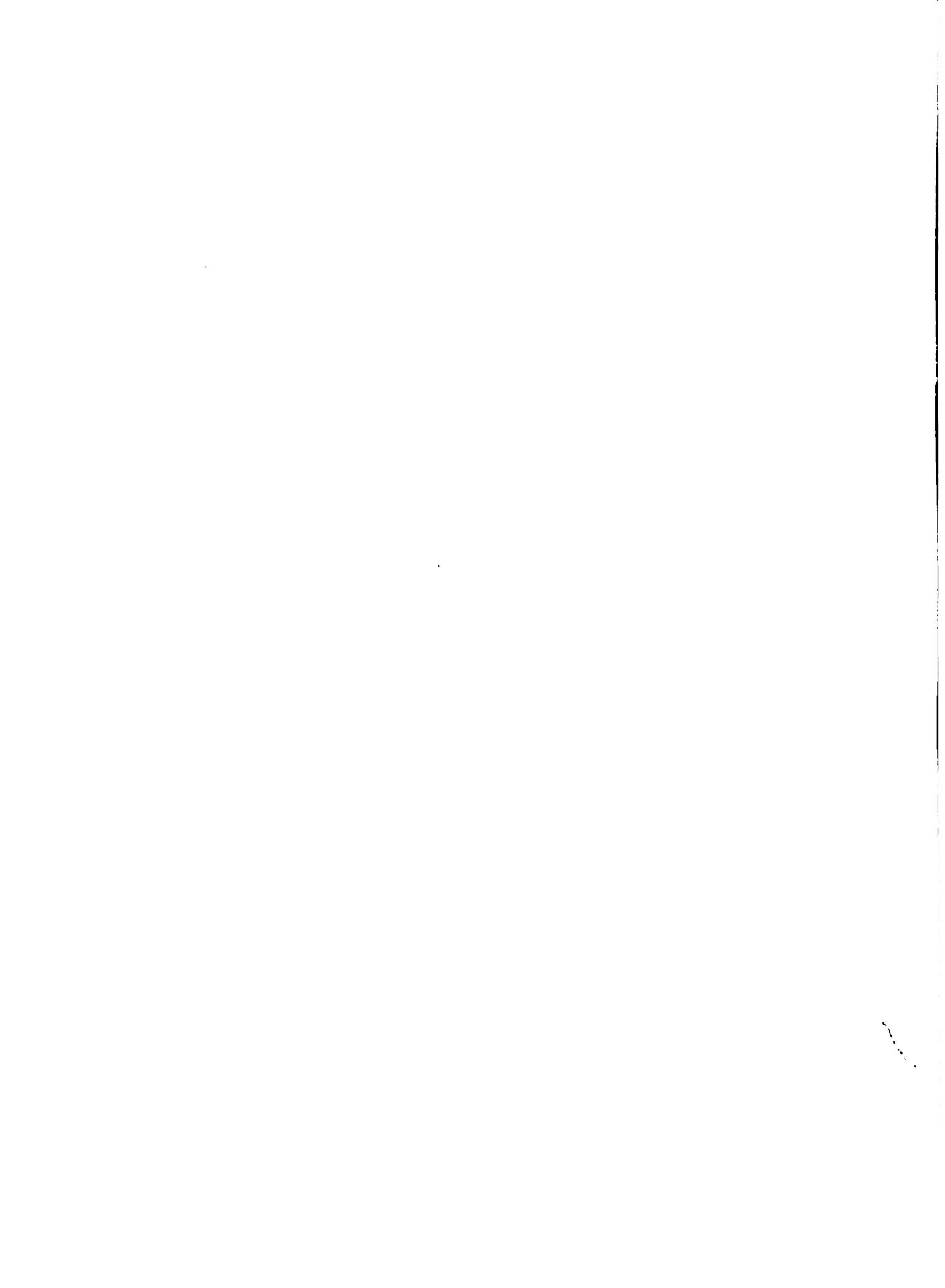
Además de la información hidropuviométrica se ha recopilado información meteorológica (temperatura media, media mínima y frecuencia de días con heladas) de 16 estaciones meteorológicas instaladas en la Vertiente del Plata. Esta información no ha sido empleada en el análisis hidrológico regional y su utilidad está referida a la determinación de calendarios, cédulas de cultivo y necesidades de evapotranspiración respectivas, información indispensable para la definición y evaluación de los perfiles de proyectos de riego reconocidos en la región.

CUADRO No 2.1.1RELACIÓN DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS EN LA
VERTIENTE DEL PLATA

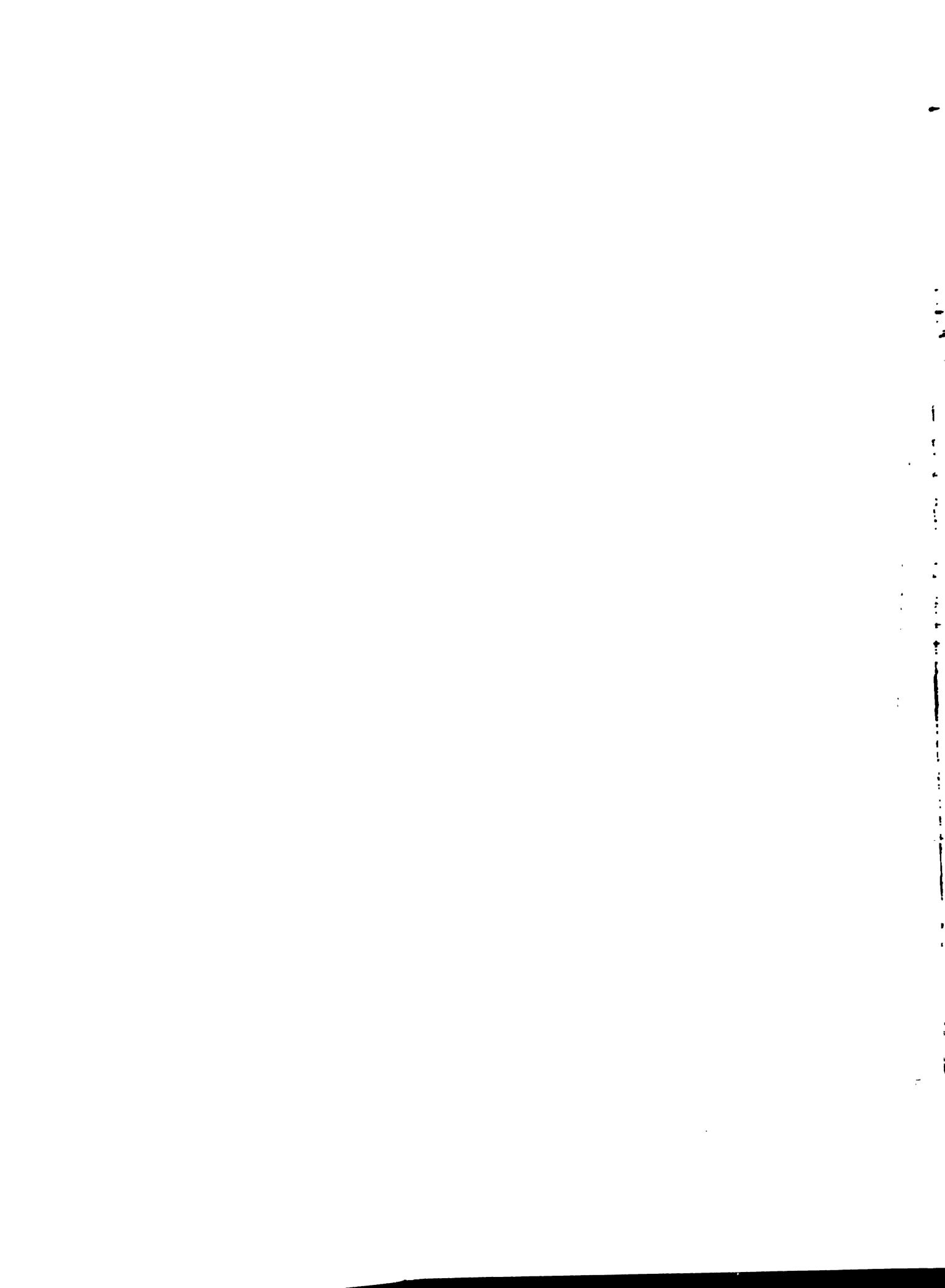
<u>Subcuenca</u>	<u>Estaciones Consideradas en el Estudio</u>			<u>Estaciones Nuevas</u>	<u>Red Final Propuesta</u>
	<u>En Operación</u>	<u>Abandonadas</u>	<u>Total</u>		
Pilcomayo	17	-	17	7	24
Bermejo	<u>8</u>	-	<u>8</u>	<u>1</u>	<u>9</u>
Total	25		25	8	33

RELACIÓN DE ESTACIONES HIDROMÉTRICAS EN LA
VERTIENTE DEL PLATA

<u>Subcuenca</u>	<u>Estaciones Consideradas en el Estudio</u>			<u>Estaciones Nuevas</u>	<u>Red Final Propuesta</u>
	<u>En Operación</u>	<u>Abandonadas</u>	<u>Total</u>		
Pilcomayo	5	2	7	5	12
Bermejo	<u>5</u>	-	<u>5</u>	<u>2</u>	<u>7</u>
Total	10	2	12	7	19

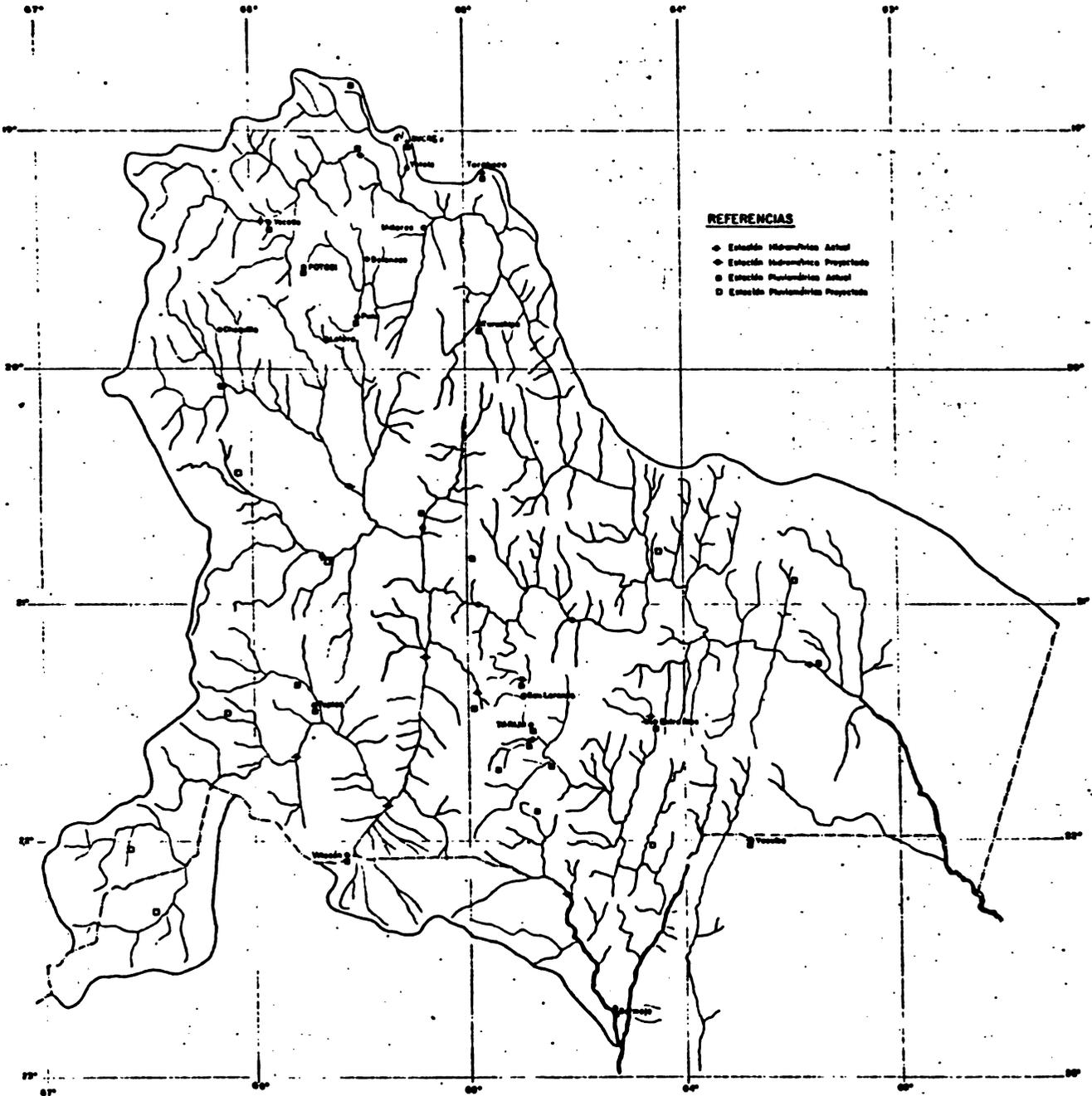






RED HIdropiuviométrica DE LA VERTIENTE DEL PLATA

ESC. 1:1000.000



REFERENCIAS

- Estación Hidropluviométrica Actual
- Estación Pluviométrica Proyectada
- ▲ Estación Hidropluviométrica Proyectada
- ◆ Estación Pluviométrica Actual



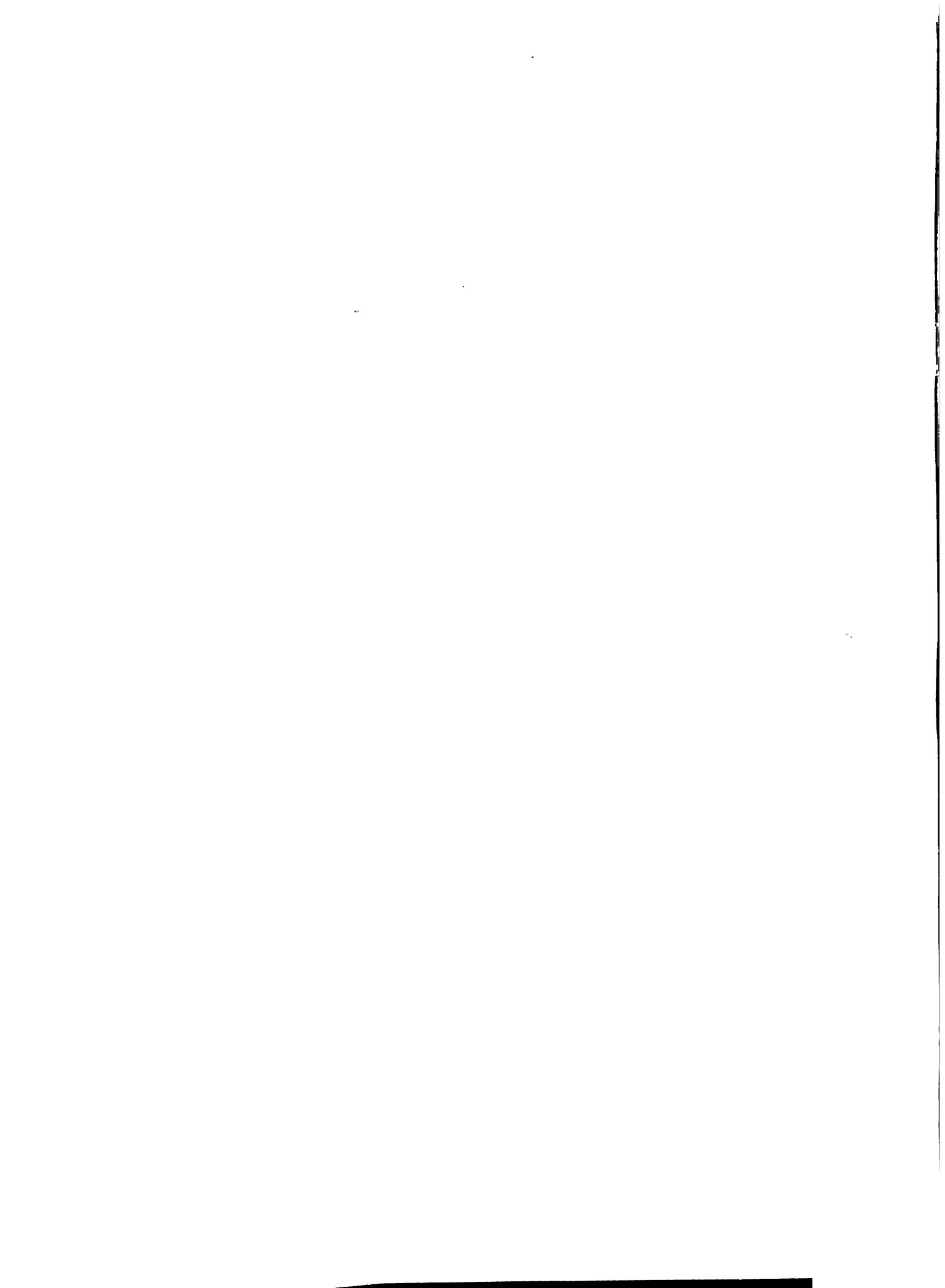
2.1.4 Análisis de la Información Disponible

a) Generalidades.

El análisis hidrológico que forma parte del diagnóstico de situación de la Vertiente del Plata, es presentado como una evaluación de los recursos hídricos de superficie disponibles para el desarrollo de la actividad agrícola en la región y, tal como se menciona en párrafo anterior, su objetivo ha sido la elaboración de un modelo hidrológico regional que contenga la suficiente versatilidad como para determinar las características del comportamiento hidrológico en cualquier punto ubicado dentro de la región de estudio en función a ciertos parámetros regionales que, en este caso, resultan ser las coordenadas del punto dentro de un sistema de referencia precisado en forma empírica y la superficie de cuenca que drena hasta el.

Debido a que la información hidrométrica disponible no era lo suficientemente consistente, 12 estaciones con un período de registros promedio de 3 años y pocas posibilidades de efectuar correlaciones entre ellas, el análisis regional se sustenta en la información pluviométrica disponible, 25 estaciones con un período de registros promedio de 19 años, y con él se logra precisar tanto la magnitud como la variabilidad de la precipitación total anual a esperarse en un lugar ubicado dentro de la región estudiada en base a sus coordenadas espaciales y a la ecuación de regresión múltiple determinada. El escurrimiento superficial se puede obtener luego en base a la precipitación calculada con el modelo regional, al área de cuenca que drena hasta el lugar considerado y a una ecuación de regresión que relaciona el escurrimiento anual (E) con la precipitación media anual (P) representativa para la cuenca hidrográfica considerada.

Los valores anuales de precipitación y de escurrimiento superficial pueden luego ser descompuestos en 12 valores medios mensuales empleándose para cada caso un modelo de descomposición diferente en los que los grados de dispersión o de irregularidad de los valores componentes del ciclo anual se obtienen en función, ya sea, de la precipitación total anual si se trata de la distribución de la precipitación,



o del escurrimiento total anual, si se trata de la distribución de la escorrentía. Finalmente, con los elementos del modelo regional de precipitación, con la función de regresión precipitación-escorrentía anual y con los modelos de descomposición mensual se podrá determinar las precipitaciones y descargas medias mensuales componentes de un ciclo anual en cualquier lugar de interés y esto para el nivel o condición de humedad que se desee ya sea correspondiente a un año muy húmedo, húmedo, normal, seco o muy seco.

b) Análisis de la Información Pluviométrica.

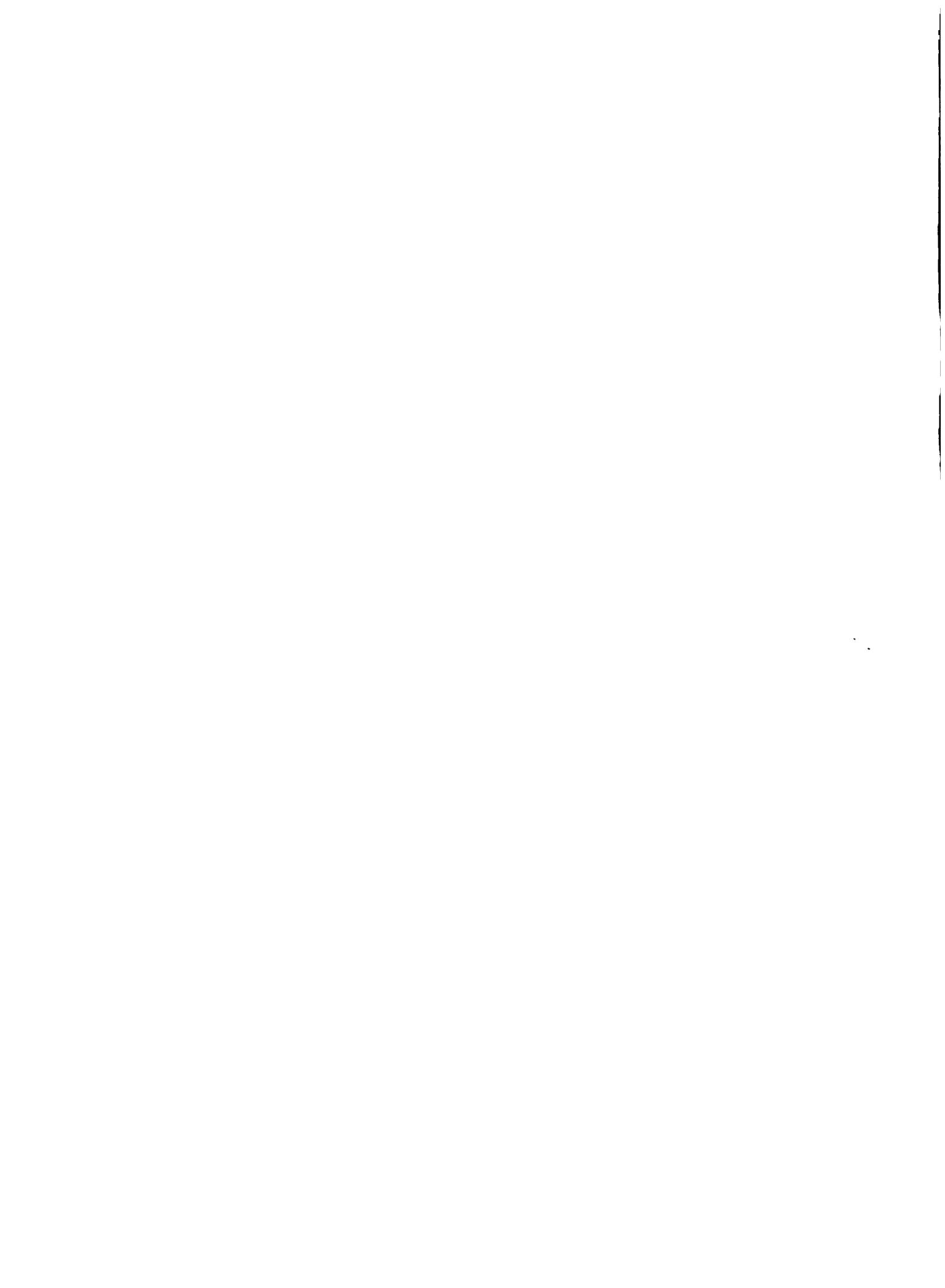
b.1) Análisis Estadístico a Nivel Anual

La información pluviométrica base del estudio regional está compuesta por los registros de precipitación total anual correspondientes a 25 estaciones de la Vertiente del Plata y esta información se presenta en el Cuadro 2.1.4.

El análisis estadístico realizado con dicha información ha consistido, en primer lugar, en la selección de una distribución teórica de probabilidades compatible con las distribuciones de las muestras analizadas y luego, en segundo lugar, seleccionando un amplio período de registros como base del estudio, en la determinación de los parámetros estadísticos representativos del período base y que definen la distribución de probabilidades aplicable a cada muestra.

Para la selección de la distribución de probabilidades más adecuada se analizó la información de las cinco estaciones que contaban con más amplio período de registros; Sucre, Potosí, Oploca, Yacuiba y Tarija, comprobándose el buen ajuste de la distribución logarítmica normal en cada una de las muestras analizadas (ver Gráficos N° 2.1.1 y 2.1.2).

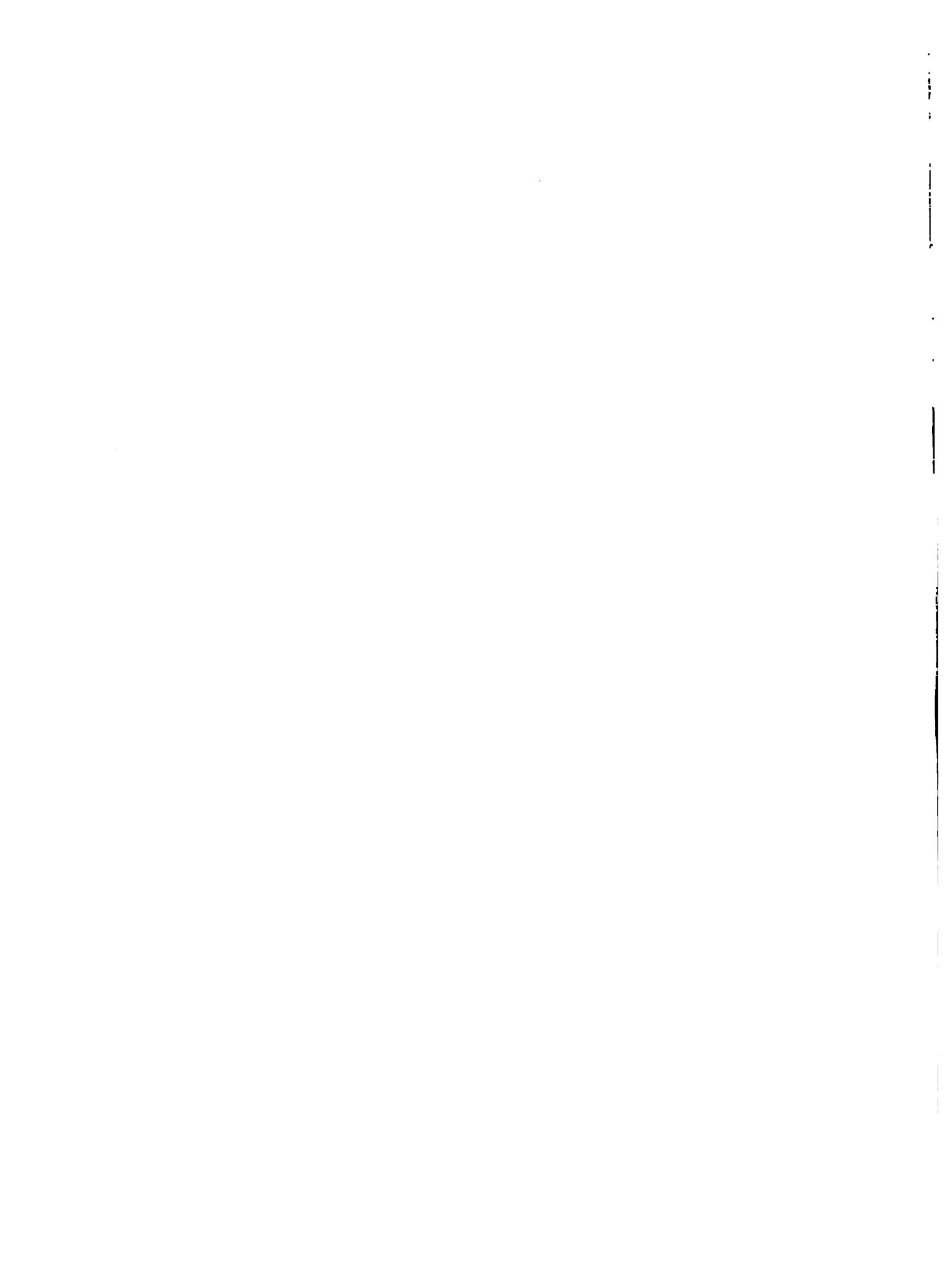
Teniendo definida la distribución teórica de probabilidades, el siguiente paso ha consistido en la determinación de los parámetros estadísticos, media (M) y desviación standard (S), representativos del período común tomado como base, para cada una de las estaciones.



CUADRO No 2.1.1.4

PRECIPITACIÓN TOTAL ANUAL REGISTRADA EN MILÍMETROS

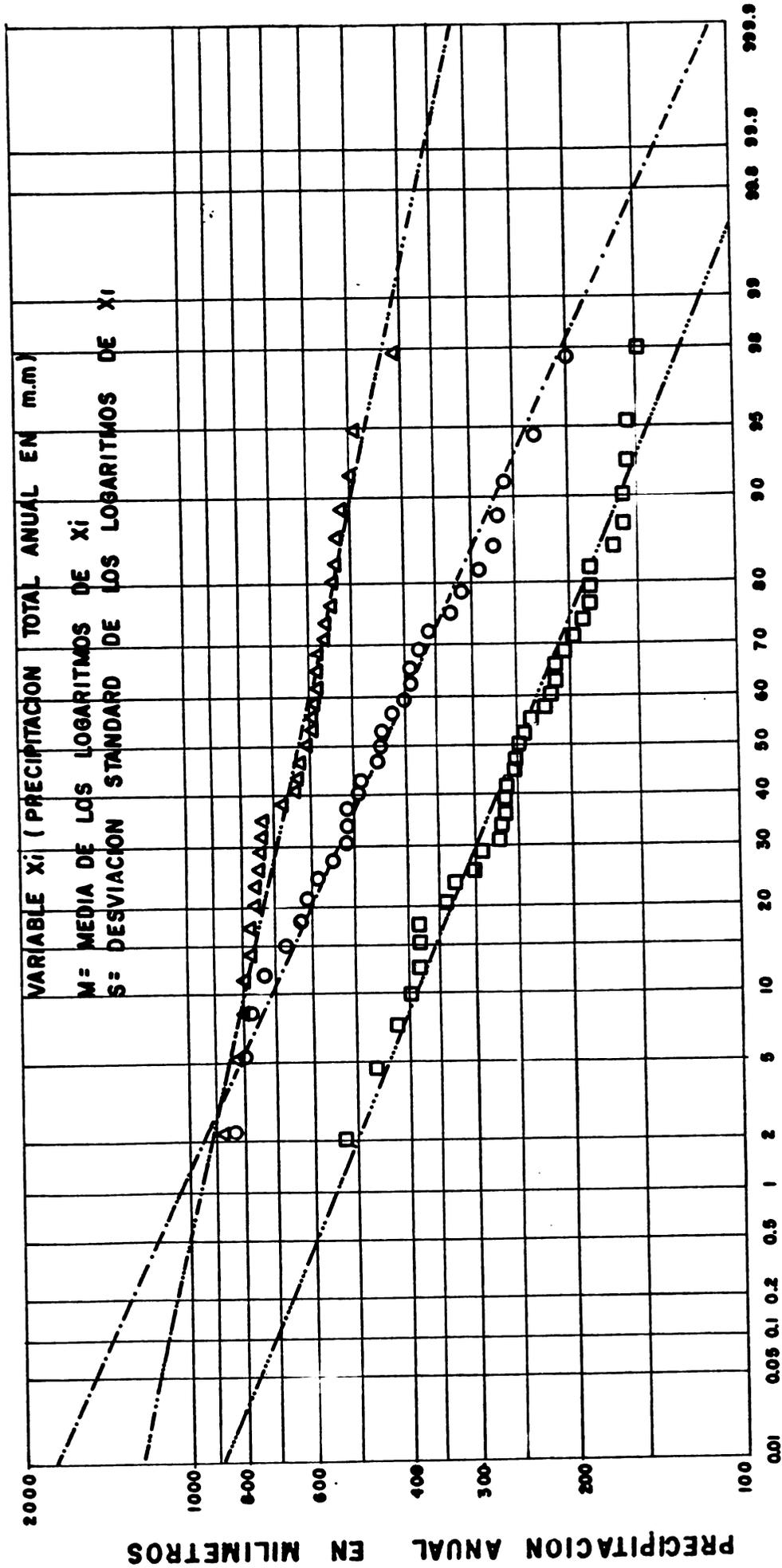
Año	Bavelo	Sucree	Talulala	Tarabuco	Yocaila	Potosí	Puma	Iruuchipia	Yura	Camargo	Culpajina	Oploca	Iupiza	Villazón	Canasmore	Tarija	San Jacinto	Pinos	Angostura	Pedcoya	Entre Ríos	Villamontes	Yaculba	Bermúdez	Iscayachi
1942	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222	-	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-	-	-	-	-	383	-	189	-	162	-	-	-	-	-	-	-	859	-	-	-
1944	-	-	-	-	527	-	-	-	-	344	-	400	-	331	-	962	-	-	-	607	-	743	-	-	-
1945	-	581	-	-	391	423	-	-	-	285	-	328	-	328	-	705	-	-	-	413	-	658	-	-	-
1946	-	550	-	-	278	358	-	-	-	270	-	264	-	321	429	705	-	-	-	548	-	727	-	-	-
1947	-	767	-	-	568	-	-	-	411	397	-	270	-	456	603	663	-	-	-	474	-	719	-	-	-
1948	-	752	-	-	514	-	-	-	310	456	-	386	-	-	-	600	-	-	-	587	-	737	-	-	-
1949	-	583	-	-	362	662	-	-	350	277	-	467	-	-	-	447	-	-	-	503	-	892	-	-	-
1950	-	408	-	-	345	512	-	-	431	368	-	251	-	-	-	421	-	-	-	-	-	1,158	-	-	-
1951	-	526	-	-	794	-	-	-	-	246	-	241	-	-	-	410	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	586	-	-	477	449	-	-	209	439	-	204	-	261	-	524	-	-	-	-	-	919	-	-	-
1953	-	621	-	-	526	726	-	-	613	408	-	218	-	391	-	918	-	-	-	-	-	568	-	-	-
1954	-	734	-	-	450	581	-	-	419	344	-	165	-	333	-	497	-	-	-	-	-	991	-	-	-
1955	-	598	-	634	349	516	-	-	263	191	-	159	-	168	-	671	-	-	-	-	-	709	-	-	-
1956	-	622	-	434	296	492	-	-	152	145	-	239	-	301	-	558	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	-	538	-	636	440	485	-	-	163	359	-	196	-	232	-	623	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	744	-	633	401	391	-	-	103	538	-	153	-	318	-	599	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	-	799	-	-	457	442	-	-	90	-	-	312	-	371	-	705	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	577	-	-	666	477	-	-	187	-	-	185	-	182	-	711	-	-	-	-	-	500	-	-	-
1961	-	574	-	-	402	395	-	-	69	-	-	186	-	207	-	533	-	-	-	-	-	434	-	-	-
1962	-	724	-	-	821	512	-	-	88	-	-	184	-	207	-	678	-	-	-	-	-	680	-	-	-
1963	-	492	-	761	376	418	-	-	88	-	-	155	-	466	-	505	-	-	-	-	-	852	-	-	-
1964	-	663	-	611	268	453	-	-	552	-	-	251	-	232	-	506	-	-	-	-	-	908	-	-	-
1965	-	838	-	459	424	566	-	-	52	-	-	297	-	316	-	672	-	-	-	-	-	883	-	-	-
1966	-	369	-	472	448	432	-	-	530	-	-	294	-	240	-	646	-	-	-	-	-	865	-	-	-
1967	-	535	-	495	448	432	-	-	582	-	-	456	-	453	-	599	-	-	-	-	-	540	-	-	-
1968	-	740	-	802	273	643	-	-	516	-	-	516	-	481	-	616	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969	-	490	-	457	200	230	-	-	335	-	-	159	-	481	-	697	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970	-	512	-	562	260	386	-	-	605	-	-	268	-	1,051	-	470	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	522	-	562	618	413	-	-	551	-	-	340	-	191	-	692	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972	-	554	-	565	627	409	-	-	559	-	-	304	-	125	-	627	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973	-	950	-	565	465	290	-	-	443	-	-	231	-	406	-	550	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1974	-	728	-	608	445	529	-	-	533	-	-	313	-	486	-	627	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975	-	819	-	558	530	548	-	-	519	-	-	273	-	500	-	674	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1976	-	563	-	605	315	312	-	-	402	-	-	384	-	482	-	616	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1977	-	766	-	630	440	514	-	-	544	-	-	215	-	524	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1978	-	1,106	-	796	489	327	-	-	632	-	-	424	-	436	-	567	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1979	-	-	-	-	-	-	-	-	164	-	-	525	-	-	-	697	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	812	635	598	620	432	468	457	494	268	354	316	264	384	331	496	622	496	1,033	328	568	872	727	957	953	388

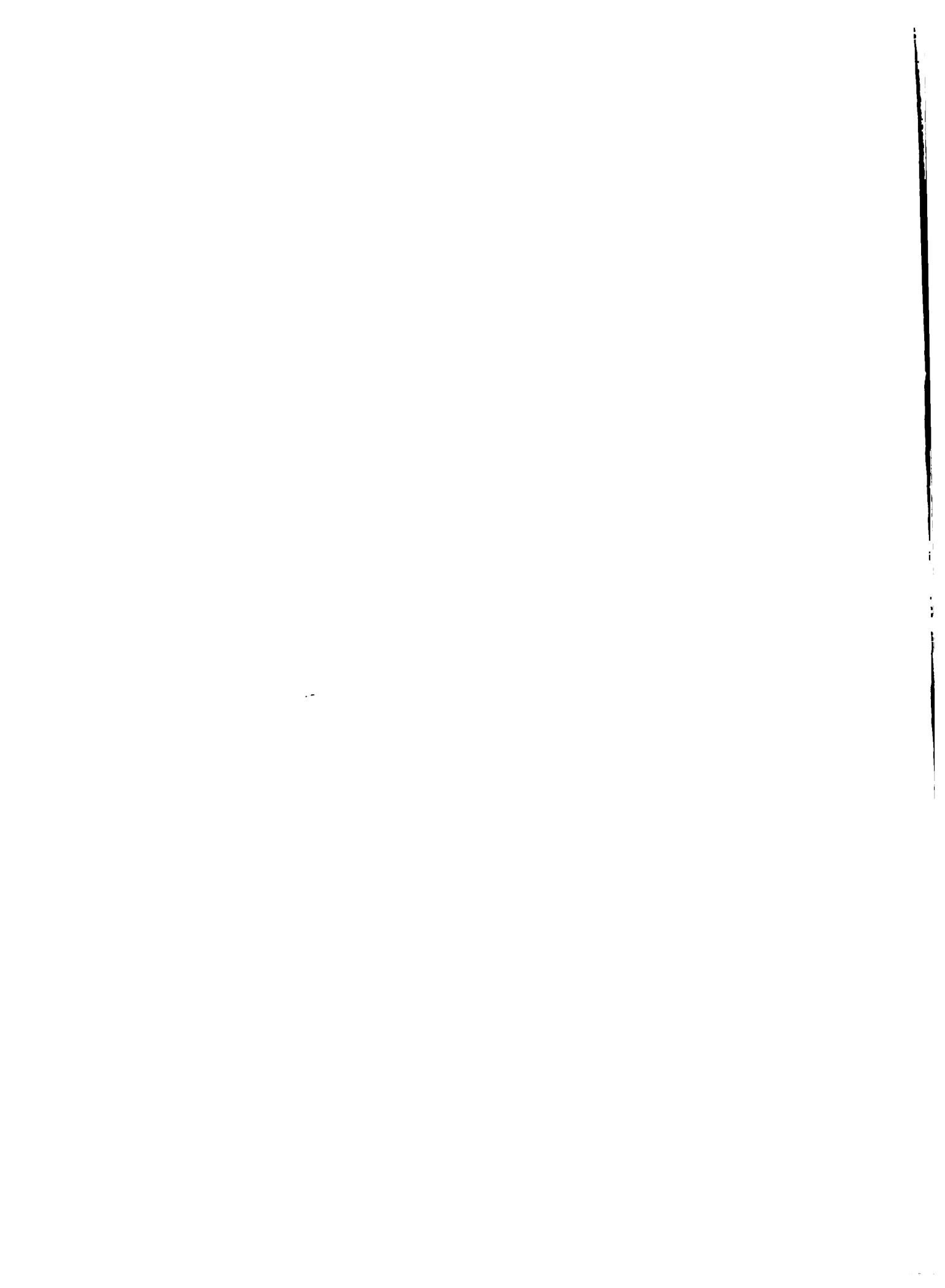


FRECUENCIA DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL

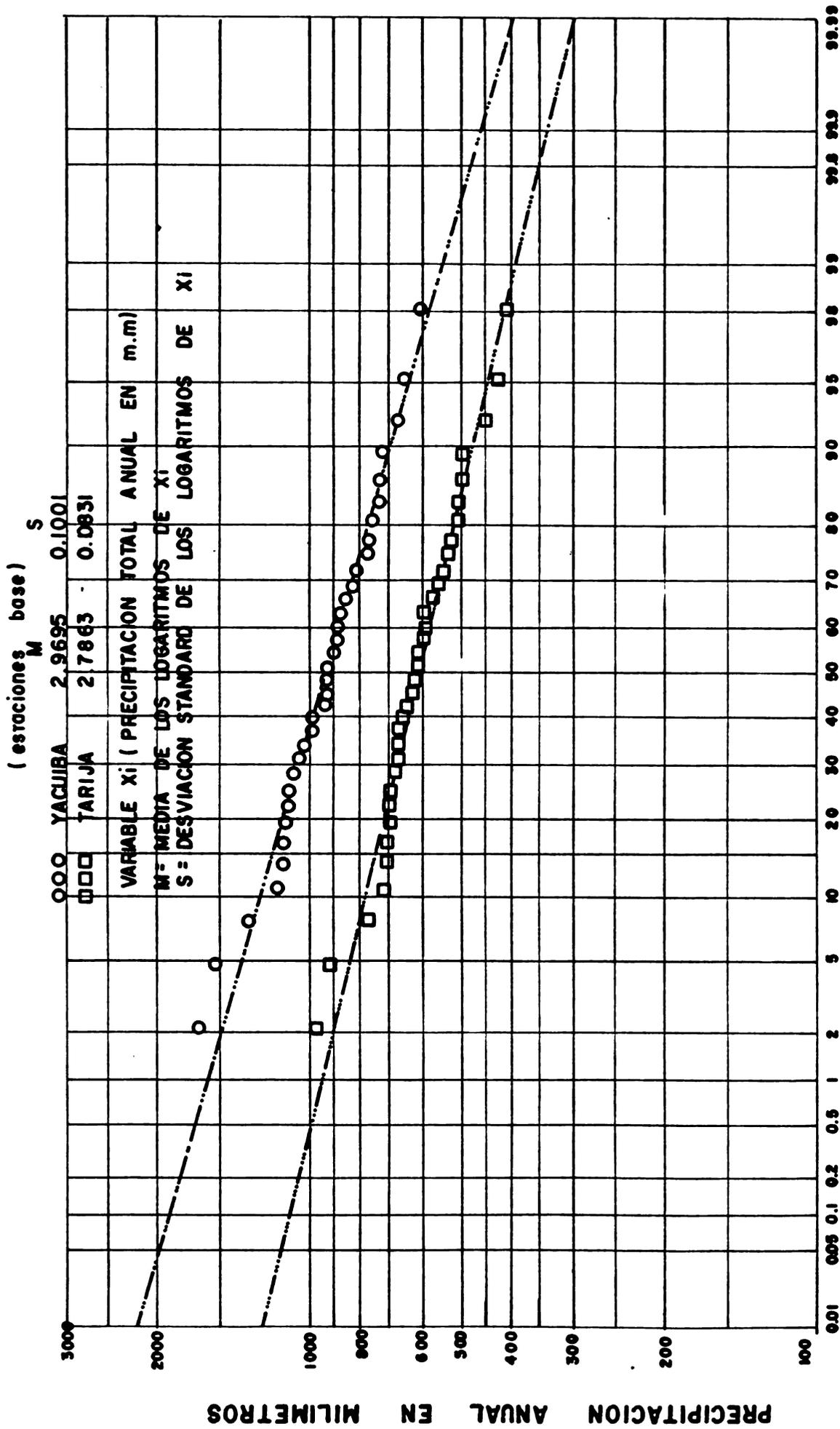
(estaciones base)

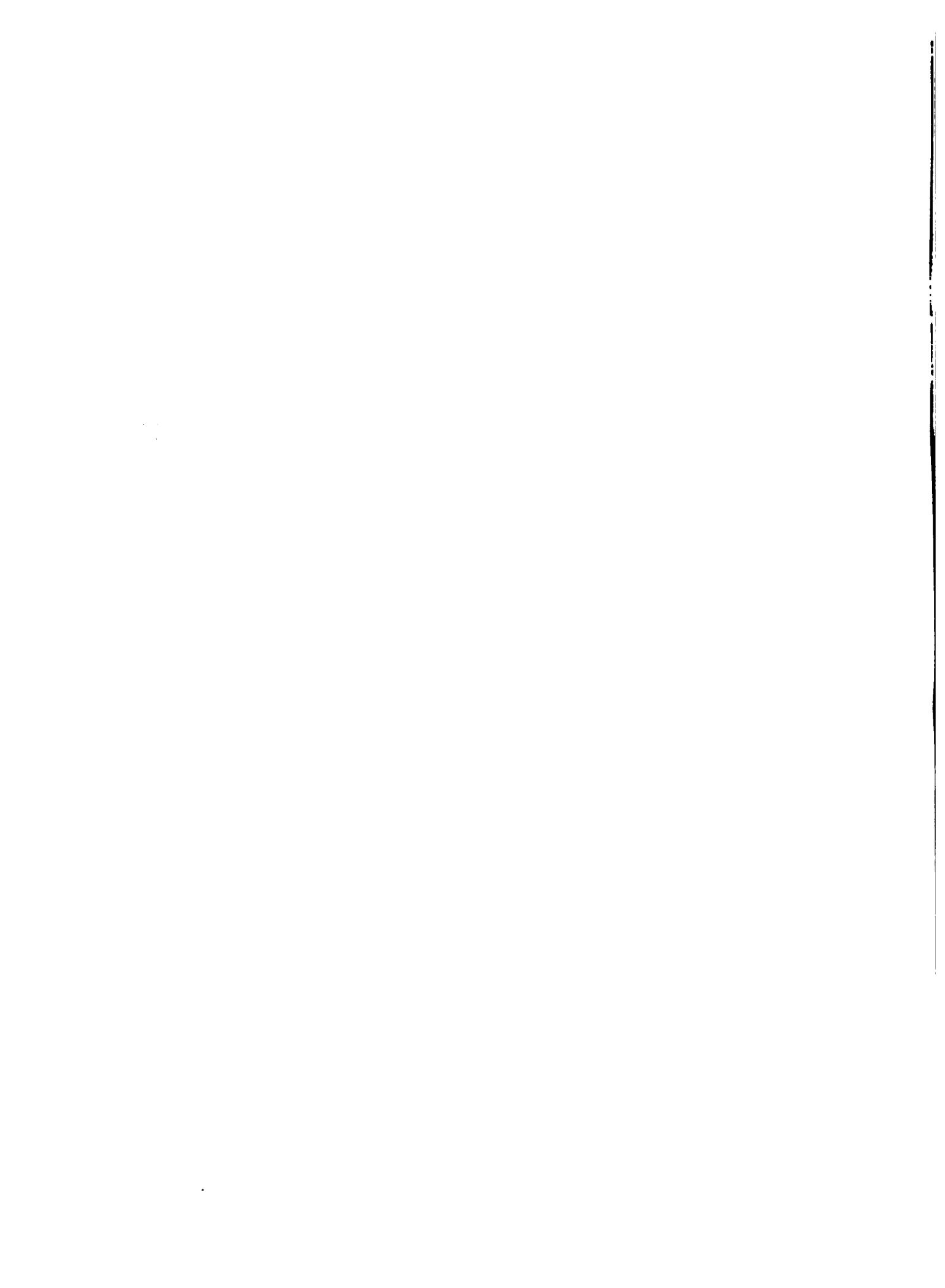
△△△	SUCRE	2.7960	0.0793
○○○	POTOSI	2.6417	0.1628
□□□	OPLOCA	2.3965	





FRECUENCIA DE PRECIPITACION TOTAL ANUAL





Las ecuaciones de regresión empleadas con este propósito han sido las siguientes:

$$M_1^1 = M_1 + (M_2^1 - M_2) R S_1/S_2$$

$$S_1^1 = S_1 + (S_2^1 - S_2) R^2 S_1/S_2$$

En donde:

(M_1^1, S_1^1) son los parámetros correspondientes al período base de la estación con corto período de registros.

(M_2^1, S_2^1) son los parámetros correspondientes al período base de la estación tomada como referencia.

(M_1, S_1, M_2, S_2) son los parámetros correspondientes al período común de registros de ambas estaciones.

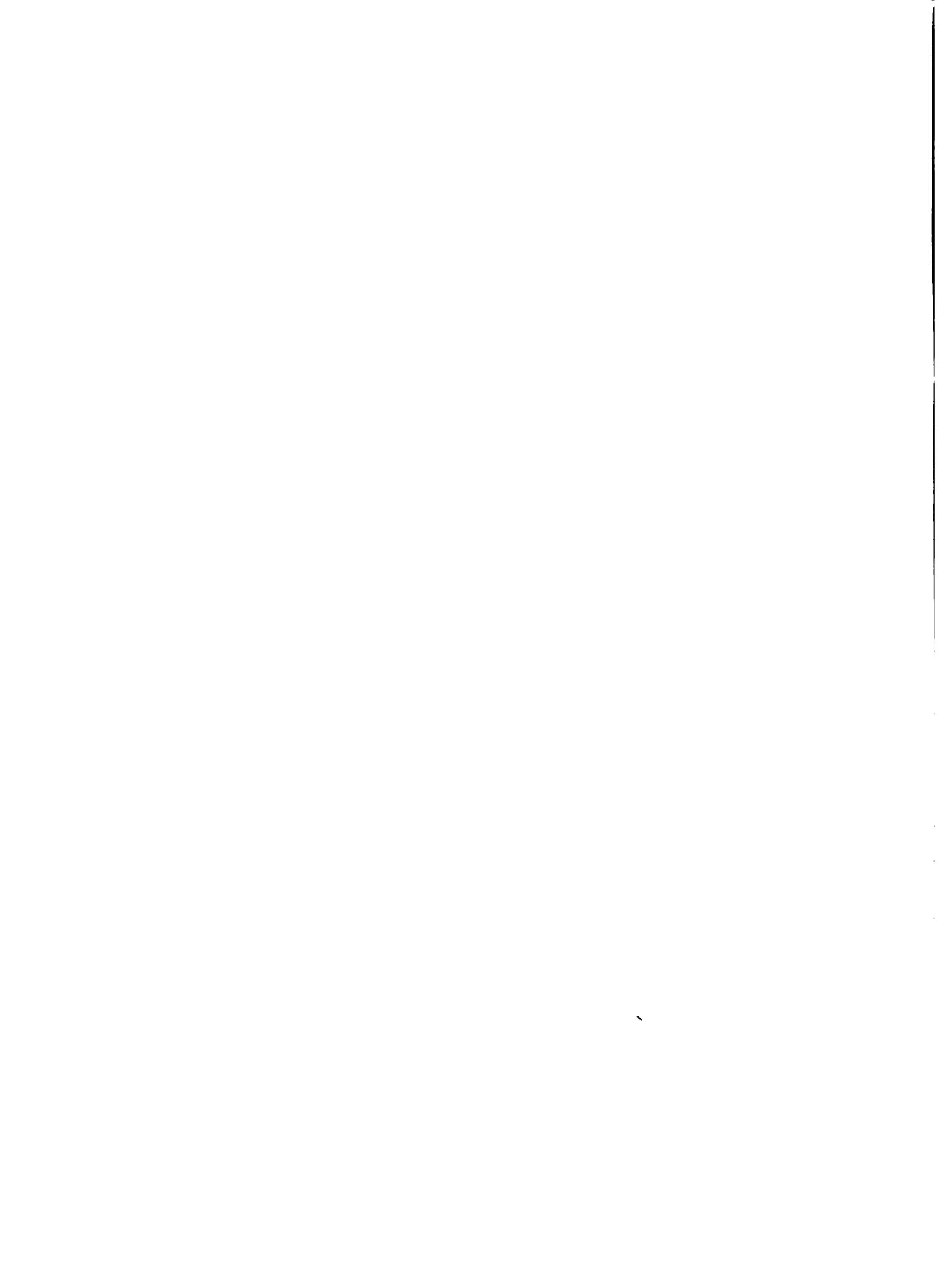
R es el coeficiente de correlación entre ambas estaciones.

En el Cuadro 2.1.5 se presenta, en forma detallada, el procedimiento de cálculo seguido para la determinación de los parámetros estadísticos correspondientes al período base de 37 años (1942-1978) observándose que, en algunos casos, los coeficientes de correlación logrados han sido poco significativos.

En estos casos, ya que las ecuaciones de regresión tienen muy poca o ninguna influencia, los parámetros de las muestras originales deben mantenerse ante la imposibilidad de mejorarlos.

b.2) Análisis Regional a Nivel Anual

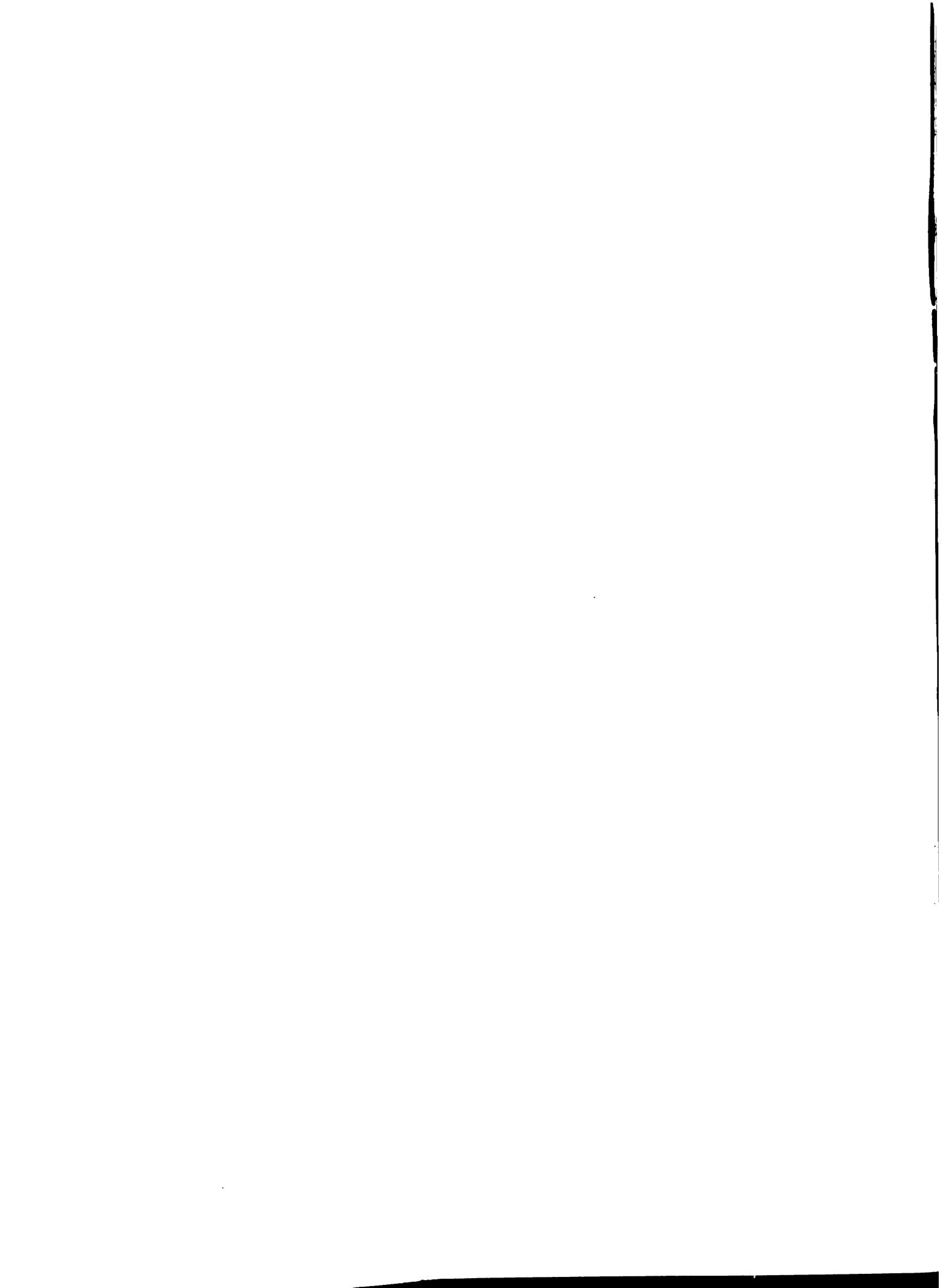
Habiéndose comprobado una buena adecuación de la distribución logarítmica normal a la variable "precipitación anual" según las muestras analizadas, surge el problema de la determinación de los parámetros de media (M) y desviación standard (S) que definen la forma de distribución de la variable.



CUADRO No 2.1.5

DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS ESTADÍSTICOS CORRESPONDIENTES
AL PERÍODO BASE

N°	Estación	M_1	S_1	M_2	S_2	M_2^1	S_2^1	R	M_1^1	S_1^1
ESTACION BASE: SUCRE										
1	Ravelo	2.8813	0.1652	2.8015	0.0876	2.7960	0.0793	0.6510	2.8745	0.1586
4	Tarabuco	2.7872	0.1027	2.8110	0.0836	2.7960	0.0793	0.3605	2.7806	0.1020
3	Talula	2.7668	0.0953	2.7879	0.0770	2.7960	0.0793	0.5605	2.7724	0.0962
5	Yocalla	2.6221	0.0882	2.8128	0.0844	2.7960	0.0793	0.5496	2.6125	0.0866
7	Puna	2.6488	0.1049	2.8001	0.0819	2.7960	0.0793	0.5470	2.6459	0.1039
11	Culpina	2.4947	0.0781	2.8398	0.0955	2.7960	0.0793	0.5578	2.4747	0.0740
20	Padcaya	2.7439	0.0867	2.8418	0.0768	2.7960	0.0793	0.7769	2.7037	0.0884
ESTACION BASE: POTOSI										
22	Villamontes	2.8384	0.1580	2.6719	0.1397	2.6517	0.1628	0.2281	2.8306	0.1594
ESTACION BASE: OPLOCA										
8	Turupicha	2.6845	0.0971	2.4099	0.1576	2.3965	0.1470	0.7261	2.6785	0.0937
9	Yura	2.3559	0.2909	2.3561	0.1628	2.3965	0.1470	0.5080	2.3926	0.2836
17	San Jacinto	2.6887	0.0807	2.4437	0.1497	2.3965	0.1470	0.5046	2.6759	0.0803
18	Pinos	3.0122	0.0436	2.4619	0.1236	2.3965	0.1470	0.4181	3.0026	0.0450
21	Entre Ríos	2.8844	0.2213	2.4674	0.1495	2.3965	0.1470	0.4868	2.8333	0.2204
25	Iscayachi	2.5810	0.0923	2.5605	0.2031	2.3965	0.1470	0.9960	2.5068	0.0670
ESTACION BASE: TARIJA										
13	Tupiza	2.5659	0.1257	2.7856	0.0557	2.7863	0.0831	0.3945	2.5665	0.1353
15	Canasmoro	2.6874	0.0891	2.8028	0.0581	2.7863	0.0831	0.4982	2.6748	0.0986
19	Angostura	2.5125	0.0613	2.7653	0.0728	2.7863	0.0831	0.9437	2.5292	0.0690
ESTACION BASE: YACUIBA										
24	Bermejo	2.9763	0.0739	2.9461	0.0916	2.9695	0.1001	0.2674	2.9813	0.0744
ESTACION BASE: SUCRE + OPLOCA										
10	Camargo	2.5279	0.1450	2.6566	0.0914	2.6443	0.0793	0.3922	2.5202	0.1420
ESTACION BASE: BERMEJO										
14	Villazón	2.5742	0.3324	3.0093	0.0408	2.9813	0.0744	0.3403	2.4966	0.3641



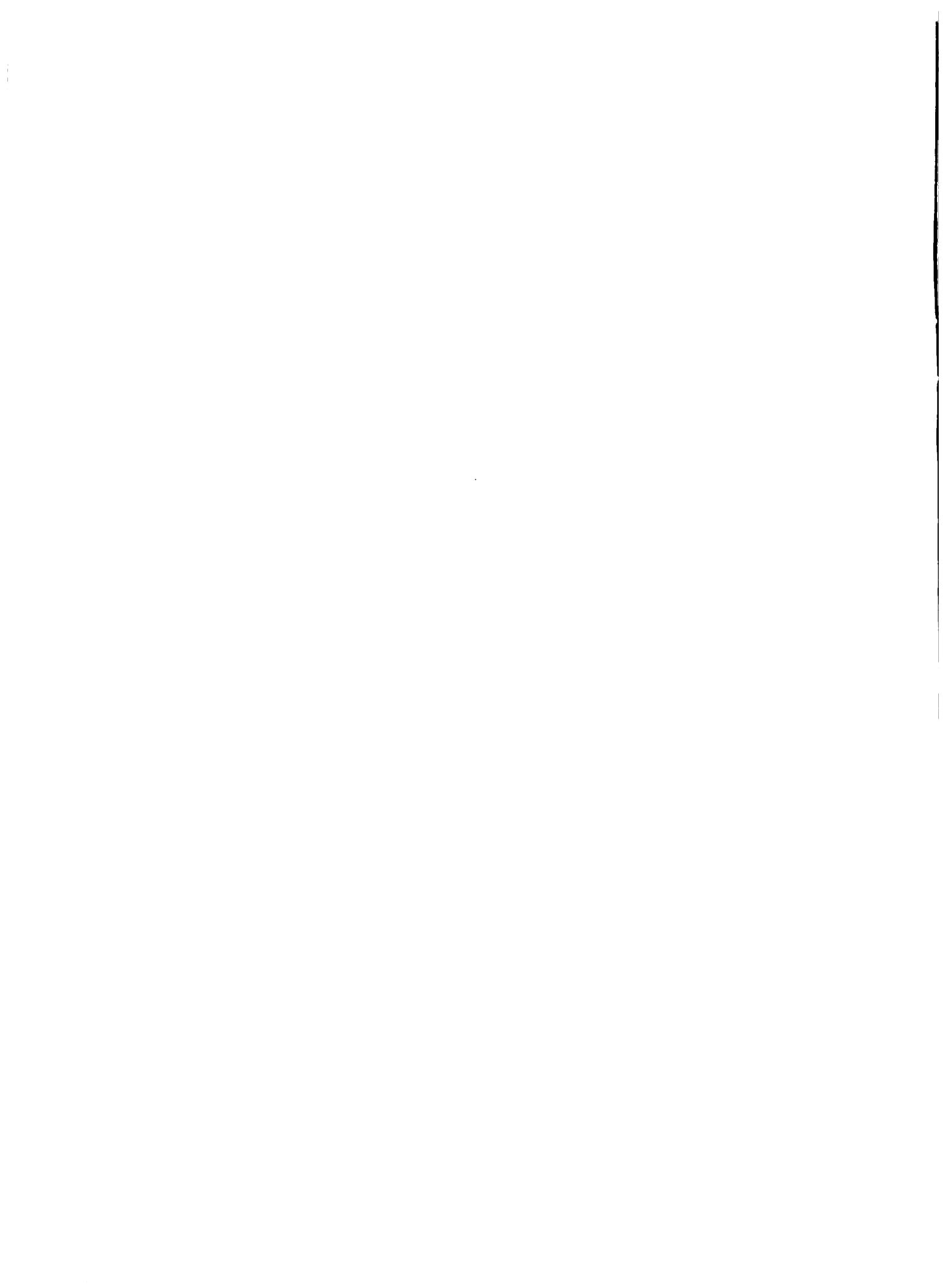
Con el análisis regional planteado se enfoca este problema intentando establecer una correlación para determinar los parámetros estadísticos (M y S) en función de variables regionales adecuadas y que, en este caso, resultaron ser las coordenadas espaciales del lugar referidas a un sistema polar que se define a continuación.

Partiendo de un centro polar de coordenadas geográficas de latitud Sur $20^{\circ}43'$ y longitud Oeste $65^{\circ}34'$ se ha trazado un arco de círculo, de radio 862 Km., que sigue una trayectoria coincidente con la línea divisoria Occidental de la Vertiente del Plata. Ubicando el origen del sistema en las coordenadas geográficas de latitud Sur $18^{\circ}54'$ y longitud Oeste $66^{\circ}37'$, la distancia a lo largo del arco entre el punto de origen y el punto en que un radio de círculo que pasando por el lugar de interés intersecta al arco, define la coordenada X del sistema. La coordenada Y queda definida por la longitud de la perpendicular trazada desde el lugar de interés al arco de círculo. En la Lámina 2.1.2 se presenta, para mayor claridad, el sistema de coordenadas adoptado.

En el Cuadro 2.1.6 se presenta la relación de estaciones pluviométricas incluidas en el estudio, los valores de los parámetros estadísticos de media (M) y desviación standard (S) de sus respectivos registros de precipitación y sus coordenadas X, Y correspondientes.

La regresión entre el parámetro M (media de los logaritmos de precipitación anual) y las coordenadas descritas (X, Y) se efectuó en dos fases determinándose, en la primera de ellas, la relación entre M y la coordenada (X) con dos funciones envolventes, la función (A) para las estaciones N° 1 al N° 20, más la estación N° 25, y la función (B) para las estaciones N° 21, 22, 23 y 24.

Las diferencias entre los valores muestrales de M y los obtenidos de la función envolvente (A M) fueron luego, en la segunda fase, correlacionadas con la coordenada (Y) determinándose 5 re



gresiones lineales válidas cada una de ellas para diferentes grupos de estaciones.

En el Gráfico 2.1.3 se presentan los resultados de la regresión regional y en la Lámina 2.1.2 la zonificación de la Vertiente del Plata resultante del análisis regional.

En la zona A se incluyen las estaciones de Ravelo (1), Sucre (2), Talula (3), Tarabuco (4), Yocalla (5), Potosí (6), Puna (7), Turuchipa (8), Yura (9), Camargo (10) y Culpina (11).

En la zona B se incluyen las estaciones de Oploca (12), Tupiza (13) y Villazón (14).

En la zona C las estaciones de Canasmoro (15), Tarija (16), San Jacinto (17), Pinos (18), Angostura (19) y Padcaya (20).

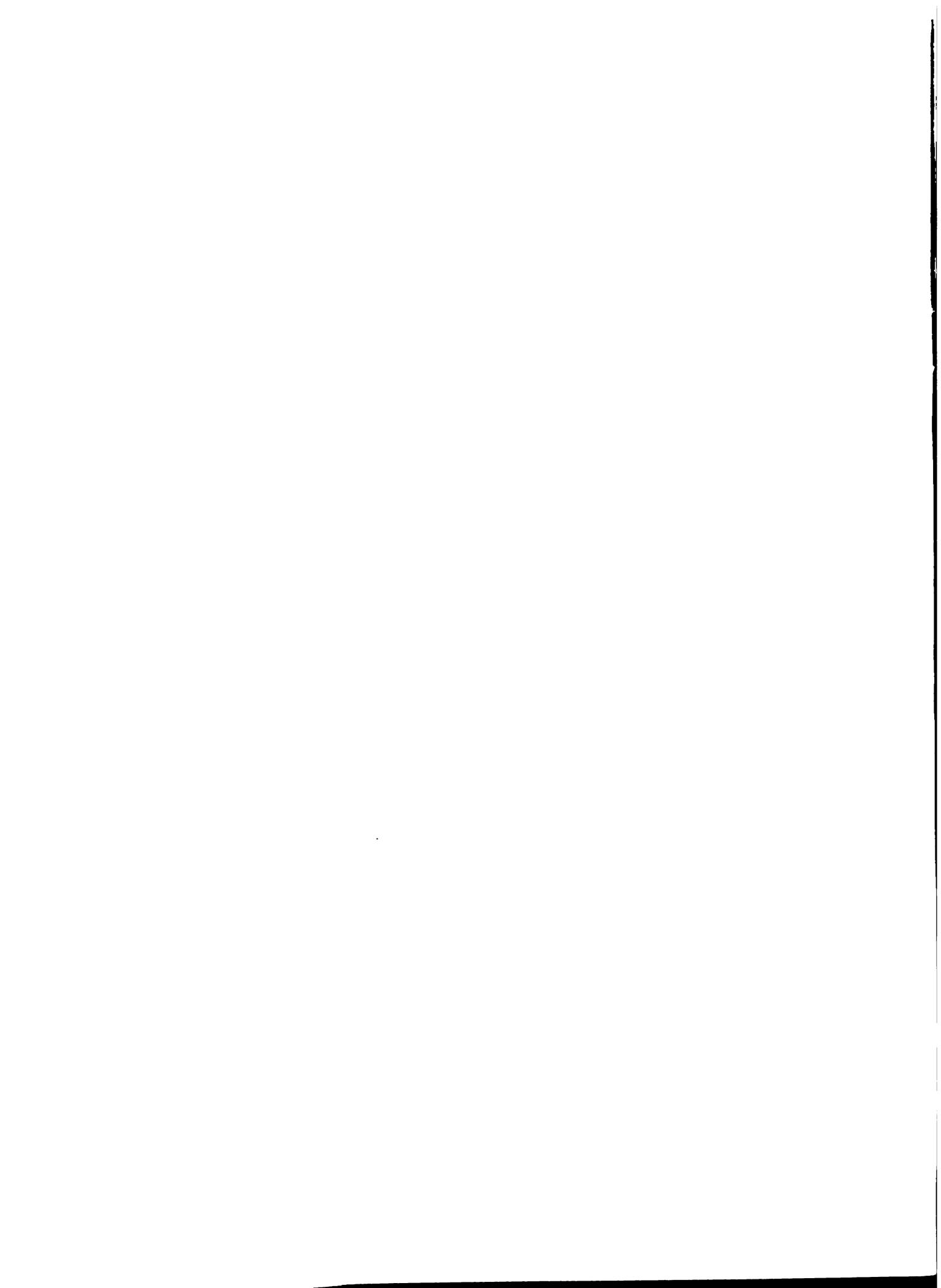
En la zona D la estación de Iscayachi (25).

En la zona E las estaciones de Entre Ríos (21), Villamontes (22), Yacuiba (23) y Bermejo (24).

El análisis regional concluye con la determinación del parámetro S (desviación standard de los logaritmos de precipitación anual) estableciéndose en este caso 4 funciones de regresión entre las variables S y M ($S = F(M)$) y que se presentan en el Gráfico 2.1.4.

Por último, en el Cuadro 2.1.7 se presenta una síntesis del modelo regional de precipitaciones indicándose las funciones a emplearse en cada zona para la determinación de los parámetros M y S.

Las funciones $M = F(X, Y)$ han sido graficadas en la Lámina 2.1.2 pudiendo observarse, de las isolíneas resultantes, la influencia del frente húmedo de la Amazonía en la zona A, la influencia del frente húmedo del Atlántico Sur en la zona E, la influencia confinada de estos dos frentes en las zonas B y C recibiendo ésta última, además la influencia de la barrera orográfica de la Cordillera de Taxara y por último, para la zona D,



pequeño Altiplano conformado por la cuenca del Río Tomoyapu, un efecto microclimático de mayor aridez que sus regiones circundantes.

b.3) Modelo de Descomposición a Nivel Mensual

La variación de la precipitación determinada a nivel de cifras totales anuales no puede considerarse como aceptable para su empleo en la evaluación de recursos disponibles para el desarrollo de la agricultura, ya que la variación que ésta muestra dentro del ciclo anual, con una alta concentración estacional, desvirtúa toda evaluación realizada con valores totales o promedios. Fue necesario, entonces, avanzar algo más en el análisis hidrológico para lograr un modelo de descomposición hasta, por lo menos, el nivel del período mensual.

Partiendo del procedimiento más simple de identificar coeficientes mensuales constantes (C_i) de tal forma que la precipitación correspondiente al mes (i) se logre multiplicando la precipitación total anual (P_A) por el coeficiente mensual respectivo (C_i) es decir $P_i = C_i \times P_A$, se logró determinar un modelo, si bien más elaborado, con resultados más realistas que el procedimiento simplista descrito anteriormente.

El análisis seguido para determinar el modelo de descomposición se basa en el principio de que el coeficiente mensual C_i no es una constante sino, más bien, una variable que pueda acondicionarse a la variación que muestra el patrón de precipitaciones dentro del ciclo anual. Con este fin se empleó la siguiente ecuación:

$$C_i = m + t_i \cdot S$$

En donde m = $1/12$ (constante igual al valor medio del vector C_i dentro de un ciclo anual).

t_i = Coeficiente mensual standard. El vector t_i (12 valores que componen el ciclo anual) tendrá media Cero y desviación standard Uno.

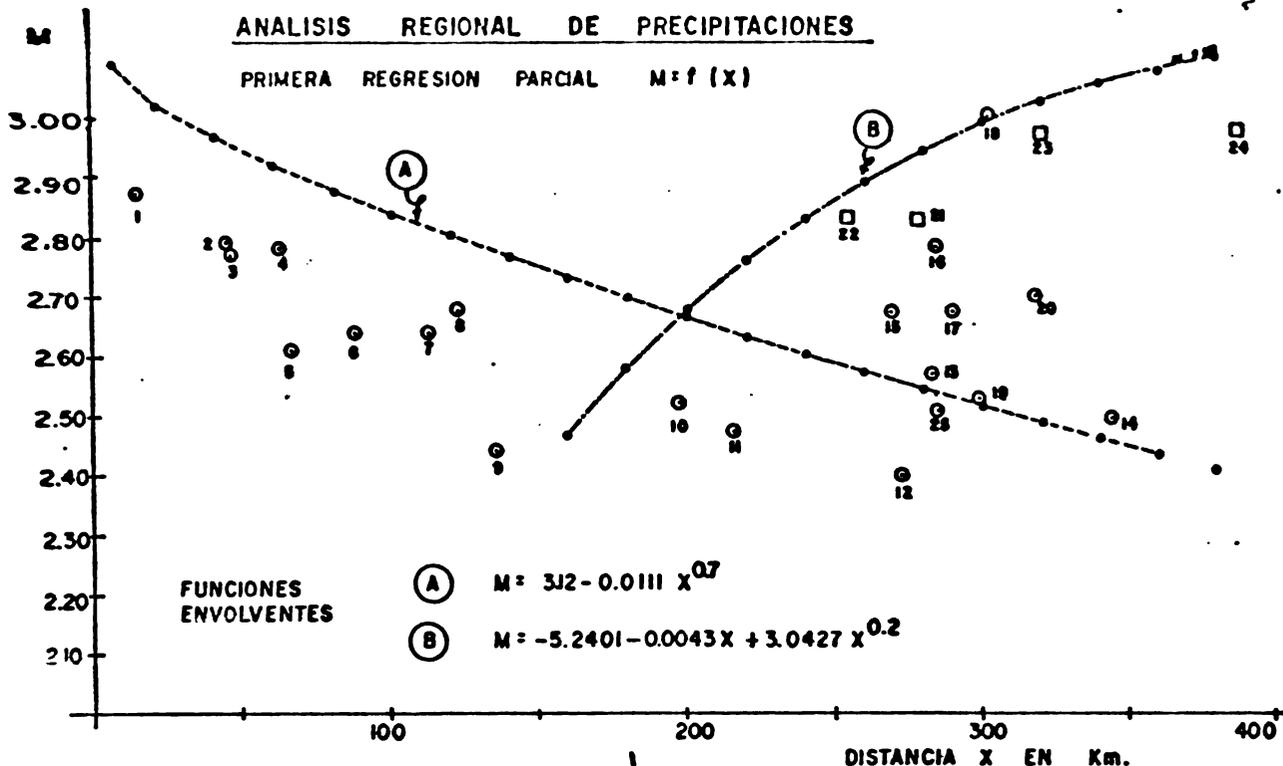
S = Desviación standard del Vector C_i , variable cuya función se ha determinado en el análisis.



Gráfico N° 2.1.3

ANALISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES

PRIMERA REGRESION PARCIAL $M = f(x)$

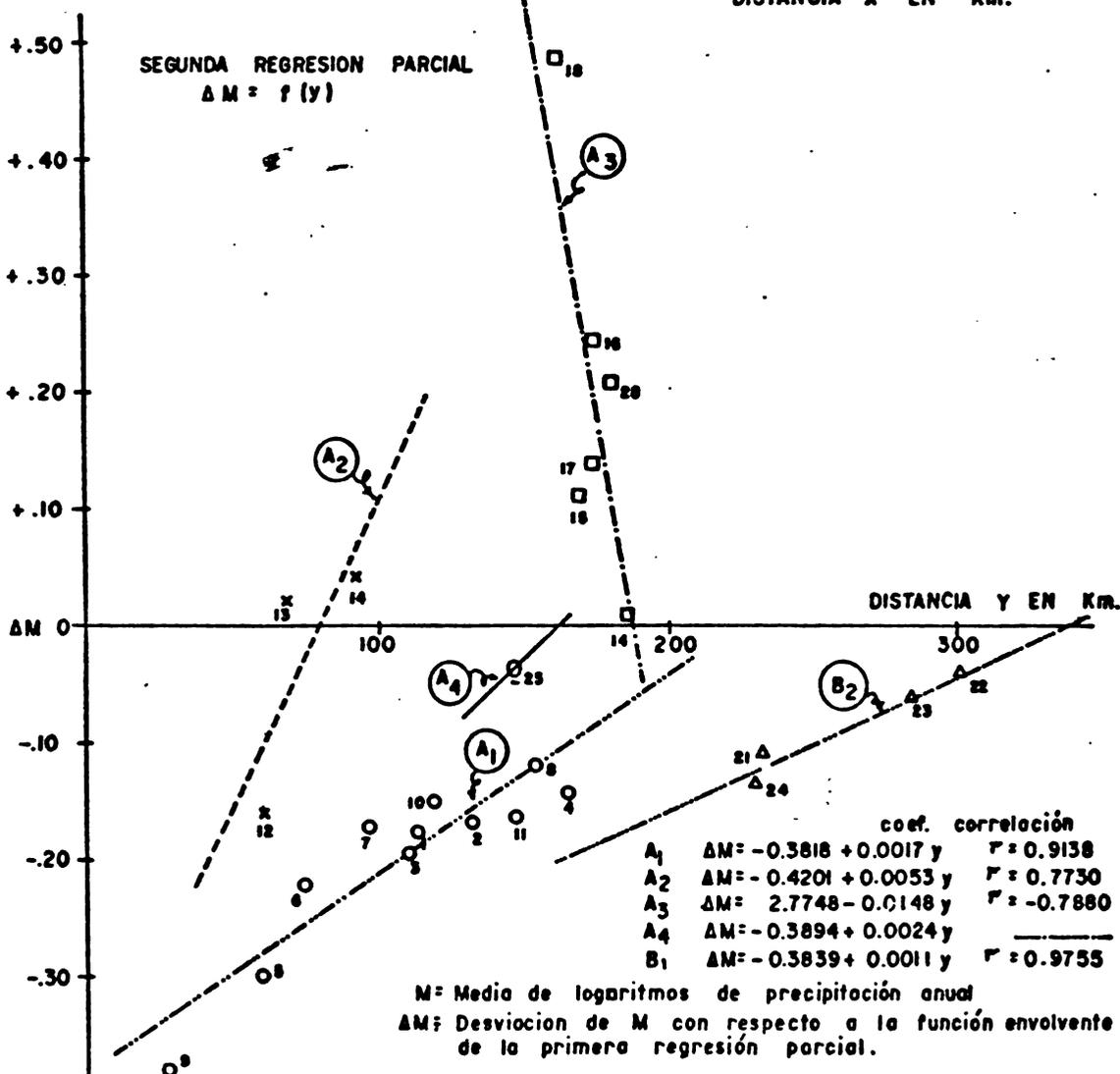


FUNCIONES ENVOLVENTES

(A) $M = 3.12 - 0.0111 X^{0.7}$

(B) $M = -5.2401 - 0.0043X + 3.0427 X^{0.2}$

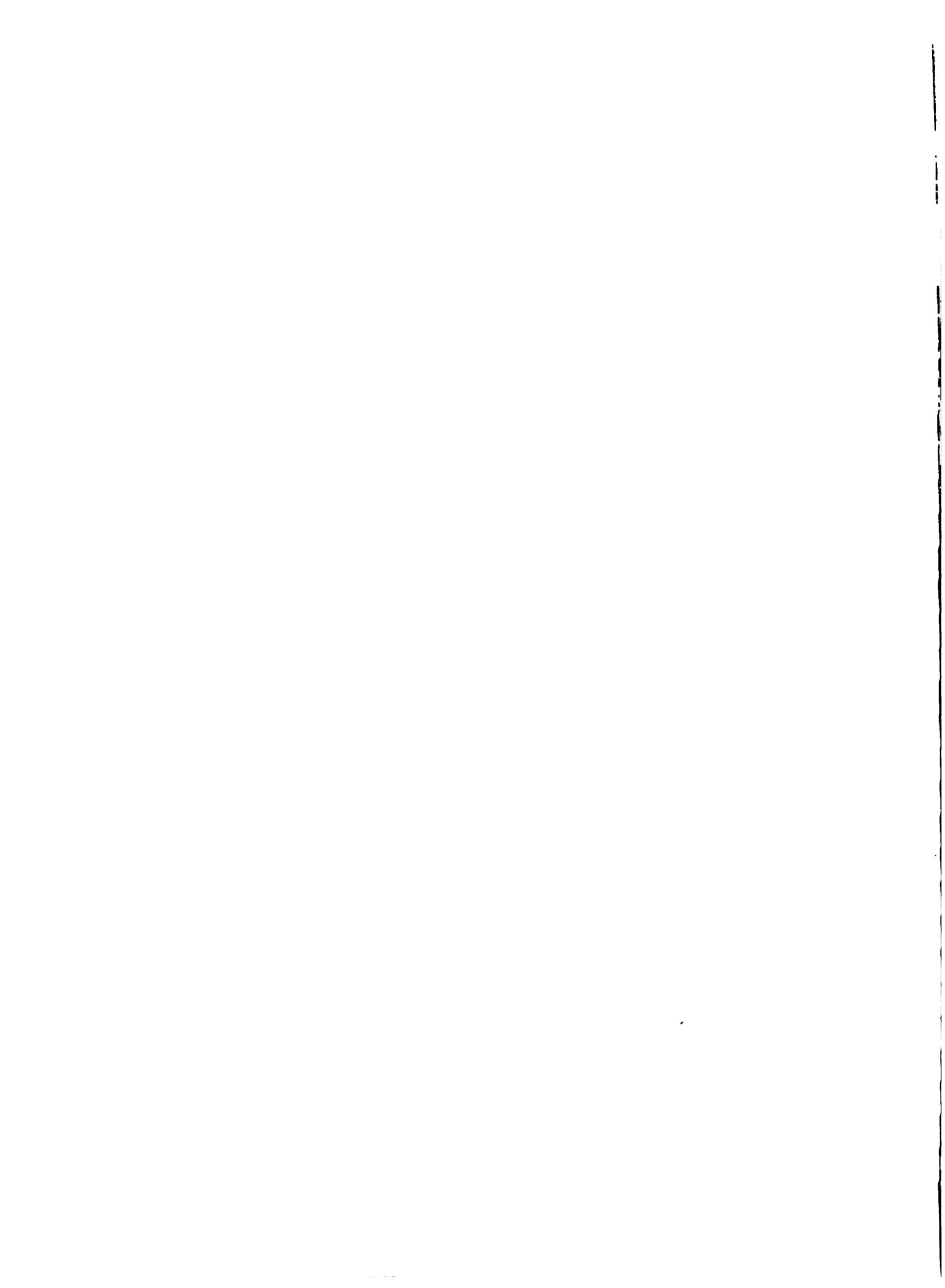
SEGUNDA REGRESION PARCIAL $\Delta M = f(y)$



coef. correlación

- A₁ $\Delta M = -0.3818 + 0.0017 y$ $r = 0.9138$
- A₂ $\Delta M = -0.4201 + 0.0053 y$ $r = 0.7730$
- A₃ $\Delta M = 2.7748 - 0.0148 y$ $r = -0.7880$
- A₄ $\Delta M = -0.3894 + 0.0024 y$ $r = \text{---}$
- B₁ $\Delta M = -0.3839 + 0.0011 y$ $r = 0.9755$

M: Media de logaritmos de precipitación anual
 ΔM: Desviación de M con respecto a la función envolvente de la primera regresión parcial.



CUADRO No 2.1.6INFORMACIÓN EMPLEADA EN EL ANÁLISIS REGIONAL
DE PRECIPITACIONES

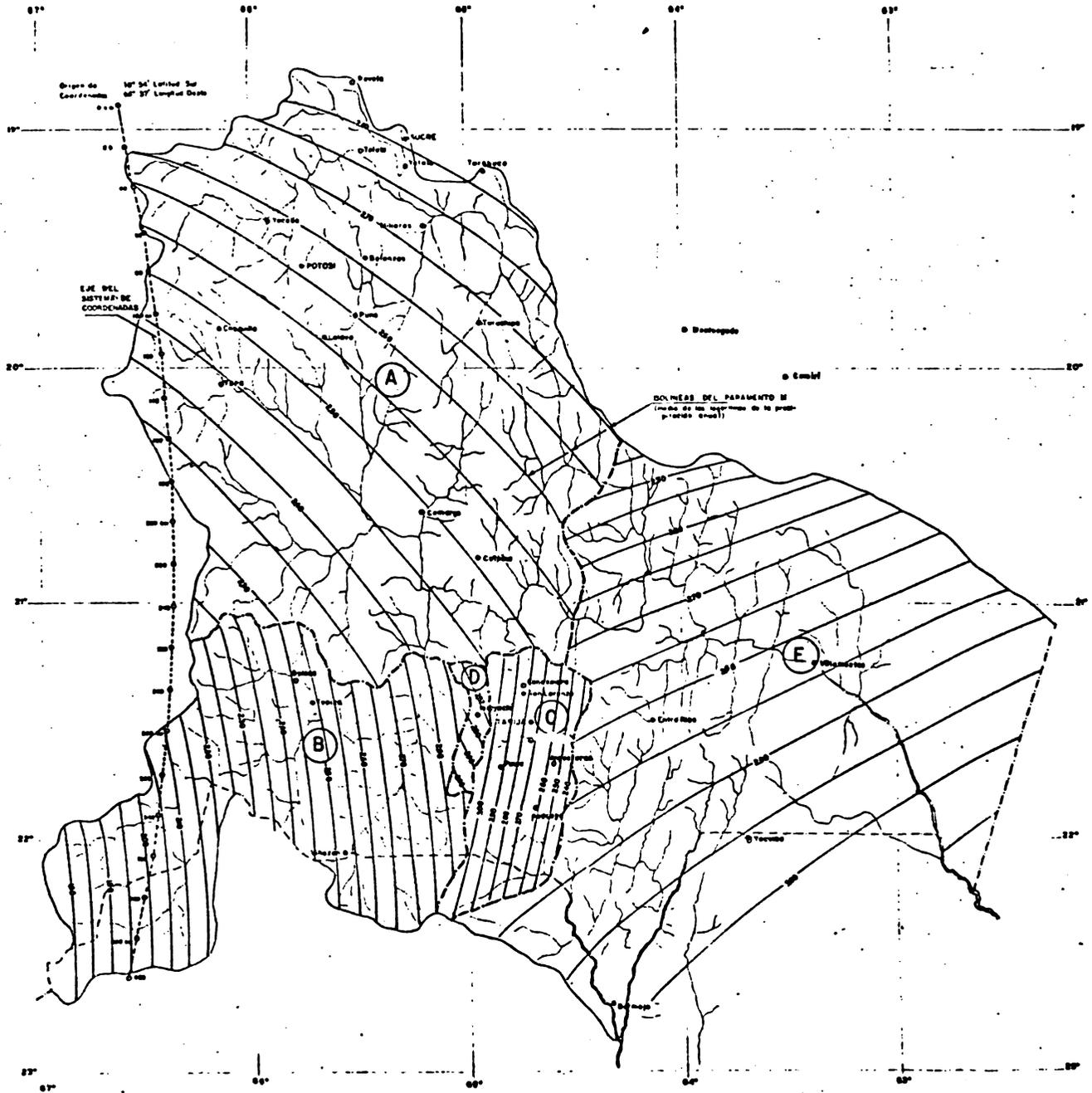
<u>Nº</u>	<u>Estación</u>	<u>M</u>	<u>S</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>
1	Ravelo	2.8745	0.1586	14.0	113.0
2	Sucre	2.7960	0.0793	43.0	132.0
3	Talula	2.7724	0.0962	44.0	110.0
4	Tarabuco	2.7806	0.1020	62.0	165.0
5	Yocalla	2.6125	0.0866	66.0	60.0
6	Potosí	2.6417	0.1628	88.0	74.0
7	Puna	2.6459	0.1039	112.0	96.0
8	Turuchipa	2.6785	0.0937	122.0	153.0
9	Yura	2.3926	0.2836	136.0	28.0
10	Camargo	2.5202	0.1420	198.0	119.0
11	Culpina	2.4747	0.0740	216.0	147.0
12	Oploca	2.3965	0.1470	272.0	60.0
13	Tupiza	2.5665	0.1353	282.0	69.0
14	Villazón	2.4966	0.3641	346.0	92.0
15	Canasmoro	2.6748	0.0986	269.6	169.0
16	Tarija	2.7863	0.0831	284.0	174.0
17	San Jacinto	2.6759	0.0803	290.4	174.0
18	Pinos	3.0026	0.0450	302.0	161.0
19	Angostura	2.5292	0.0690	298.6	186.0
20	Padcaya	2.7037	0.0884	317.6	180.0
21	Entre Ríos	2.8333	0.2204	278.8	232.0
22	Villamontes	2.8306	0.1594	254.0	300.0
23	Yacuiba	2.9695	0.1001	320.0	283.0
24	Bermejo	2.9813	0.0744	388.0	230.0
25	Iscayachi	2.5068	0.0670	284.0	147.0

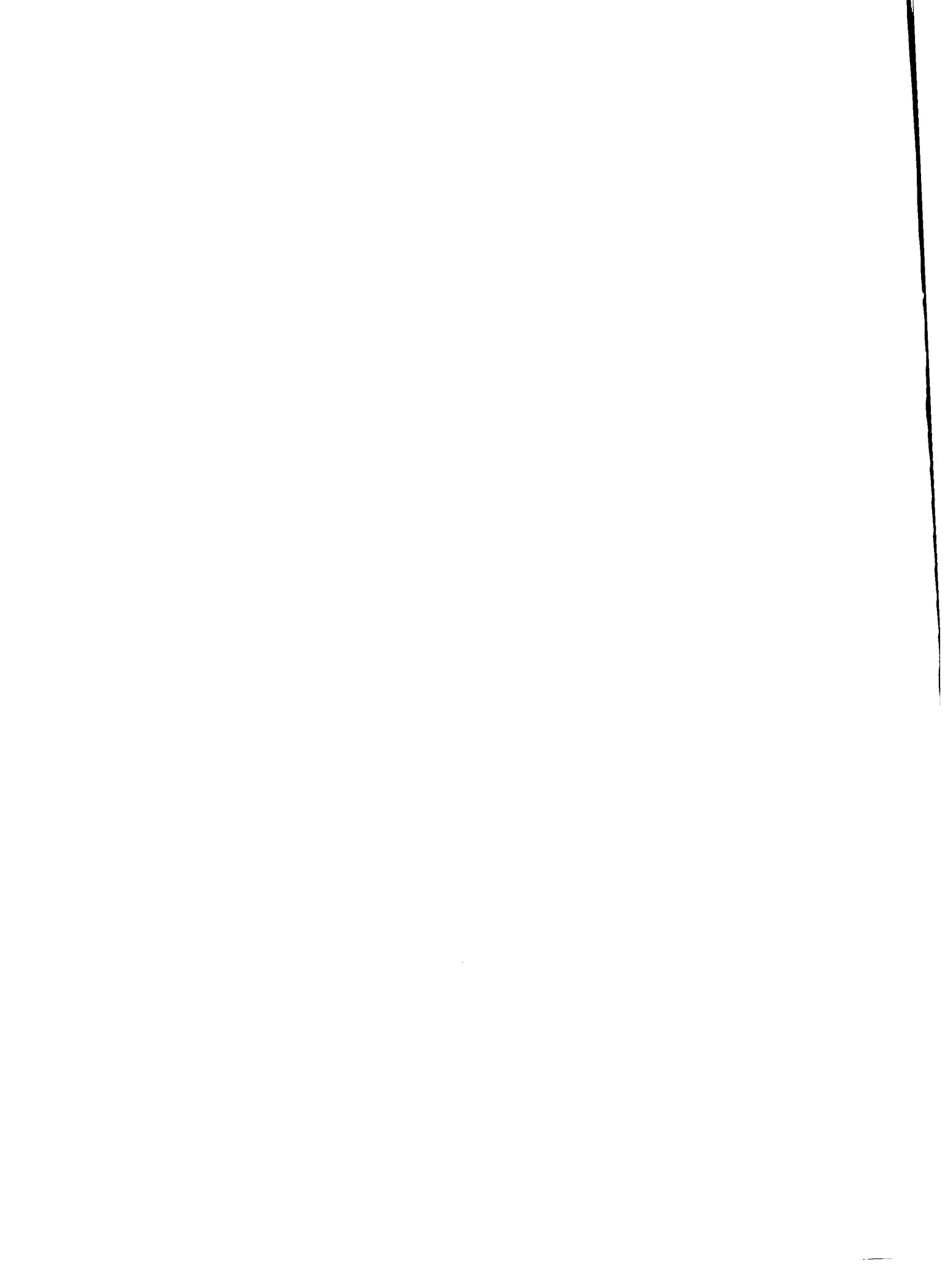


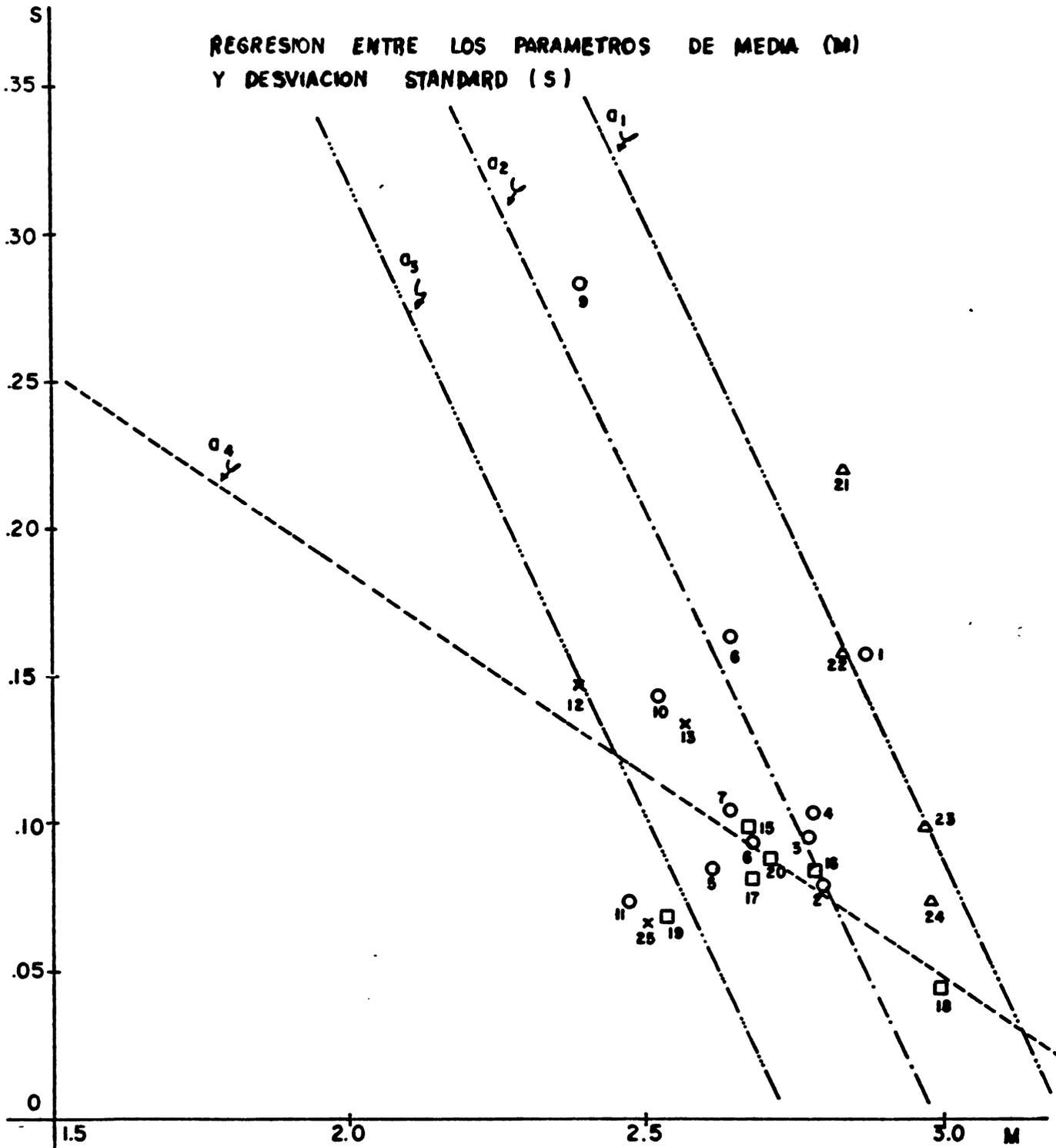
ANÁLISIS REGIONAL DE PRECIPITACIONES VERTIENTE DEL PLATA

LAMINA 8.12

ESC. 1:1000 000.







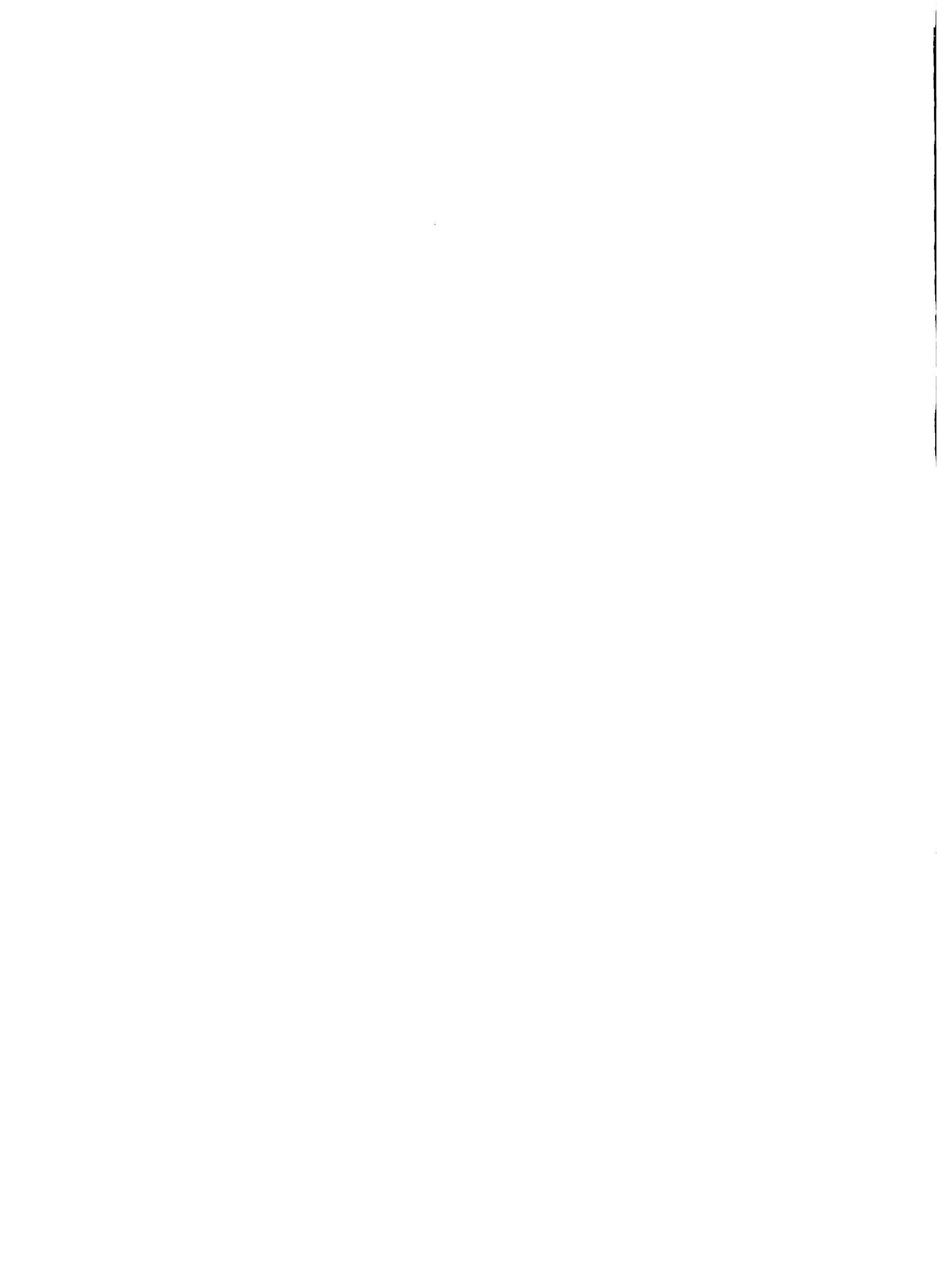
M = MEDIA DE LOGARITMOS DE PRECIPITACION ANUAL
 S = DESVIACION STANDARD DE LOGARITMOS DE PRECIPITACION ANUAL

FUNCION

a_1 $s = 1.3679 - 0.4269 M$
 a_2 $s = 1.2729 - 0.4269 M$

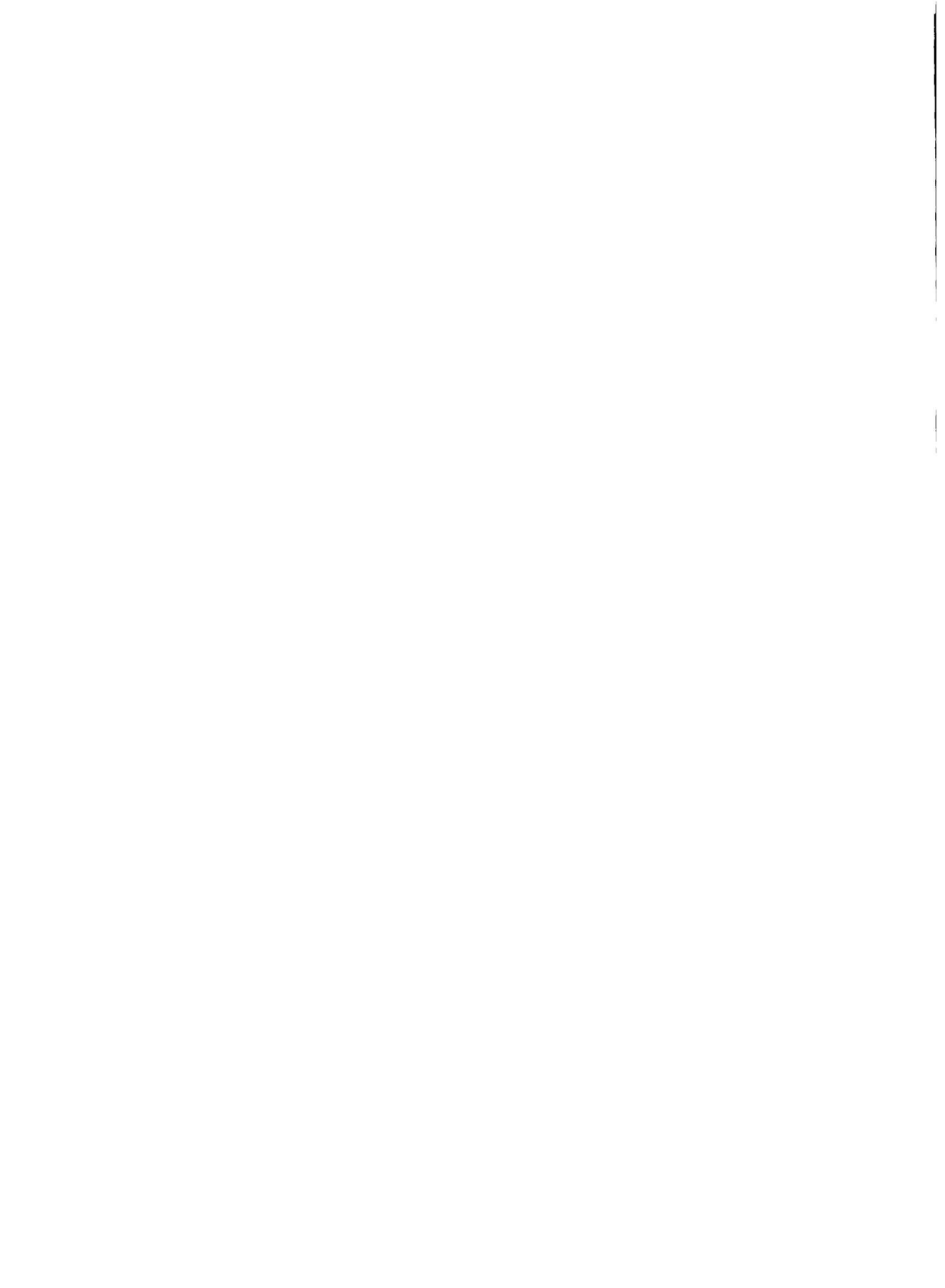
ESTACIONES

21, 22, 23, 24.
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.



CUADRO No 2.1.1.7MODELO REGIONAL DE PRECIPITACIONES - ECUACIONES FINALES

<u>Zona</u>	<u>Estaciones</u>	<u>M = F (X, Y)</u>	<u>S = F (M)</u>
A	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	$M = 2.7382 - 0.0111 X^{0.7} + 0.0017 Y$	$S = 1.2729 - 0.4269 M$
B	12, 13, 14	$M = 2.6999 - 0.0111 X^{0.7} + 0.0053 Y$	$S = 1.1701 - 0.4269 M$
C	15, 16, 17, 18, 19, 20	$M = 5.8948 - 0.0111 X^{0.7} + 0.0148 Y$	$S = 0.4565 - 0.1363 M$
D	25	$M = 2.7306 - 0.0111 X^{0.7} + 0.0024 Y$	$S = 1.1701 - 0.4269 M$
E	21, 22, 23, 24	$M = -5.6240 - 0.0043 X + 3.0427 X^{0.2} + 0.0011 Y$	$S = 1.3679 - 0.4269 M$



Calculándose los valores medios de la precipitación total anual (P_A) y de la desviación standard del vector anual C_i (S) para 25 casos analizados se estableció, luego, una correlación entre estos dos parámetros. Los 25 casos analizados se formaron agrupando los registros pluviométricos de las cinco estaciones base: Sucre, Potosí, Oploca, Yacuiba y Tarija; en 5 niveles o condiciones de humedad: años muy húmedos (MH), años húmedos (H), años normales (N), años secos (S) y años muy secos (MS). Estos niveles se precisaron empleando la distribución teórica de probabilidades ya definida y estableciéndose 5 rangos con probabilidades de ocurrencia de 20% cada uno y correspondientes a las 5 condiciones de humedad mencionadas.

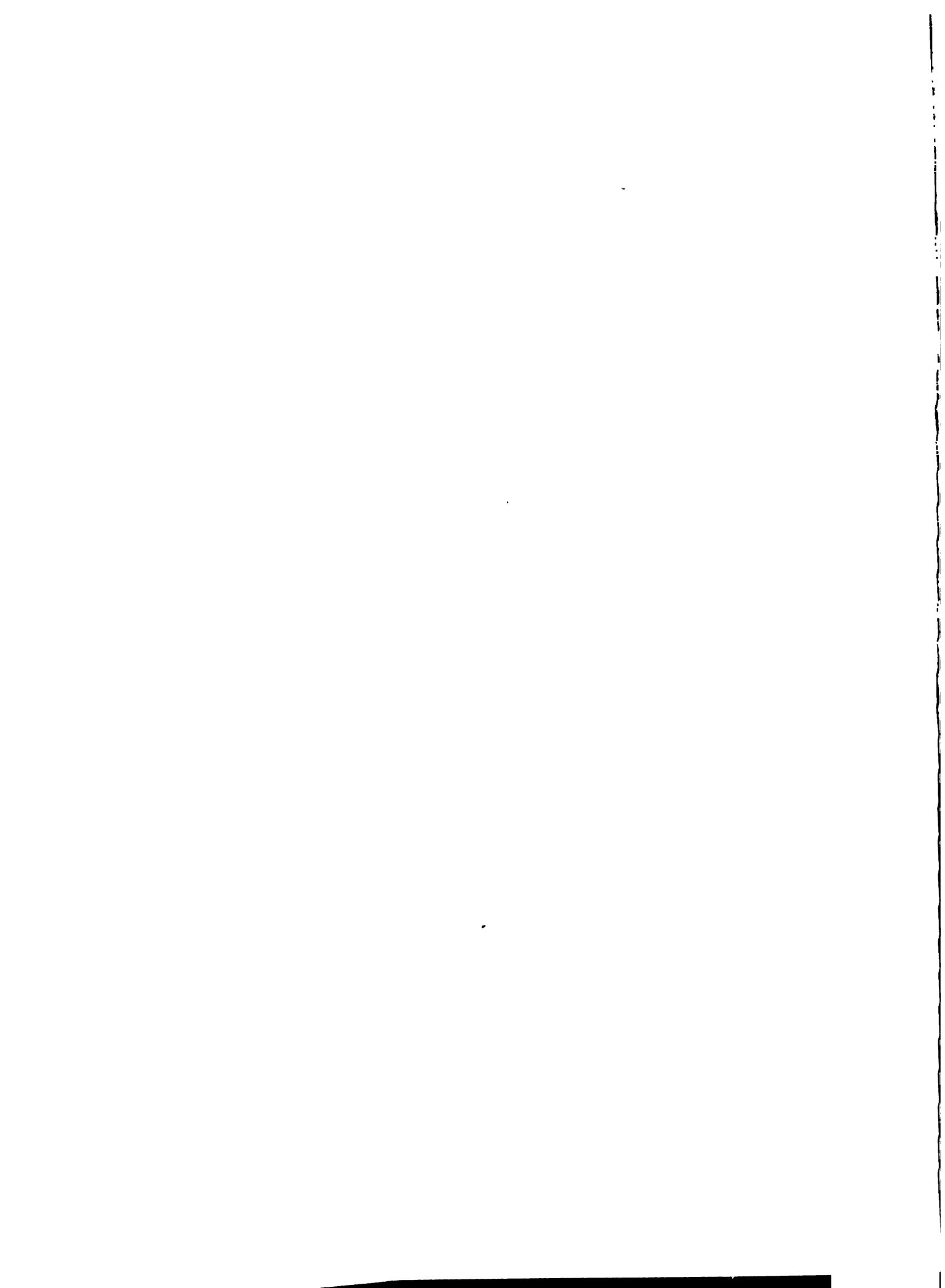
Los parámetros correspondientes a cada uno de los 25 casos analizados se presentan en el Cuadro 2.1.8.

El resultado de la correlación establecida entre las dos variables (P_A) y (S) se presenta en el Gráfico 2.1.5, habiéndose obtenido un coeficiente de correlación aceptable ($r = -0.78$).

El valor negativo del coeficiente de correlación, que indica una disminución de la variable (S) conforme se incrementa el valor de la precipitación anual (P_A), se manifiesta en una mayor uniformización en el patrón de precipitaciones conforme aumenta el valor de la precipitación total anual y, viceversa, una mayor irregularidad conforme disminuye el valor de ésta.

La composición del vector (t_i) fue determinada calculándose estos valores para cinco muestras de registros de 15 años cada una y pertenecientes a las mismas estaciones tomadas como base.

Luego, ordenándose en forma decreciente los 12 elementos componentes de cada vector anual se efectuó un análisis de regresión entre el parámetro S (desviación standard del vector C_i) como variable independiente y cada uno de los elementos del vector t_i como variables dependientes, tomándolas de uno en uno y en el orden decreciente previamente establecido.



CUADRO Nº 2.1.1.8

INFORMACIÓN EMPLEADA EN LA DETERMINACIÓN DEL MODELO DE DESCOMPOSICIÓN MENSUAL

Estación	Condiciones de Humedad					
	MH	H	N	S	MS	
Sucre PA	778.4	703.3	619.2	567.4	498.1	
S	0.0929	0.0960	0.0956	0.0992	0.0990	
Potosí PA	717.2	521.5	432.8	397.3	261.7	
X S	0.1165	0.1027	0.1108	0.0988	0.1211	
Oploca PA	414.3	300.3	255.8	208.3	166.4	
S	0.1251	0.1283	0.1295	0.1277	0.1309	
Yacuíba PA	1359.5	1069.4	917.3	845.9	713.1	
□ S	0.0877	0.0853	0.0874	0.0889	0.0866	
Tarija PA	884.5	684.3	611.3	546.4	469.7	
S	0.1045	0.1061	0.1085	0.0920	0.1163	

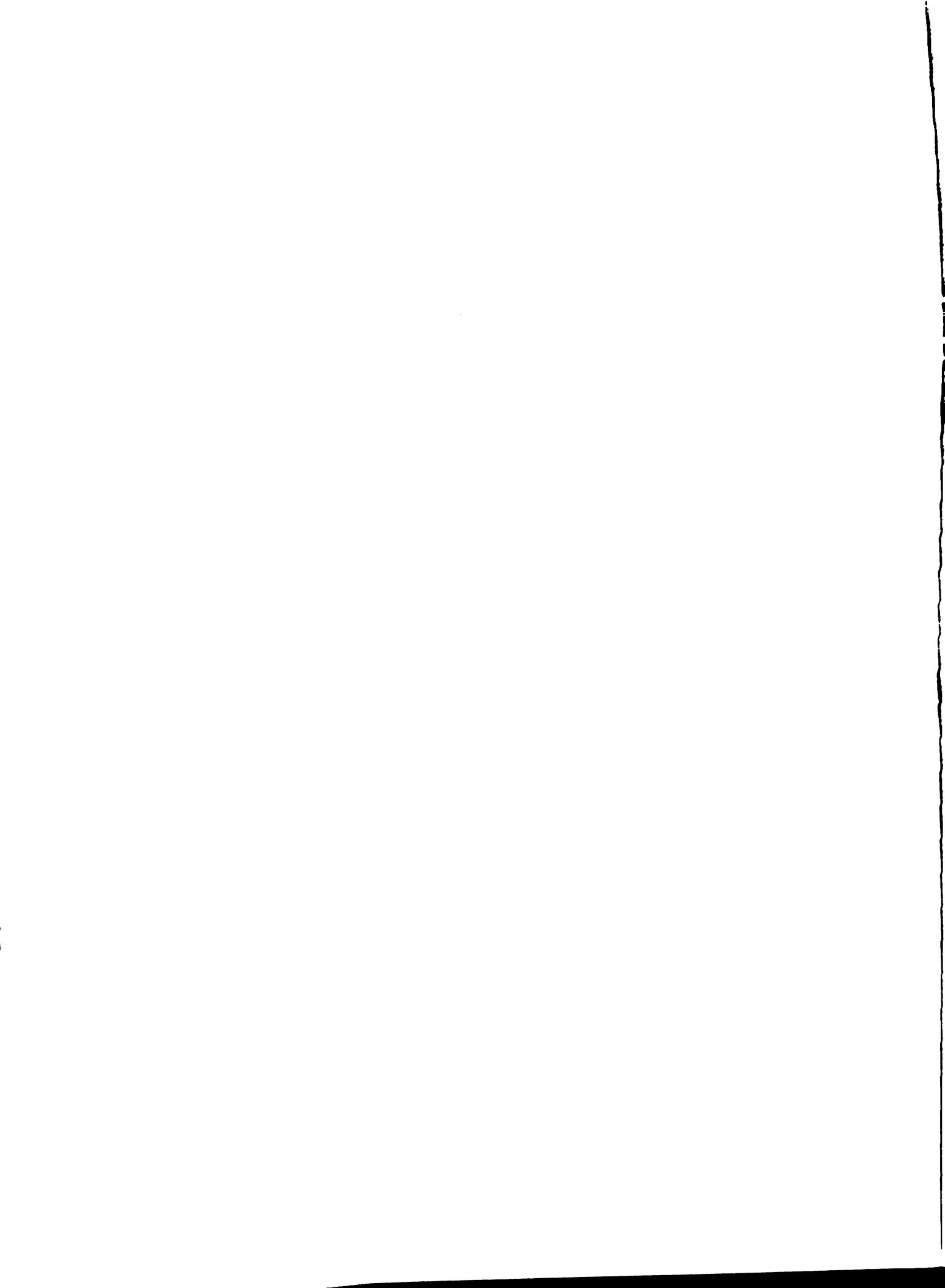
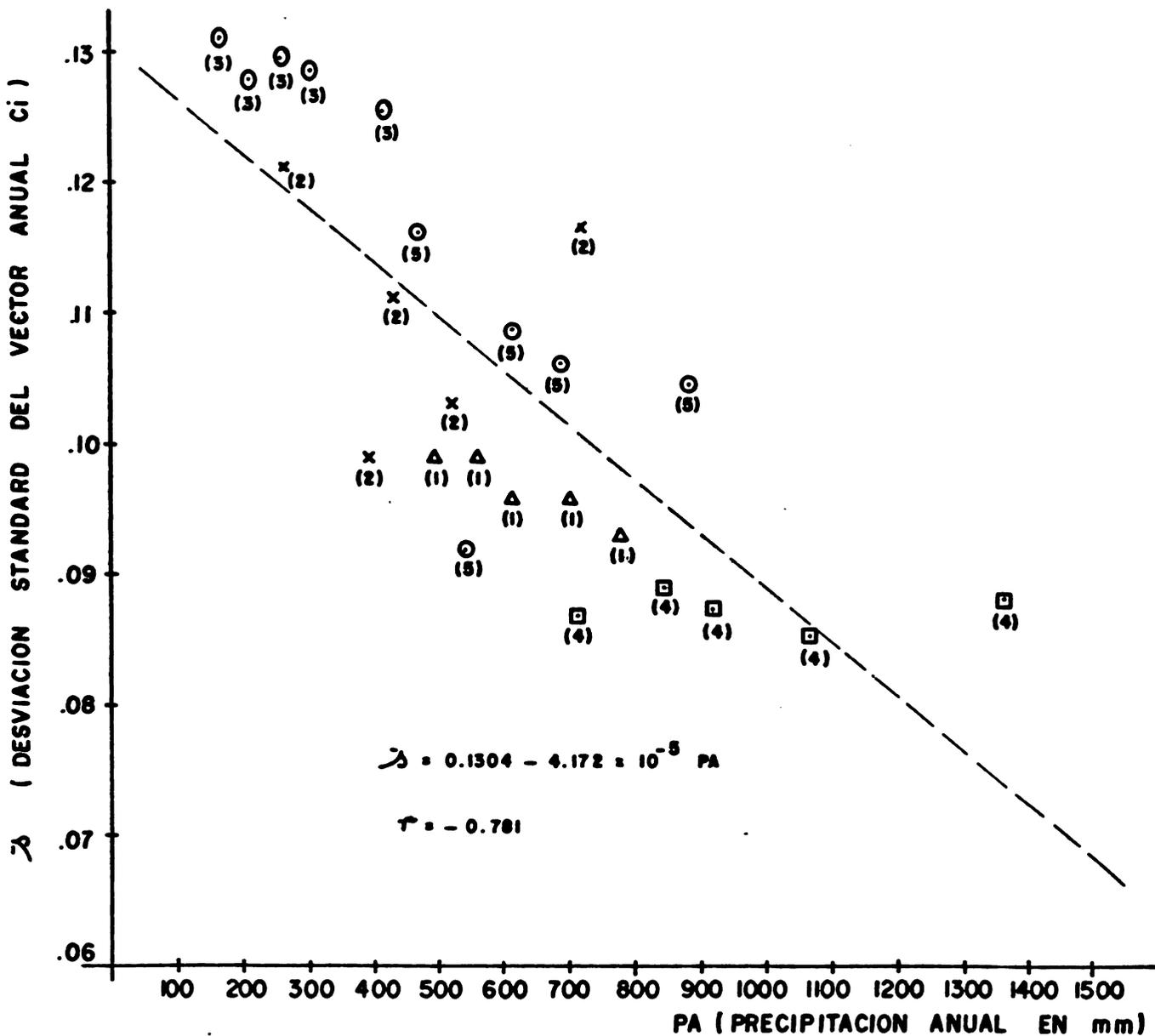


Gráfico N° 2.1.5

MODELO DE DESCOMPOSICION MENSUAL DE PRECIPITACIONES
ANALISIS DE REGRESION EMPLEADO



- ESTACIONES:
- (1) SUCRE
 - (2) POTOSI
 - (3) OPLOCA
 - (4) YACUIBA
 - (5) TARIJA



Como resultado de este análisis se determinó una función genérica de la forma:

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$

Obteniéndose los coeficientes de correlación y valores para los parámetros a y b que se presentan en el Cuadro 2.1.9.

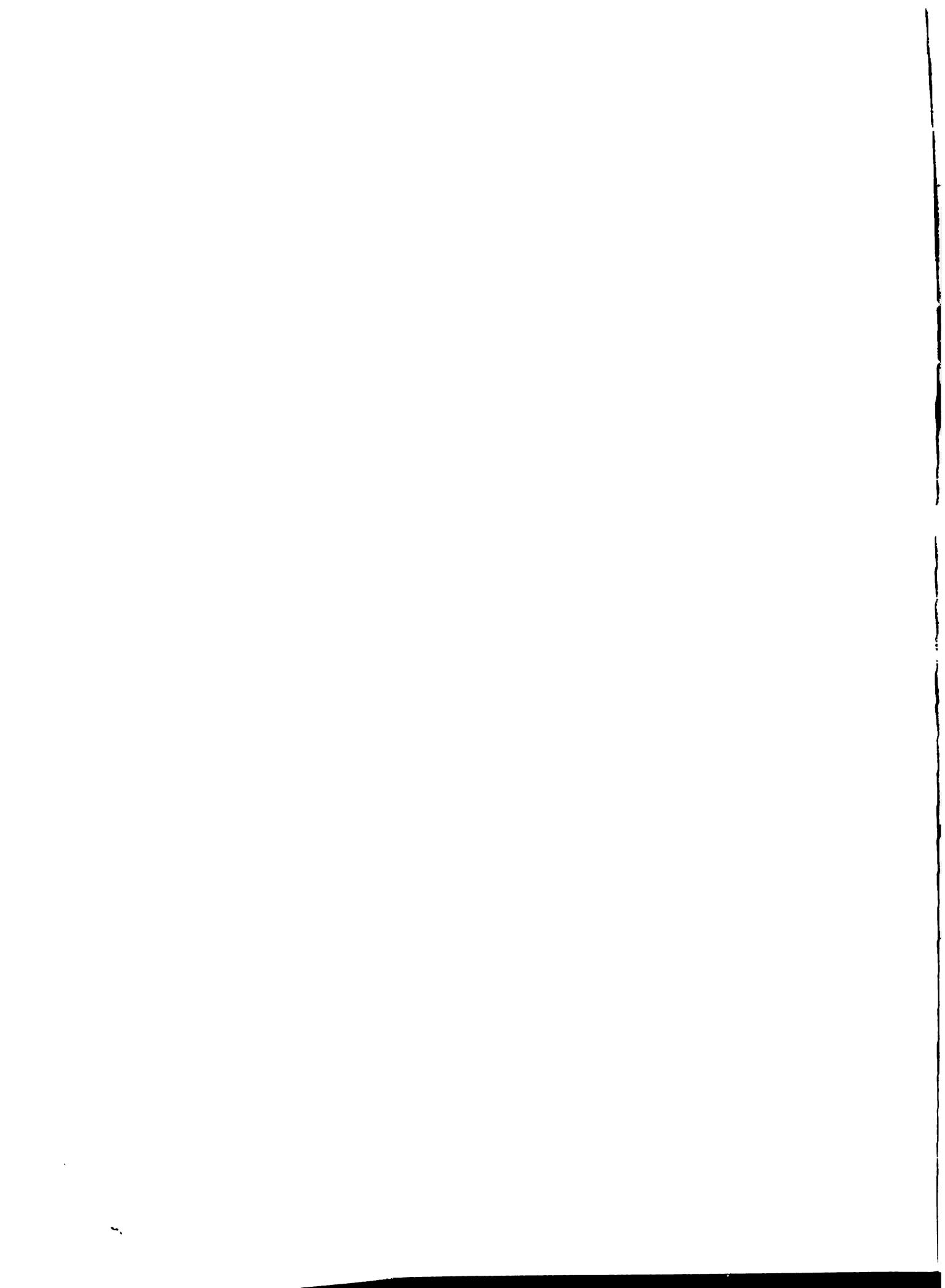
CUADRO No 2.1.9

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN $T_I = S$

<u>i</u>	<u>a_i</u>	<u>b_i</u>	<u>r</u>	<u>Mes</u>
1	5.2452	3.1532	0.70	Enero
2	1.0120	-0.2907	-0.15	Febrero
3	0.3160	-0.4637	-0.25	Diciembre
4	-0.5437	-0.9311	-0.41	Marzo
5	-0.9374	-0.9639	-0.53	Noviembre
6	-0.9329	-0.6341	-0.42	Octubre
7	-0.6257	-0.1177	-0.11	Abril
8	-0.7459	-0.0917	-0.11	Septiembre
9	-0.2742	0.4595	0.59	Mayo
10	-0.1784	0.6137	0.69	Agosto
11	-0.1630	0.6474	0.70	Junio
12	-0.1264	0.6931	0.71	Julio

Al calcularse los coeficientes t_i con las funciones de regresión logarítmicas ($t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$) se produce un error ya que se pierden los valores de estandarización ($M = 0, S = 1$) por lo que es necesario efectuar una corrección a los valores t_i y obtener nuevamente las condiciones de estandarización. Los coeficientes mensuales corregidos son llamados K_i y se obtienen aplicando la ecuación normal de estandarización:

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{S(t_i)}$$



c) Análisis de la Información Hidrométrica.

c.1) Generalidades

El tipo de análisis estadístico realizado con la información pluviométrica a nivel anual no puede repetirse con la información hidrométrica por la insuficiente cantidad de información disponible. En el Cuadro 2.1.10 se presenta dicha información y, como podrá observarse, exceptuando el caso de 4 ó 5 estaciones de un total de 12, los años con registros simultáneos no son suficientes imposibilitándose la realización de correlaciones con el fin de determinar parámetros estadísticos representativos de un período común y suficientemente amplio como para tomarse de base.

Por este motivo, el análisis de la información hidrométrica se ha circunscrito a un análisis de correlación precipitación-escurrecimiento y de esta forma, aceptándose los resultados del análisis estadístico y análisis regional de precipitaciones y amparándose en el análisis de regresión precipitación-escurrecimiento, se definen las leyes que determinan tanto la variabilidad como la magnitud del escurrimiento superficial dentro de la Vertiente del Plata.

c.2) Correlación Precipitación-Escurrecimiento

Comparándose la información que se presenta en los Cuadros 2.1.4 (información pluviométrica) y 2.1.10 (información hidrométrica), se ha determinado la forma más adecuada en que dicha información puede compatibilizarse asignándosele a cada estación hidrométrica la estación pluviométrica con la cual le corresponde establecer su correlación. La relación de pares de estaciones se presenta a continuación:



<u>Estación Hidrométrica</u>	<u>Río</u>	<u>Estación Pluviométrica</u>
San José Ppa. Grande	San Juan del Oro	Oploca
El Puente	San Juan del Oro	Oploca
Talula	Pilcomayo	Talula
El Molino	Tomayapu	Iscayachi
Chilcara	Pilaya	Oploca
Ppa. Grande	Pilaya	Oploca
Canasmoro	Guadalquivir	Canasmoro
Obrajes	Guadalquivir	Canasmoro
San Jacinto	Tolomosa	San Jacinto
Entre Ríos	Pajonal	Entre Ríos
Entre Ríos	Santa Ana	Entre Ríos

La correlación se ha realizado entre la precipitación media anual (\bar{P}_2) determinada como representativa de la cuenca hidrográfica en cuestión y el escurrimiento anual registrado (E), valor tomado del Cuadro 2.1.10.

La precipitación representativa (\bar{P}_2) se ha calculado en base a la siguiente ecuación:

$$\bar{P}_2 = 10^{(M_2 + tS_2)}$$

En donde M_2 y S_2 representan, respectivamente, la media y desviación standard de la distribución logarítmica normal correspondiente a las precipitaciones, en el punto centro de gravedad de la cuenca hidrográfica. Estos parámetros, calculados con el modelo regional de precipitaciones, se presentan en el Cuadro 2.1.11.

(t) representa la transformada a una distribución normal standard de la variable Log (P_1) y se obtiene de la siguiente forma:

$$t = \frac{\text{Log } (P_1) - M_1}{S_1}$$



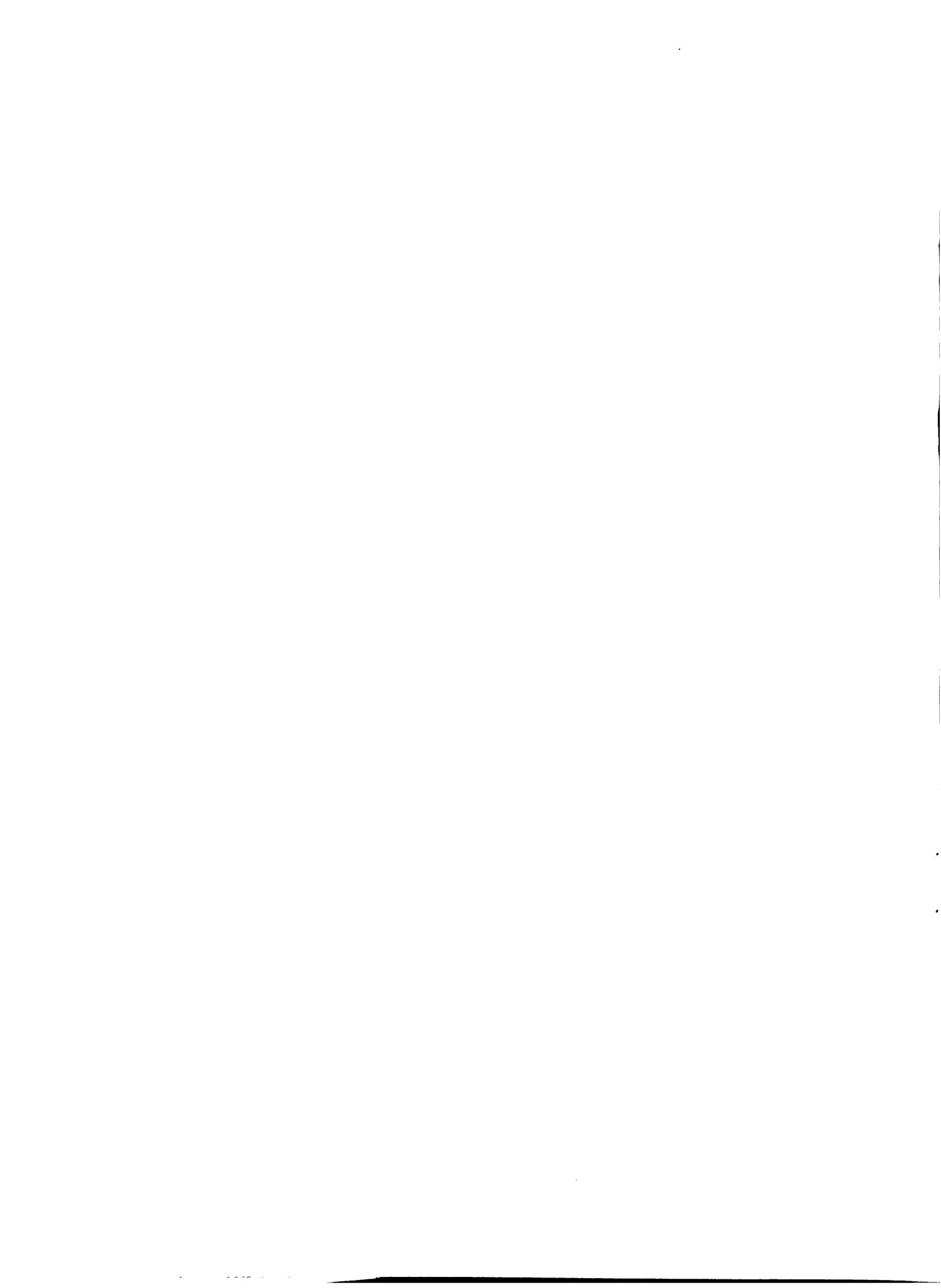
En donde P_1 = precipitación anual registrada en m.m., M_1 y S_1 representan, respectivamente, la media y desviación standard de la variable $\text{Log}(P_1)$, valores que se obtienen del análisis regional en función de las coordenadas de la estación pluviométrica.

En el Cuadro 2.1.12 se presentan los valores de los parámetros estadísticos M_1 , S_1 , M_2 y S_2 así como las precipitaciones anuales registradas en las estaciones pluviométricas de referencia (P_1) y las precipitaciones representativas de las cuencas de control (P_2) y determinadas con el procedimiento que se ha descrito.

Analizando y graficando todos los valores simultáneos de E (Cuadro 2.1.10) y P_2 (Cuadro 2.1.12) se determinó dos tipos diferenciados de comportamiento en las cuencas hidrográficas concluyéndose en atribuir la causa de esta diferenciación al hecho de que en unos casos los registros de escurrimiento representan solamente el escurrimiento superficial (E_s) existiendo un flujo subterráneo no medido y de relativa importancia y en otros casos, por una conformación rocosa e impermeable en el lecho del río, en la sección de control, el flujo subterráneo de la cuenca aflora a la superficie y por lo tanto, puede ser medido juntamente con el escurrimiento superficial, registrándose un escurrimiento total (E_t). En el primer grupo se ubicaron a las estaciones hidrométricas de San José de Pampa Grande, Talula, Chilcara, Pampa Grande (Río Pilaya) y Canasmoro.

En el segundo grupo se ubicaron a las estaciones de El Molino, Obrajes, San Jacinto, Entre Ríos (Pajoral) y Entre Ríos (Santa Ana).

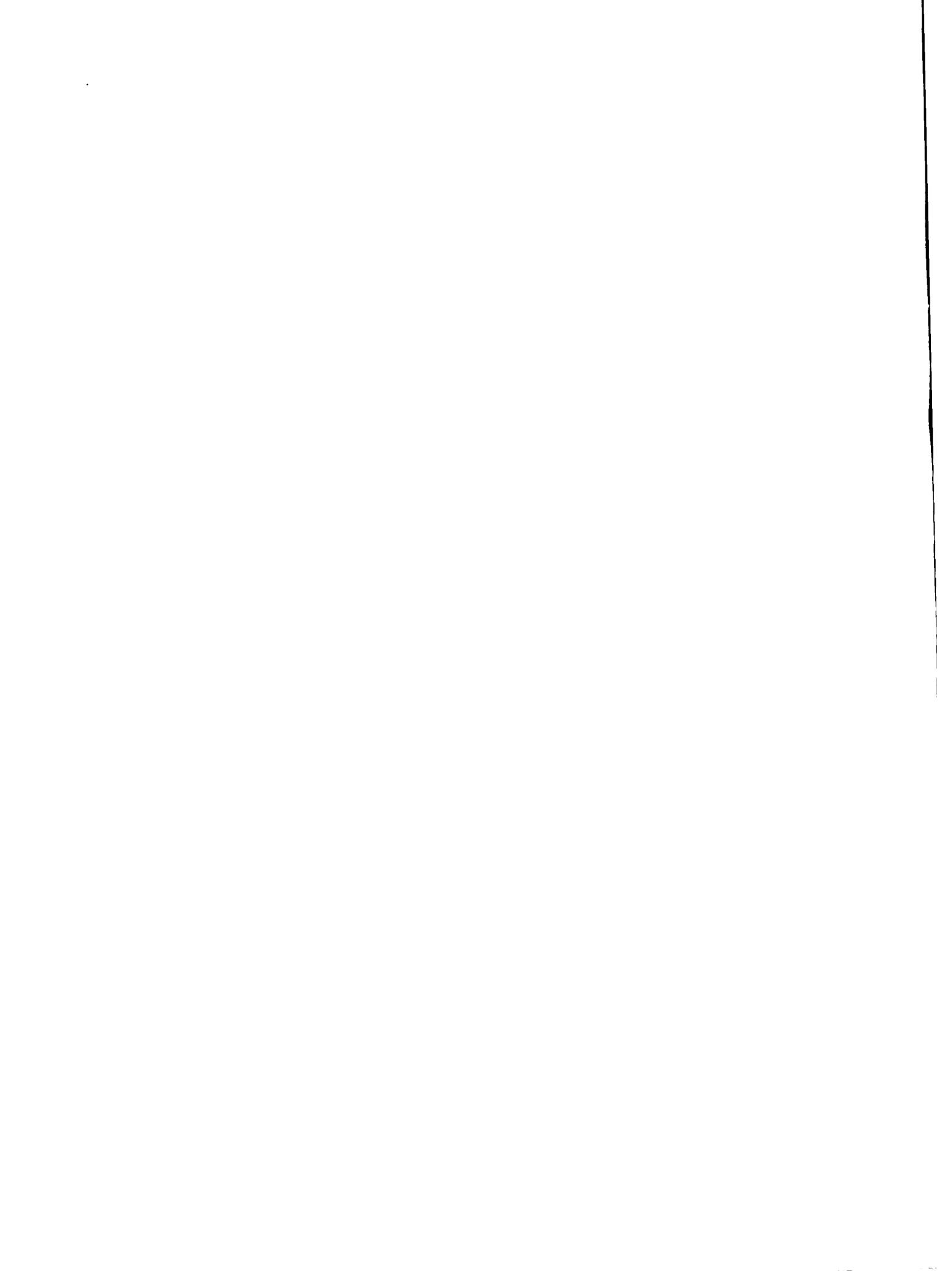
Los resultados de los análisis de regresión obtenidos para ambas condiciones se presentan en el Gráfico 2.1.6.



CUADRO No 2.1.1.10

ESCURRIMIENTO TOTAL ANUAL REGISTRADO EN M.M.

Año	San José	El Puento	Talula	El Molino	Chilcare	Pae. Grande	Villamontes	Canasmoro	Obrajes	San Jacinto	Entre Rfos	Entre Rfos	Santa Ana
	San Juan del Oro	San Juan del Oro	Pilcomayo	Tomayapu	Pilaya	Pilaya	Pilcomayo	Guadalquivir	Guadalquivir	Tolomosa	Pajonal	Santa Ana	Ana
1942	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-	-	59	-	-	-	-	-	-
1944	-	-	-	-	-	-	123	-	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-
1946	-	-	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-
1947	-	-	-	-	-	-	101	-	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-	-	70	-	-	-	182	-	-
1949	-	-	-	-	-	-	129	-	-	-	214	-	-
1950	-	-	-	-	-	-	121	-	-	-	181	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	185	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	239	-
1953	-	-	-	-	-	-	55	-	-	-	-	236	-
1954	-	-	-	-	-	-	92	-	-	-	-	210	-
1955	-	-	-	-	-	-	86	-	-	-	-	338	-
1956	-	-	-	-	-	-	57	-	-	-	-	293	-
1957	-	-	-	-	-	-	62	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	-	135	-	-	-	-	430	-
1960	-	-	-	-	-	-	145	-	-	-	-	311	-
1961	-	-	-	-	-	-	103	-	-	-	-	184	-
1962	-	-	-	-	-	-	84	-	-	-	-	201	-
1963	-	-	138	-	-	-	95	-	1,033	-	-	-	-
1964	-	-	93	-	-	-	68	-	565	-	-	-	-
1965	-	-	74	-	-	-	44	-	628	-	-	-	-
1966	-	-	49	-	-	-	50	-	672	-	-	-	-
1967	-	-	70	-	-	-	53	-	629	-	-	-	-
1968	-	-	187	-	-	-	-	-	762	-	-	-	-
1969	-	-	101	-	-	-	-	-	533	-	-	-	-
1970	10	-	92	-	-	-	-	-	692	-	259	-	220
1971	14	-	109	-	-	-	-	-	636	-	263	-	283
1972	60	-	116	-	-	-	-	-	481	-	-	-	-
1973	-	-	103	-	26	27	-	-	605	-	227	-	266
1974	-	-	138	-	42	48	-	-	750	-	-	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	713	-	-	-	-
1976	-	-	-	-	-	-	63	-	515	-	256	-	196
1977	-	11	-	-	-	-	67	-	-	-	-	-	-
1978	-	13	100	267	40	-	73	144	-	-	376	-	473
1979	-	-	105	185	50	-	-	342	-	-	-	-	799
1980	-	-	-	106	-	-	-	464	352	-	-	-	-
								368	356	-	-	-	-



CUADRO No 2.1.11

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LA PRECIPITACIÓN REPRESENTATIVO EN LAS
CUENCAS HIDROGRÁFICAS CONTROLADAS

Río	Estación	Zona	Area Km ²	X Km.	Y Km.	M ²	S ²
San Juan del Oro	San José Ppa. Grande	B	9,800	347.0	8.5	2.0788	0.2826
San Juan del Oro	El Puente	B	20,080	325.0	55.0	2.3551	0.1647
Pilcomayo	Talula	A	6,372	55.0	52.0	2.6431	0.1445
Tomayapu	El Molino	D	275	286.5	147.0	2.5009	0.1025
Pitaya	Chilcara	B	20,080	325.0	55.0	2.3551	0.1647
		A	20,467	193.0	79.5	2.4316	0.2349
Pitaya	Ppa. Grande	B	20,080	325.0	55.0	2.3551	0.1647
		A	23,767	199.0	91.5	2.4424	0.2302
Guadalquivir	Canasmoro	C	223	266.5	158.5	2.9953	0.0482
Guadalquivir	Obrajes	C	904	272.5	165.5	2.8830	0.0636
Tolomosa	San Jacinto	C	435	299.0	158.0	2.9562	0.0536
Pajonal	Entre Rfos	E	218	272.5	222.5	2.7887	0.1774
Santa Ana	Entre Rfos	E	270	280.0	215.5	2.7996	0.1728

CUADRO No 2.1.12

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRECIPITACIÓN ANUAL Y PRECIPITACIÓN REPRESENTATIVA EN LAS CUENCAS DE CONTROL

Año	Estación Aforos	Río	Estación Pluviométrica de Referencia	M ₁	S ₁	M ₂	S ₂	P ₁	P ₂
1970	San José Ppa. Grande	San Juan del Oro	Oploca	2.3965	0.1470	2.0788	0.2826	268	138
1971				-	-	-	340	218	
1972				-	-	-	304	176	
1977	El Puente	San Juan del Oro	Oploca	2.3965	0.1470	2.3551	0.1647	424	411
1978				-	-	-	572	575	
1963	Talula	Pilcomayo	Talula	2.7724	0.0962	2.6431	0.1445	761	641
1964				-	-	-	611	461	
1965				-	-	-	459	300	
1966				-	-	-	472	313	
1967				-	-	-	495	336	
1968				-	-	-	802	693	
1969				-	-	-	457	298	
1970				-	-	-	562	406	
1971				-	-	-	530	372	
1972				-	-	-	565	410	
1973				-	-	-	725	596	
1978				-	-	-	765	646	
1978				El Molino	Tomayapu	Iscayachi	2.5068	0.0670	2.5009
1979	-	-	-				393	431	
1980	-	-	-				256	224	
1973	Chilcara B (20,080 Km ²)	Pilaya	Oploca	2.3965	0.1470	2.3551	0.1647	253	230
1974				-	-	-	273	251	
1978				-	-	-	527	524	
1973	Chilcara A (20,467 Km ²)	Pilaya	Oploca	2.3965	0.1470	2.4316	0.2349	253	277
1974				-	-	-	273	313	
1978				-	-	-	527	894	
1973	Chilcara Total (40,547 Km ²)	Pilaya	-----	-	-	-	-	-	254
1974				-	-	-	-	-	282
1978				-	-	-	-	-	711
1968	Ppa. Grande B (20,080 Km ²)	Pilaya	Oploca	2.3965	0.1470	2.3551	0.1647	385	369
1969				-	-	-	159	137	
1970				-	-	-	268	246	
1971				-	-	-	340	321	
1973				-	-	-	253	230	
1974				-	-	-	273	251	
1968	Ppa. Grande A (23,767 Km ²)	Pilaya	Oploca	2.3965	0.1470	2.4424	0.2302	385	547
1969				-	-	-	159	137	
1970				-	-	-	268	310	
1971				-	-	-	340	451	
1973				-	-	-	253	284	
1974				-	-	-	273	320	
1968	Ppa. Grande Total (43,847 Km ²)	Pilaya	-----	-	-	-	-	-	465
1969				-	-	-	-	-	137
1970				-	-	-	-	-	281
1971				-	-	-	-	-	391
1973				-	-	-	-	-	259
1974				-	-	-	-	-	288
1977	Canasmoro	Guadalquivir	Canasmoro	2.6748	0.0986	2.9953	0.0482	524	1040
1978				-	-	-	-	1082	
1978	Obrajes	Guadalquivir	Canasmoro	2.6748	0.0986	2.8830	0.0636	568	860
1964	San Jacinto	Tolomosa	San Jacinto	2.6759	0.0803	2.9562	0.0536	458	883
1965				-	-	-	678	1148	
1966				-	-	-	443	864	
1967				-	-	-	462	889	
1968				-	-	-	538	984	
1969				-	-	-	477	908	
1970				-	-	-	470	899	
1971				-	-	-	573	1026	
1972				-	-	-	430	847	
1973				-	-	-	435	854	
1974				-	-	-	459	885	
1976				-	-	-	326	704	
1970	Entre Ríos	Pajonal	Entre Ríos	2.8333	0.2204	2.7887	0.1774	474	459
1971				-	-	-	650	592	
1973				-	-	-	1107	909	
1976				-	-	-	1118	916	
1978				-	-	-	861	742	
1970	Entre Ríos	Santa Ana	Entre Ríos	2.8333	0.2204	2.7996	0.1728	474	474
1971				-	-	-	650	608	
1973				-	-	-	1107	922	
1976				-	-	-	1118	930	
1978				-	-	-	861	757	
1979				-	-	-	1198	981	

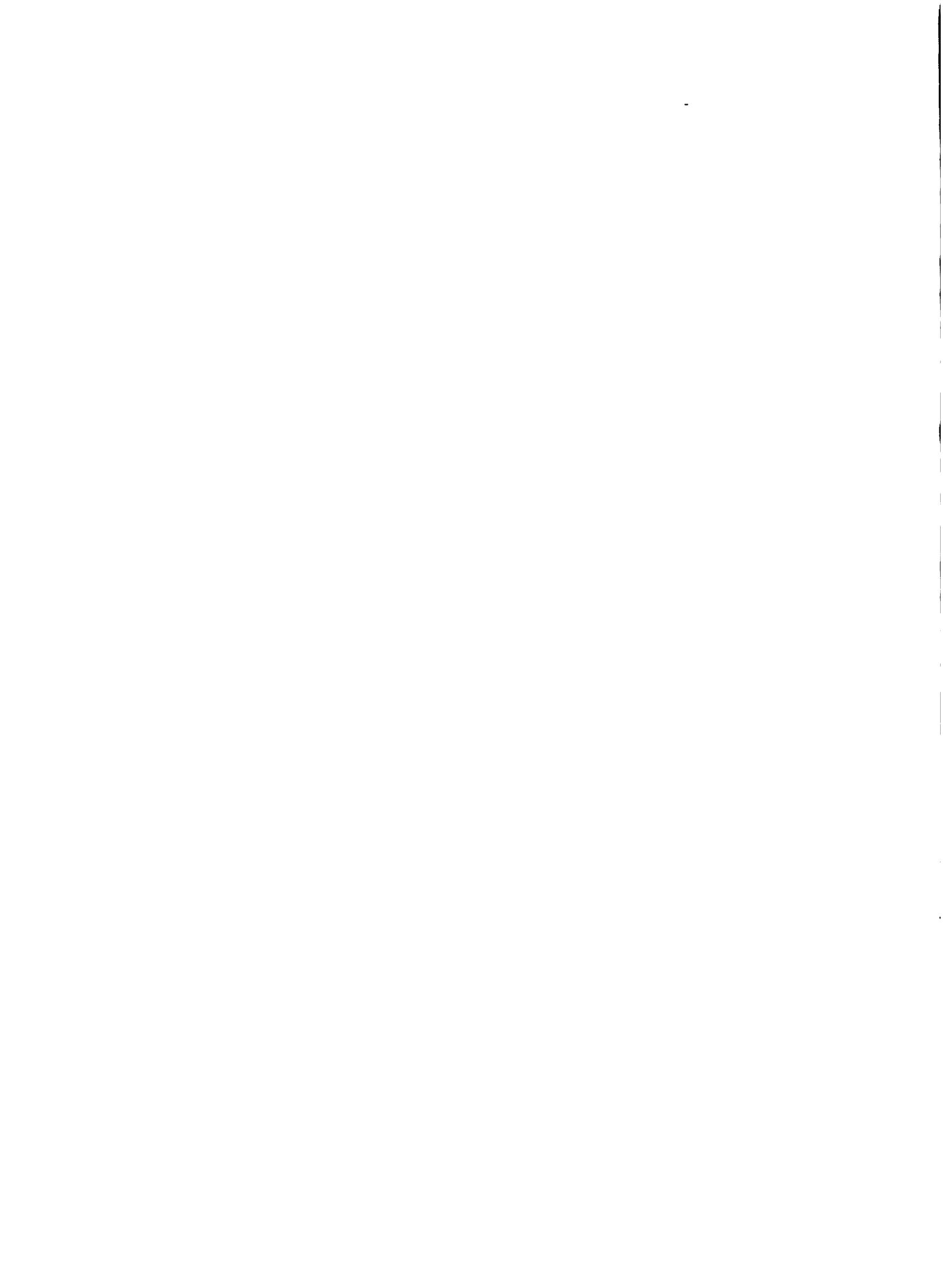


Gráfico N° 2.1.6

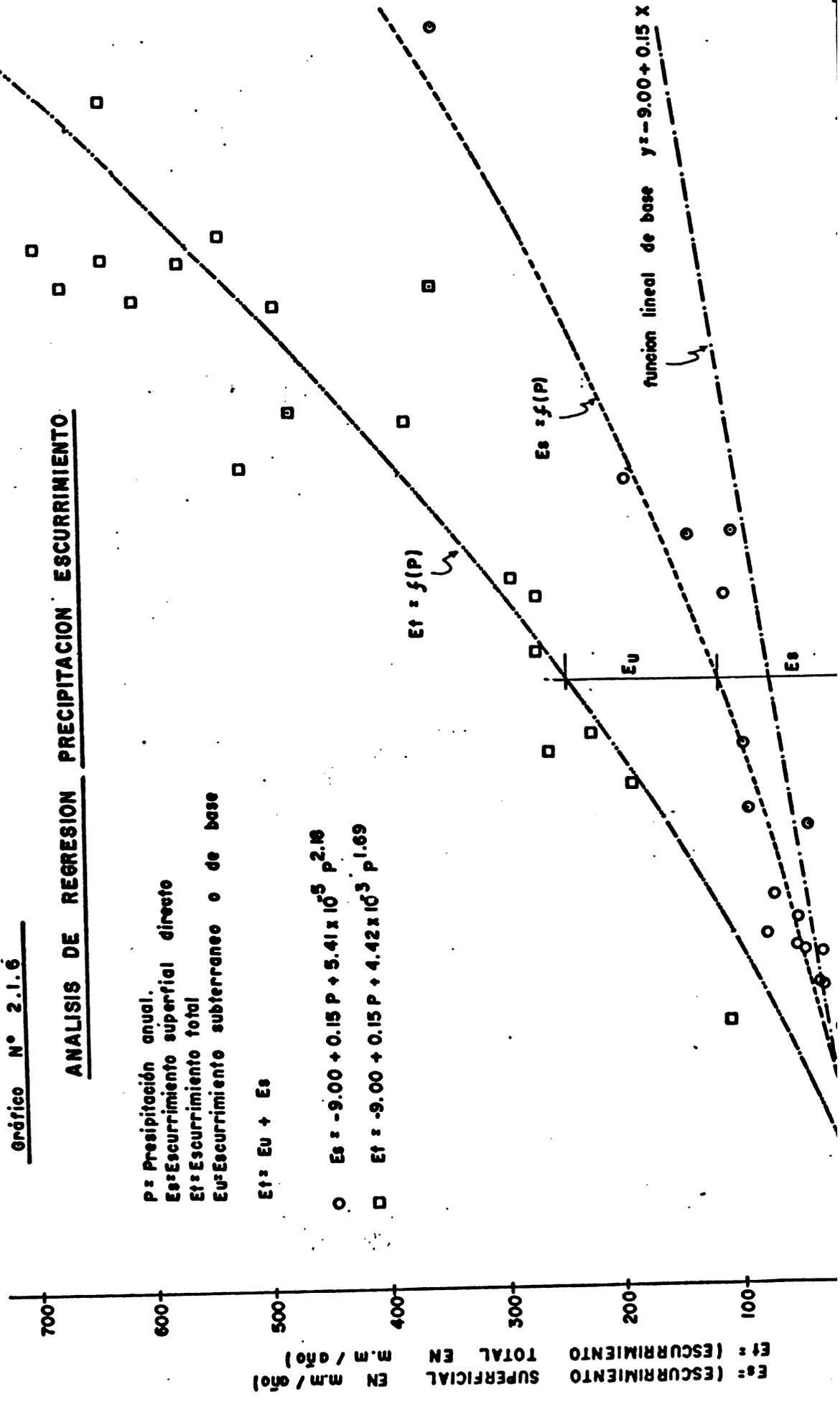
ANÁLISIS DE REGRESIÓN PRECIPITACION ESCURRIMIENTO

P: Precipitación anual.
 Es: Ecurrimiento superficial directo
 Et: Ecurrimiento total
 Eu: Ecurrimiento subterráneo o de base

$Et = Eu + Es$

○ $Es = -9.00 + 0.15 P + 5.41 \times 10^{-5} P^{2.16}$

□ $Et = -9.00 + 0.15 P + 4.42 \times 10^{-3} P^{1.69}$



Es: (ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL EN M.M / aÑO)
 Et: (ESCURRIMIENTO TOTAL EN M.M / aÑO)



c.3) Modelo de Descomposición a Nivel Mensual

Determinándose la esorrentía total anual con la ecuación de regresión ya descrita, esta debe luego ser descompuesta en 12 valores mensuales habiéndose desarrollado para ello un modelo de descomposición muy similar al que se desarrolló, para igual propósito, con la precipitación.

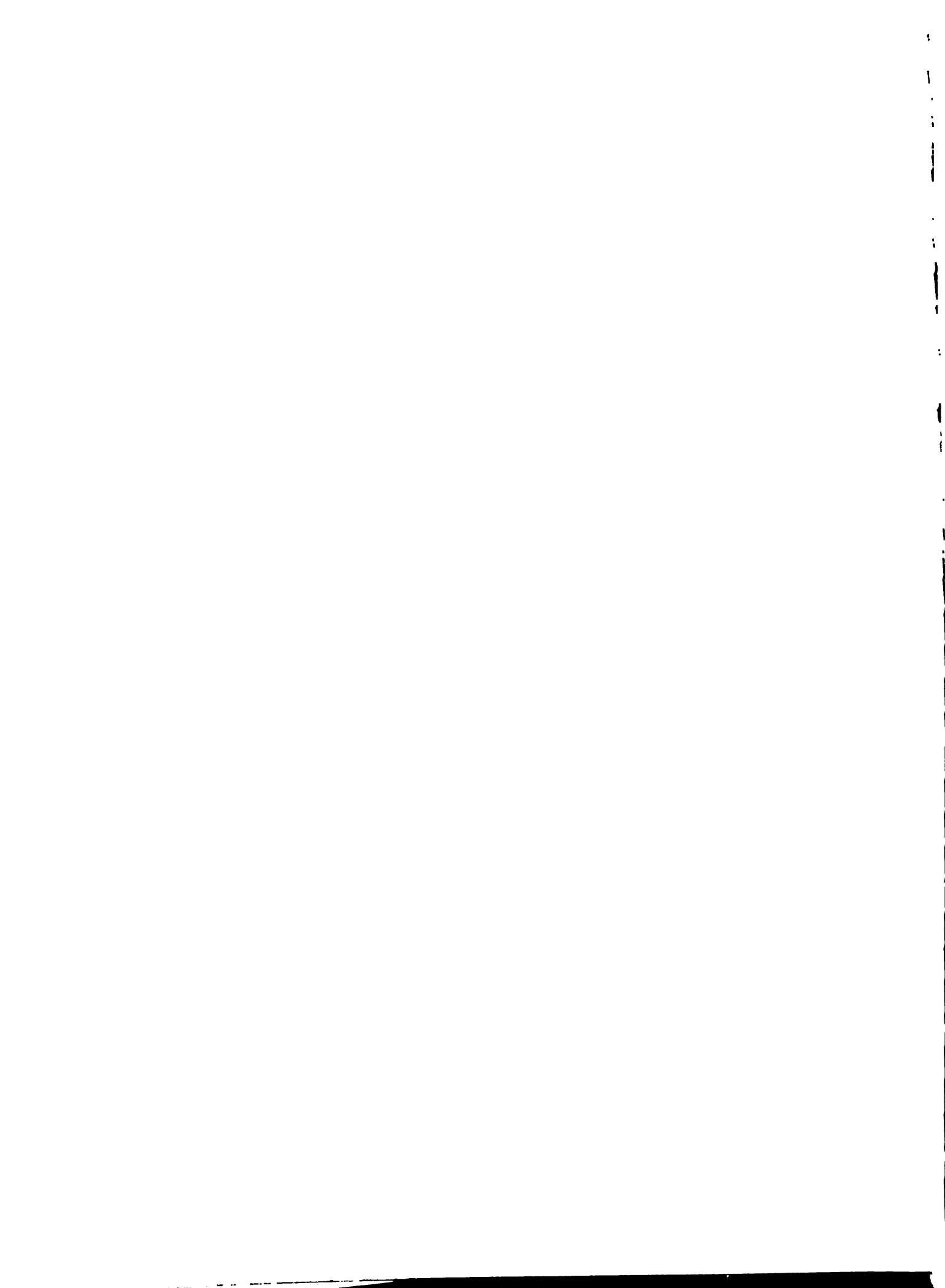
Convirtiendo los registros de descargas medias mensuales (Q_i) en coeficientes mensuales (C_i) que representan la relación de las descargas mensuales entre la descarga total anual ($C_i = Q_i/Q_a$) se ha calculado la desviación standard (S) de la variable C_i para el ciclo anual, tomándose este parámetro (S) como representativo del grado de variabilidad del hidrograma anual de descargas. En el Cuadro 2.1.13 se muestran los valores anuales de variable (S) obtenidos para las cuencas controladas.

La correlación entre los valores medios de la variable (S) y las áreas de cuenca correspondientes, tal como se intentó en el análisis regional de la Vertiente Cerrada, dió resultados nada significativos y por lo tanto no se empleó en este caso.

Se efectuó luego la correlación de la variable (S) con los escurrimientos anuales E_s (escurrimiento superficial) y E_T (escurrimiento total) obteniéndose los resultados que se muestran en los Gráficos 2.1.7 y 2.1.8.

Las estaciones consideradas en el análisis de correlación $S = F(E_s)$ fueron las de Talula, Pampa Grande y Canasmoro. No se empleó la información de las estaciones de San Jose de Pampa Grande y de Chilcara por mostrar una dispersión no significativa al análisis de correlación.

Las estaciones consideradas en el análisis de correlación $S = F(E_T)$ fueron las de Obrajes, Pajonal y Santa Ana. No se empleó, en este caso, la información de las estaciones de El Molino y San Jacinto por el mismo motivo del caso anterior.

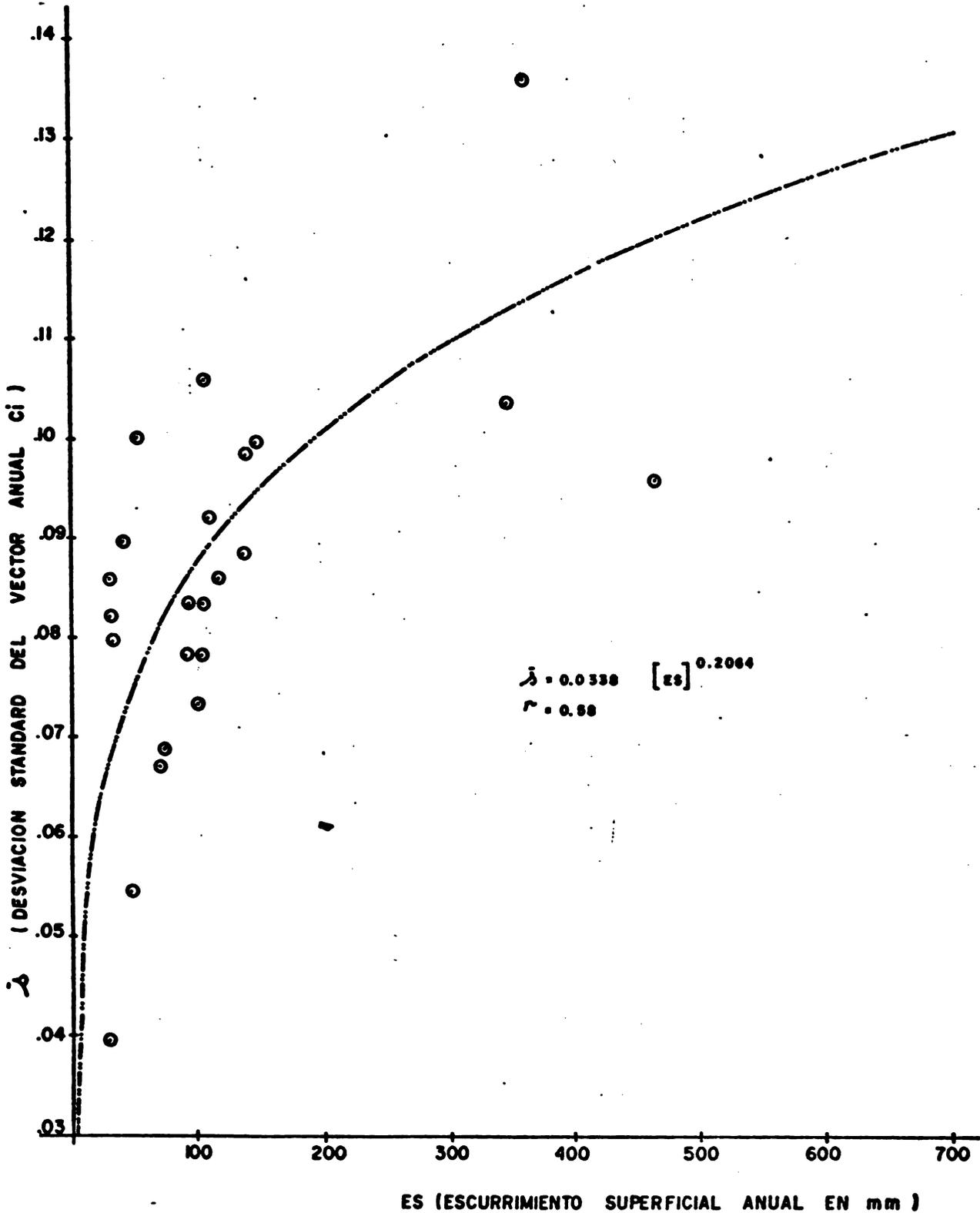


CUADRO No 2.1.13

DESVIACIÓN STANDARD DEL VECTOR DE COEFICIENTES MENSUALES (S)

<u>Año</u>	<u>San José</u>	<u>El Puente</u>	<u>Talula</u>	<u>El Molino</u>	<u>Chilcara</u>	<u>Ppa. Grande</u>	<u>Canasmoro</u>	<u>Obrajes</u>	<u>San Jacinto</u>	<u>Pajonal</u>	<u>Santa Ana</u>
1942	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1943	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1944	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1945	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1946	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1947	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1949	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963	-	-	0.0886	-	-	-	-	-	0.0900	-	-
1964	-	-	0.0835	-	-	-	-	-	0.0792	-	-
1965	-	-	0.0686	-	-	-	-	-	0.0779	-	-
1966	-	-	0.0545	-	-	-	-	-	0.0730	-	-
1967	-	-	0.0670	-	-	-	-	-	0.0808	-	-
1968	-	-	0.1708	-	-	-	-	-	0.0720	-	-
1969	-	-	0.0831	-	-	0.0397	-	-	0.0876	-	-
1970	0.0585	-	0.0782	-	-	0.0797	-	-	0.0822	-	-
1971	0.0935	-	0.0921	-	-	0.0824	-	-	0.0877	0.0866	0.0696
1972	0.1404	-	0.0857	-	-	0.0898	-	-	0.0885	0.0872	0.0770
1973	-	-	0.0773	-	0.0741	0.0857	-	-	0.0939	0.0601	0.0815
1974	-	-	0.0984	-	0.1253	0.1009	-	-	0.1021	-	-
1975	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1002	-	-
1976	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0894	0.1047	0.0887
1977	-	0.0516	-	-	-	-	0.0989	-	-	-	-
1978	-	0.0575	0.0729	0.1546	0.0924	-	0.1034	0.1036	-	0.1017	0.1076
1979	-	-	0.1062	0.1382	0.0989	-	0.0953	0.1056	-	-	0.1013
1980	-	-	-	0.1249	-	-	0.1356	0.1013	-	-	-

**MODELO DE DESCOMPOSICION MENSUAL DE LA ESCORRENTIA
ANALISIS DE REGRESION EMPLEADO**



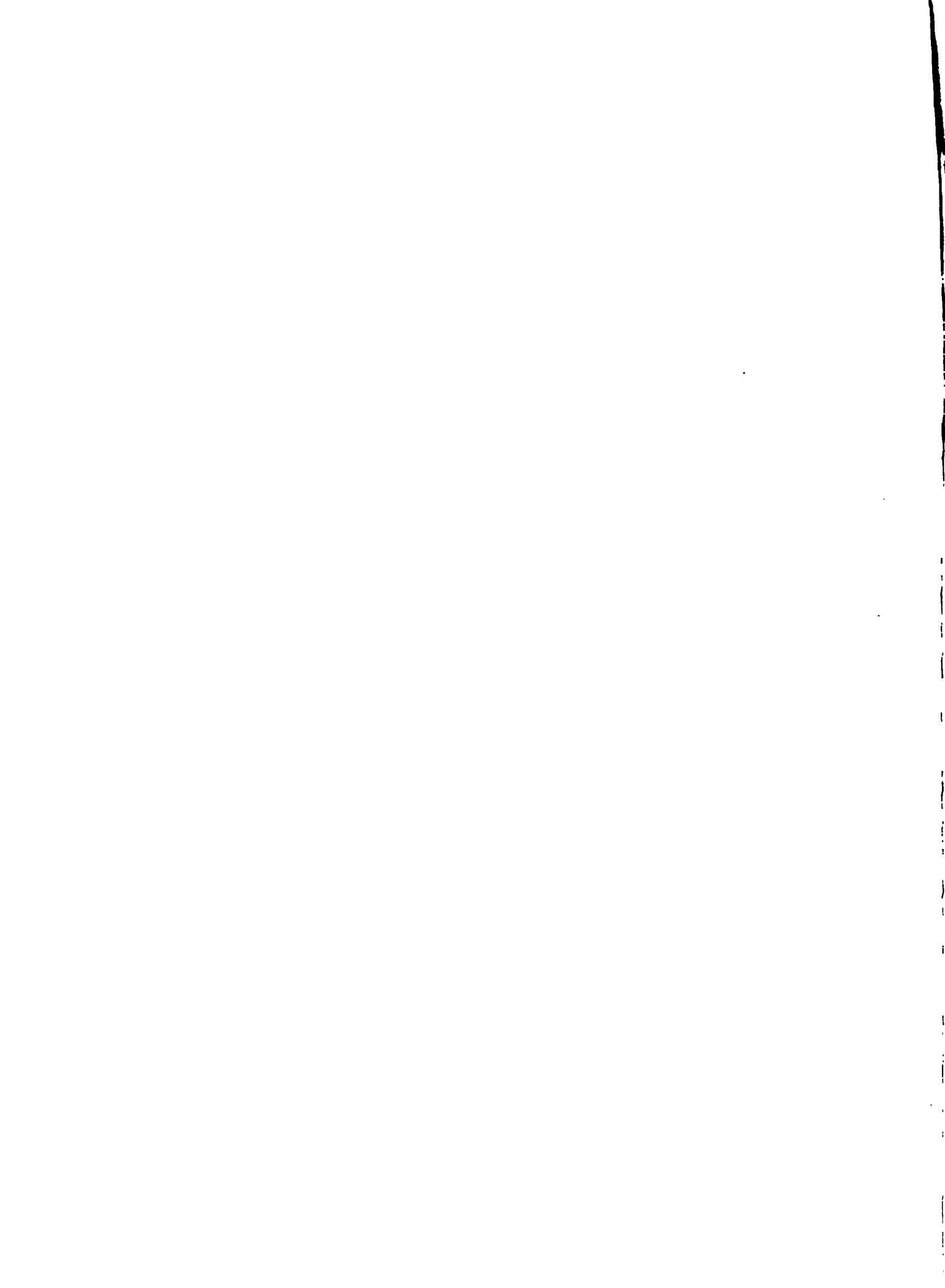
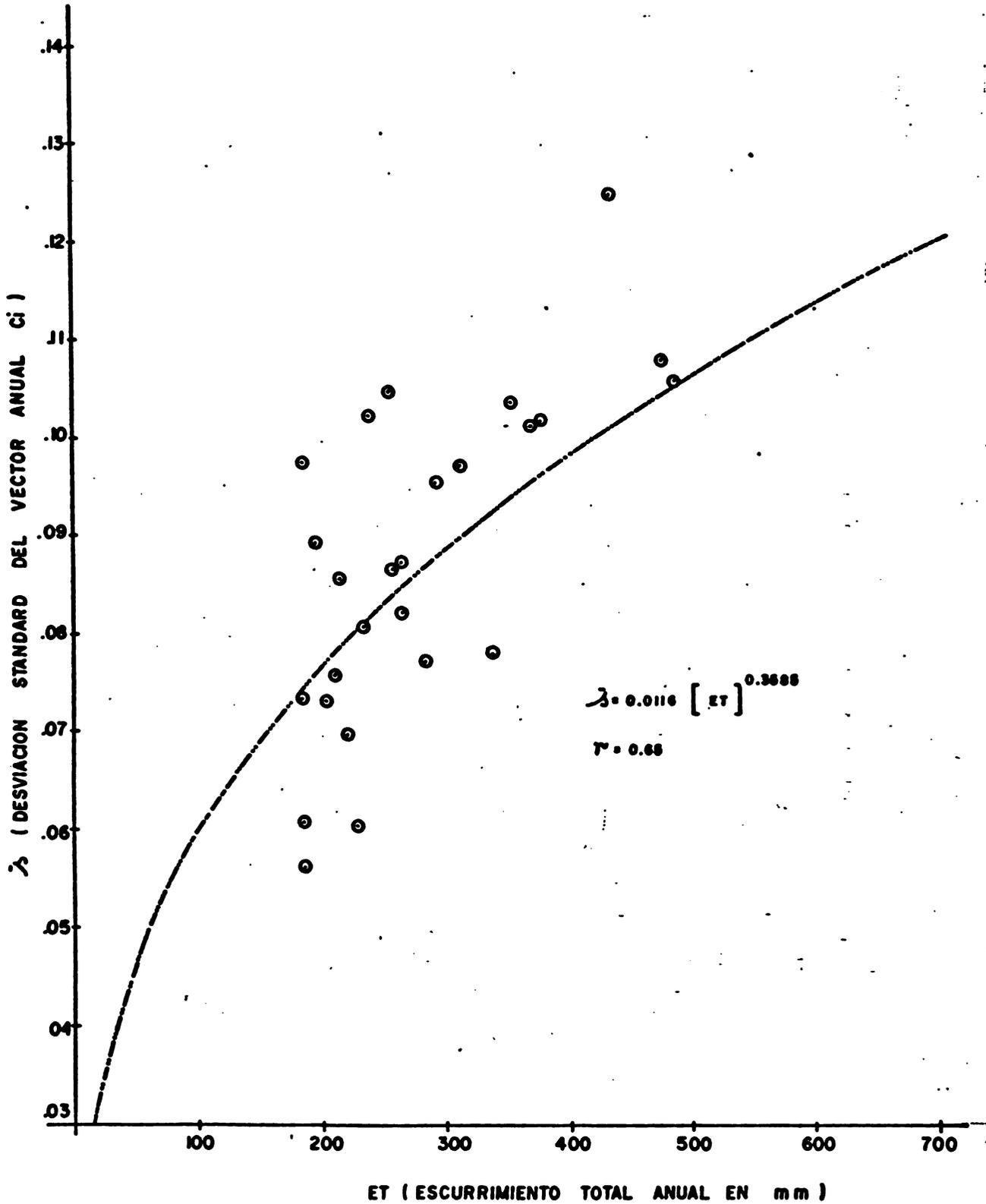


Gráfico N° 2.1.8

MODELO DE DESCOMPOSICION MENSUAL DE LA ESCORRENTIA
ANALISIS DE REGRESION EMPLEADO





Aceptándose que el coeficiente (C_i) para cada mes se obtiene, al igual que en el modelo de descomposición mensual de precipitaciones, de la transformación de un coeficiente standard (t_i) resulta que:

$$C_i = m + t_i \cdot s$$

donde (s) se obtiene en función del escurrimiento anual empleándose, según sea el caso, cualquiera de las ecuaciones de regresión que se muestran en los Gráficos 2.1.7 ó 2.1.8 y $m = 1/12$, constante igual al valor medio del vector C_i dentro del ciclo anual.

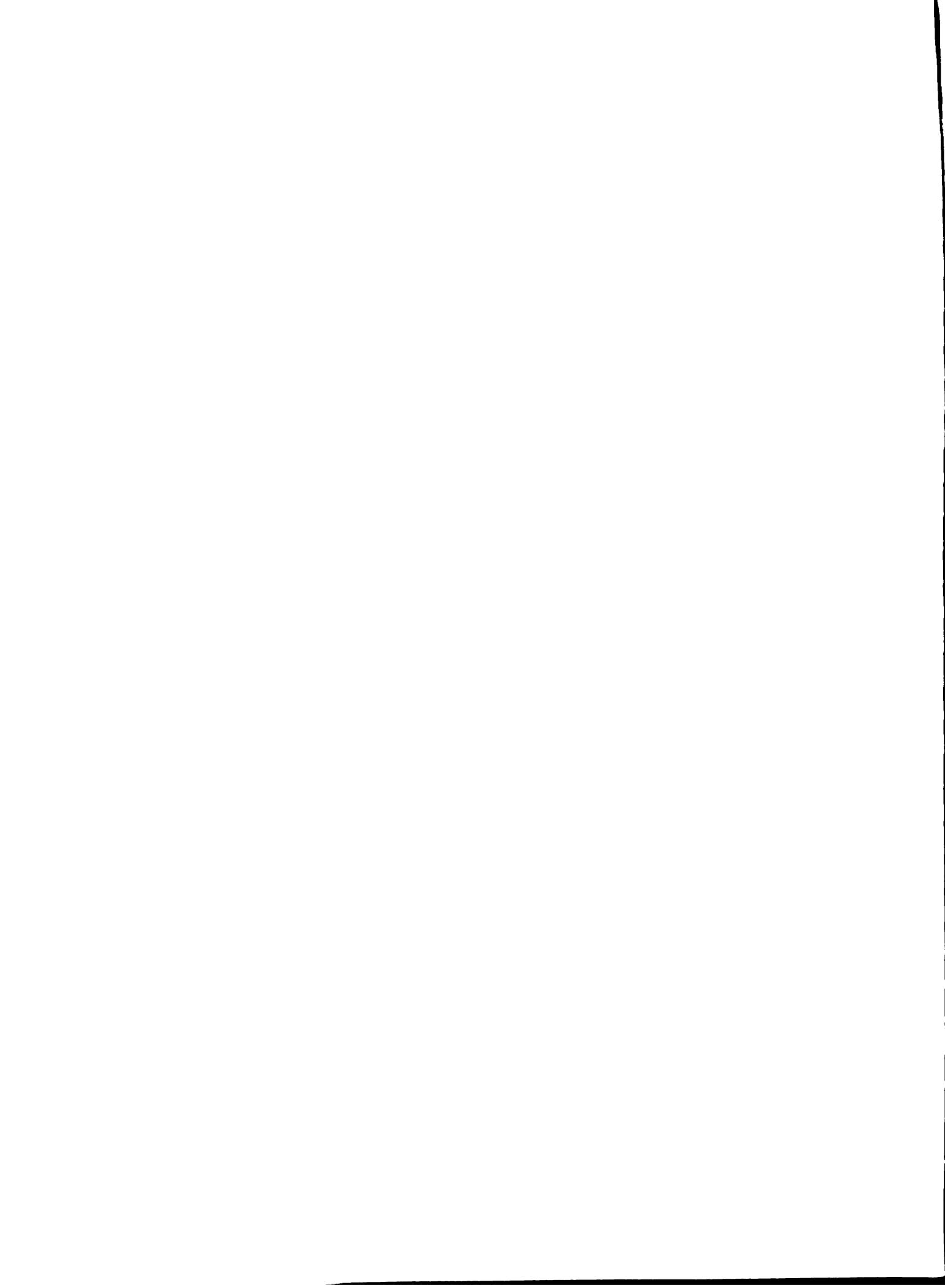
La composición del vector (t_i) fue determinada calculándose estos valores con los registros de descargas anuales de las estaciones de Talula, Pampa Grande, Canasmoro, Obrajes, Entre Ríos (Pajonal) y Entre Ríos (Santa Ana).

Luego, ordenándose en forma decreciente los 12 elementos componentes de cada vector anual, se efectuaron dos análisis de regresión independientes entre los parámetros S (desviación standard del vector C_i) como variable independiente y cada uno de los elementos del vector t_i como variables dependientes, tomándolas de uno en uno y en el orden decreciente previamente establecido.

En la primera regresión se emplearon las estaciones relacionadas con un comportamiento de escurrimiento superficial (E_S), es decir las estaciones de Talula, Pampa Grande y Canasmoro y en la segunda las estaciones relacionadas con un comportamiento de escurrimiento total (E_T), es decir las estaciones de Obrajes, Entre Ríos (Pajonal) y Entre Ríos (Santa Ana).

Como resultado de este análisis se determinó una función genérica de la forma:

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$



Obteniéndose los coeficientes de correlación y valores para los parámetros a y b que se presentan en el Cuadro 2.1.14.

Al calcularse los coeficientes t_i con las funciones de regresión logarítmicas ($t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$) se produce un error ya que se pierden los valores de estandarización ($M = 0, S = 1$) por lo que es necesario efectuar una corrección a los valores t_i y obtener nuevamente las condiciones de estandarización. Los coeficientes mensuales corregidos son llamados K_i y se obtienen aplicando la ecuación normal de estandarización:

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{S(t_i)}$$

d) Síntesis del Modelo Hidrológico Regional y Reglas de Empleo.

Con el modelo hidrológico regional desarrollado en el presente estudio, basado en una información hidropluviométrica no muy adecuada por su escasez, se intenta la determinación de parámetros de comportamiento hidrológico, que comprenden tanto la precipitación como el escurrimiento superficial, en cualquier lugar ubicado dentro de la Vertiente del Plata y a un nivel de detalle suficiente como para ser empleados en estudios preliminares de evaluación de recursos hídricos para proyectos de desarrollo hidráulica ya sean estos de riego o de otro propósito.

Considerando que, para una mejor comprensión del modelo, es necesario presentar una recapitulación de sus componentes a continuación se presenta un resumen de las funciones desarrolladas indicándose los pasos que se deben seguir para su empleo.

d.1) Precipitación

- i. En base a las coordenadas (X, Y) y a la zona en que se encuentre el lugar de interés se determinan los parámetros M y S de la distribución de probabilidades asignada a la variable precipitación total anual (distribución logarítmica normal). Las ecuaciones que se emplean con este fin se indican en el Cuadro 2.1.7.



CUADRO No 2.1.14RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN $T_I - S$

Caso Escurrimiento Superficial $t_i = f(s(E_S))$					Caso Escurrimiento Total $t_i = f(s(ET))$				
<u>i</u>	<u>a_i</u>	<u>b_i</u>	<u>r</u>	<u>Mes</u>	<u>i</u>	<u>a_i</u>	<u>b_i</u>	<u>r</u>	<u>Mes</u>
1	4.6238	2.1928	0.64	Febrero	1	3.6202	1.2448	0.31	Febrero
2	-0.9473	-2.1257	-0.62	Marzo	2	1.8650	0.5334	0.12	Marzo
3	-1.3729	-1.9325	-0.52	Enero	3	-1.2458	-1.8444	-0.41	Enero
4	-0.2496	-0.4680	-0.18	Abril	4	-1.2660	-1.3674	-0.38	Abril
5	-0.3955	-0.2032	-0.14	Diciembre	5	-1.2084	-1.0253	-0.45	Diciembre
6	-0.7563	-0.2913	-0.23	Mayo	6	-1.1116	-0.6783	-0.52	Mayo
7	-0.6754	-0.1424	-0.14	Noviembre	7	-0.8556	-0.3224	-0.23	Noviembre
8	-0.3769	0.2052	0.26	Junio	8	-0.4388	0.1431	0.15	Junio
9	-0.3676	0.2475	0.32	Julio	9	-0.0935	0.5324	0.49	Julio
10	-0.0392	0.5951	0.68	Octubre	10	0.0598	0.7207	0.67	Octubre
11	0.3462	0.9994	0.78	Agosto	11	0.2774	0.9650	0.79	Agosto
12	0.3587	1.0321	0.78	Septiembre	12	0.4595	1.1609	0.85	Septiembre



- ii. La precipitación total anual en milímetros, para una persistencia requerida, se obtiene empleándose la siguiente ecuación:

$$P (\%) = 10^{(M + t (\%) S)}$$

En donde:

M: Media de la distribución logarítmico normal.

S: Desviación standard de la distribución logarítmico normal.

t (%): Ordenada de una distribución normal standard correspondiente a una persistencia dada en %.

P (%): Precipitación anual en milímetros.

- iii. La descomposición de la precipitación total anual (P_A) en valores mensuales (P_i) se logra empleándose las siguientes ecuaciones:

$$P_i = C_i (P_A)$$

$$C_i = m = K_i \cdot s$$

$$m = 1/12$$

$$s = 0.1304 + 4.172 \times 10^{-5} \cdot P_A$$

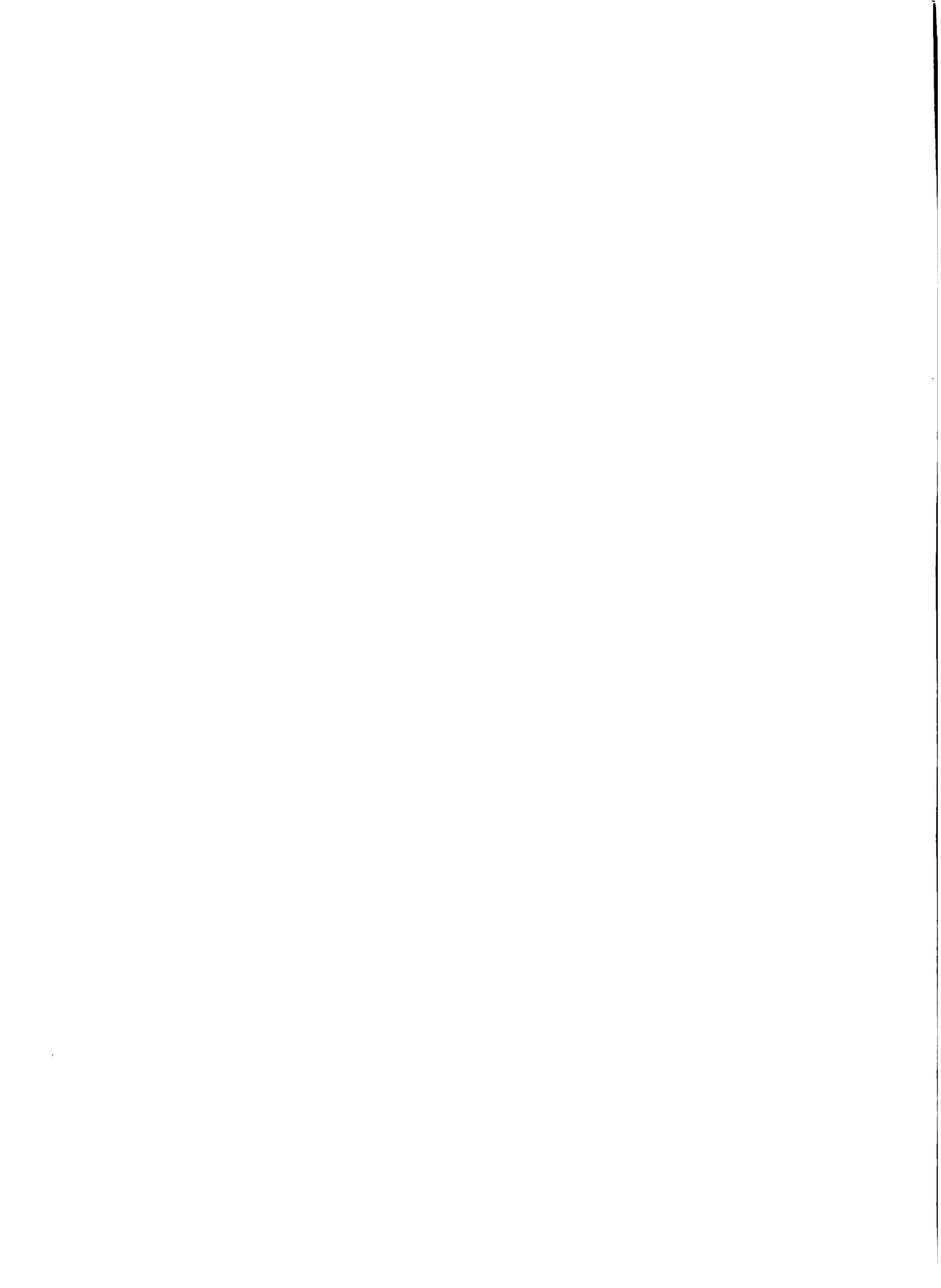
$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{s(t_i)}$$

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$

Obteniéndose los valores mensuales de a_i y b_i del Cuadro 2.1.9.

d.2) Escurrimiento

- i. En base a las coordenadas (X, Y) y a la zona en que se encuentra el centro de gravedad de la cuenca hidrográfica, cuyo escurrimiento se quiere determinar, se obtienen los parámetros M y S de la distribución de probabilidades



asignadas a las precipitaciones en dicho centro de gravedad y, por lo tanto, representativas a la cuenca hidrográfica.

Las ecuaciones que se emplean son las mismas que se presentan para el caso de precipitaciones (d.1-i.).

- ii. La precipitación total anual en milímetros, para una persistencia requerida se obtiene siguiendo el mismo procedimiento que se indica en el punto anterior (d.1-ii.).
- iii. Para convertir la precipitación anual (P) que se obtiene del punto d.2-ii. ya sea en escurrimiento superficial (E_S) o escurrimiento total (E_T), se emplean las siguientes ecuaciones:

$$E_S = -9.00 + 0.15 P + 5.41 \times 10^{-5} \cdot p^{2.18}$$

$$E_T = -9.00 + 0.15 P + 4.42 \times 10^{-3} \cdot p^{1.69}$$

- iv. La descomposición del escurrimiento anual, ya sea este E_S o E_T en valores mensuales (E_i) se logra empleándose las siguientes ecuaciones:

$$E_i = C_i \cdot E \quad (E = E_S \text{ o } E_T)$$

$$C_i = m + K_i \cdot s$$

$$m = 1/12$$

$$s = 0.0338 (E_S)^{0.2064}$$

$$\text{o } s = 0.0116 (E_T)^{0.3565}$$

$$K_i = \frac{t_i - M(t_i)}{s(t_i)}$$

$$t_i = a_i + b_i \text{ Log } (s)$$

Obteniéndose los valores mensuales de a_i y b_i del Cuadro 2.1.14.



- v. El cálculo de las descargas medias mensuales se logra a partir del escurrimiento anual (E), ya sea este E_S o E_T , área de cuenca (A) y coeficiente de distribución mensual (C_i), empleándose la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{E \times A \times C_i \times 12}{31.536 \times 10^3}$$

En donde:

Q_i = Descarga media mensual en $m^3/Seg.$

E = Escurrimiento anual en m.m. (E_S o E_T).

A = Area de cuenca en Km^2 .

C_i = Coeficiente de distribución mensual obtenido según procedimiento descrito en el punto (d.2-iv.).

2.1.5 Información Meteorológica Disponible

En el Cuadro 2.1.15 se presenta la información meteorológica de la Vertiente del Plata que se ha logrado recopilar para los fines de evaluación climatológica de las zonas donde han de desarrollarse los perfiles de proyectos de riego. En total, se han logrado identificar 16 estaciones meteorológicas.

Se ha calculado la evapotranspiración potencial correspondiente a 8 de las estaciones meteorológicas empleándose el método de Christian-Hargreaves el cual utiliza los datos de temperatura, humedad relativa, altitud sobre el nivel del mar y radiación extraterrestre.

La ecuación planteada es la siguiente:

$$ETP = 0.344 \cdot RT \cdot CTT \cdot CHT \cdot CE$$

En donde:

ETP = Evapotranspiración potencial en m.m./Día.

RT = Radiación extraterrestre (m.m./día). Los valores se obtienen de una tabla en función de la latitud.



CUADRO No 2.1.15

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA DE LA VERTIENTE DEL PLATA

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ESTACION: <u>Sucré</u> (20 Años)	LATITUD: 19°03'		LONGITUD: 65°17'					ALTITUD: 2,750 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	17.1	16.7	16.6	15.8	14.4	12.9	12.7	13.5	15.8	17.2	17.7	17.2
Temperatura Media Mfínima (°C)	10.9	10.7	10.3	8.9	6.4	4.0	3.7	5.2	7.1	10.8	10.3	10.5
Días con Helada	1.0	-	-	-	0.1	1.5	3.2	0.4	0.1	-	-	-
Humedad Relativa (%)	62.0	63.0	62.0	56.0	46.0	37.0	35.0	38.0	42.0	43.0	49.0	58.0
ESTACION: <u>Yocalla</u> (8 Años)	LATITUD: 19°24'		LONGITUD: 65°45'					ALTITUD: 3,450 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	16.3	15.8	15.9	15.2	12.2	11.0	10.2	11.6	13.8	15.2	16.4	16.7
Temperatura Media Mfínima (°C)	6.9	5.8	4.7	1.5	-1.8	-4.8	-5.3	-3.3	-0.5	2.9	5.0	6.8
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTACION: <u>Potosí</u> (21 Años)	LATITUD: 19°33'		LONGITUD: 65°42'					ALTITUD: 4,060 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	16.4	9.7	9.8	9.6	7.2	5.9	5.9	6.3	8.4	9.9	10.5	9.5
Temperatura Media Mfínima (°C)	4.8	4.9	4.5	3.3	0.2	-1.7	-1.9	0.7	1.1	2.9	3.8	4.2
Días con Helada	-	-	0.7	2.4	14.9	23.6	25.1	19.3	8.2	-	-	-
Humedad Relativa (%)	56.0	58.0	58.0	50.0	33.0	31.0	32.0	31.0	37.0	41.0	47.0	56.0
ESTACION: <u>Puna</u> (17 Años)	LATITUD: 19°46'		LONGITUD: 65°27'					ALTITUD: 3,420 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	14.2	16.5	13.6	12.6	10.6	8.7	8.6	9.9	11.4	13.5	14.3	14.1
Temperatura Media Mfínima (°C)	7.8	7.9	6.7	4.3	0.6	-2.5	-2.5	-0.5	3.1	4.9	6.4	7.3
Días con Helada	1.0	1.3	2.7	4.4	19.2	25.6	24.5	22.2	10.8	5.4	3.1	1.5
Humedad Relativa (%)	64.0	66.0	64.0	51.0	38.0	32.0	35.0	38.0	46.0	44.0	48.0	59.0
ESTACION: <u>Turuchipa</u> (15 Años)	LATITUD: 19°47'		LONGITUD: 64°58'					ALTITUD: 1,800 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	22.5	22.2	22.1	21.1	19.7	17.9	18.1	19.4	21.0	22.1	22.6	22.6
Temperatura Media Mfínima (°C)	15.6	14.9	15.3	14.6	10.9	10.1	9.8	10.9	14.1	14.5	15.2	15.8
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTACION: <u>Camargo</u> (3 Años)	LATITUD: 20°39'		LONGITUD: 65°12'					ALTITUD: 2,770 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	23.3	23.2	23.3	21.8	17.7	16.0	16.2	19.0	21.2	23.0	23.8	24.3
Temperatura Media Mfínima (°C)	10.2	10.3	9.4	6.6	3.1	1.3	1.3	2.5	5.0	7.0	8.9	10.2
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	46.0	47.0	44.0	39.0	38.0	37.0	30.0	34.0	35.0	36.0	40.0	44.0
ESTACION: <u>Culpina</u> (5 Años)	LATITUD: 20°49'		LONGITUD: 64°57'					ALTITUD: 2,970 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	13.1	12.6	12.6	11.7	9.9	8.9	9.6	9.7	11.1	13.1	13.8	13.9
Temperatura Media Mfínima (°C)	6.0	6.1	5.6	3.8	-	1.2	0.3	0.1	1.8	4.5	5.3	7.4
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	46.0	47.0	44.0	39.0	38.0	37.0	30.0	34.0	35.0	36.0	40.0	44.0
ESTACION: <u>Villamontes</u> (20 Años)	LATITUD: 21°15'		LONGITUD: 63°30'					ALTITUD: 448 m.s.n.m.				
Temperatura Media (°C)	27.7	26.4	25.1	22.7	20.6	18.6	18.5	21.9	24.3	26.2	27.1	27.5
Temperatura Media Mfínima (°C)	15.1	15.4	12.5	8.0	2.8	2.7	1.2	1.7	4.6	10.3	12.8	12.7
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	70.0	67.0	69.0	61.0	50.0	50.0	53.0	54.0	61.0	65.0	68.0	71.0



CUADRO No 2.1.15 (CONT.)

Concepto	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Dicte:
ESTACION: El Puente (13 Años)												
Temperatura Media (°C)	23.2	23.0	23.0	21.2	17.5	14.0	14.4	16.4	20.1	22.3	23.4	23.2
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LONGITUD: 65°16'												
ALTITUD: 2,200 m.s.n.m.												
ESTACION: Oplaca (13 Años)												
Temperatura Media (°C)	20.1	18.7	18.4	16.2	12.5	10.1	10.0	12.0	15.4	18.5	19.8	19.6
Temperatura Media Mínima (°C)	8.7	9.2	8.9	5.2	2.2	-0.7	-0.9	7.8	2.9	5.5	7.8	8.6
Días con Helada	1.6	1.2	8.2	19.7	21.8	20.5	19.0	9.7	9.0	4.5	2.2	0.5
Humedad Relativa (%)	71.0	71.0	66.0	59.0	49.0	42.0	42.0	42.0	47.0	49.0	51.0	61.0
LONGITUD: 65°46'												
ALTITUD: 3,120 m.s.n.m.												
ESTACION: Tupiza (9 Años)												
Temperatura Media (°C)	18.6	18.4	17.8	13.7	9.5	5.2	5.7	10.1	15.4	17.4	19.0	19.3
Temperatura Media Mínima (°C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LONGITUD: 65°43'												
ALTITUD: 2,950 m.s.n.m.												
ESTACION: Tarija (25 Años)												
Temperatura Media (°C)	21.4	21.1	20.2	18.6	15.8	13.7	13.8	15.2	18.2	20.4	20.3	21.5
Temperatura Media Mínima (°C)	13.8	13.7	12.8	10.0	5.6	2.3	2.0	3.7	7.3	10.6	12.3	13.2
Días con Helada	-	-	-	0.5	2.1	9.8	10.9	5.0	0.8	-	-	-
Humedad Relativa (%)	65.0	67.0	66.0	62.0	58.0	51.0	50.0	47.0	47.0	52.0	56.0	61.0
LONGITUD: 64°44'												
ALTITUD: 1,861 m.s.n.m.												
ESTACION: Mojo (11 Años)												
Temperatura Media (°C)	16.0	15.9	15.3	12.4	8.5	6.3	5.0	7.7	11.7	14.6	15.8	15.8
Temperatura Media Mínima (°C)	5.8	6.5	5.1	-0.2	-2.6	-4.9	-5.1	-3.9	1.7	2.4	4.1	4.3
Días con Helada	-	-	-	0.7	11.4	22.1	24.5	16.8	3.1	-	-	-
Humedad Relativa (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LONGITUD: 65°33'												
ALTITUD: 3,460 m.s.n.m.												
ESTACION: Villazón (9 Años)												
Temperatura Media (°C)	16.0	15.6	14.4	11.6	6.7	3.2	2.8	5.9	10.2	13.2	15.4	14.7
Temperatura Media Mínima (°C)	6.1	6.1	4.7	1.9	-4.2	-8.1	-8.7	-6.2	-0.6	2.5	5.3	7.4
Días con Helada	0.1	0.2	2.1	9.2	26.1	27.0	27.9	22.7	13.2	4.6	1.1	0.3
Humedad Relativa (%)	74.0	75.0	69.0	61.0	50.0	44.0	43.0	44.0	50.0	53.0	54.0	63.0
LONGITUD: 65°36'												
ALTITUD: 3,443 m.s.n.m.												
ESTACION: Yaculba (21 Años)												
Temperatura Media (°C)	26.8	26.0	24.1	21.2	18.6	15.4	16.7	19.0	22.8	25.3	26.6	27.0
Temperatura Media Mínima (°C)	17.8	17.6	16.4	14.0	11.4	8.8	7.0	7.8	11.7	14.6	16.5	17.3
Días con Helada	-	-	-	0.1	1.0	2.7	2.9	2.2	0.3	-	-	-
Humedad Relativa (%)	74.0	77.0	76.0	74.0	65.0	52.0	48.0	52.0	56.0	63.0	67.0	70.0
LONGITUD: 63°43'												
ALTITUD: 580 m.s.n.m.												
ESTACION: Bermejo (3 Años)												
Temperatura Media (°C)	26.9	26.4	24.9	22.1	17.5	17.3	18.2	18.4	23.2	24.0	25.9	26.7
Temperatura Media Mínima (°C)	20.7	20.6	19.3	17.4	14.7	10.6	7.5	9.6	13.0	16.9	18.5	20.2
Días con Helada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Humedad Relativa (%)	83.0	86.0	88.0	83.0	78.0	65.0	60.0	61.0	69.0	72.0	79.0	82.0
LONGITUD: 64°21'												
ALTITUD: 914 m.s.n.m.												



$$CTT = 0.463 + 0.425 (T/T_0) + 0.112 (T/T_0)^2$$

T = Temperatura media en °C

T₀ = 20 °C

$$CHT = 0.970 + 0.030 (E/E_0)$$

E = Elevación en metros sobre el nivel del mar

E₀ = 305 m.s.n.m.

En el Cuadro 2.1.16 se presentan los resultados de aplicar el método a 8 estaciones meteorológicas, transformando las cifras a m.m./mes.

2.2. Geología

Para la realización del diagnóstico de la Vertiente del Plata, se ha procedido a la recopilación y evaluación de la información disponible, seguida de una interpretación orientada a establecer las características geológicas principales que guarden relación con los objetivos del estudio.

2.2.1 Regiones Morfológicas

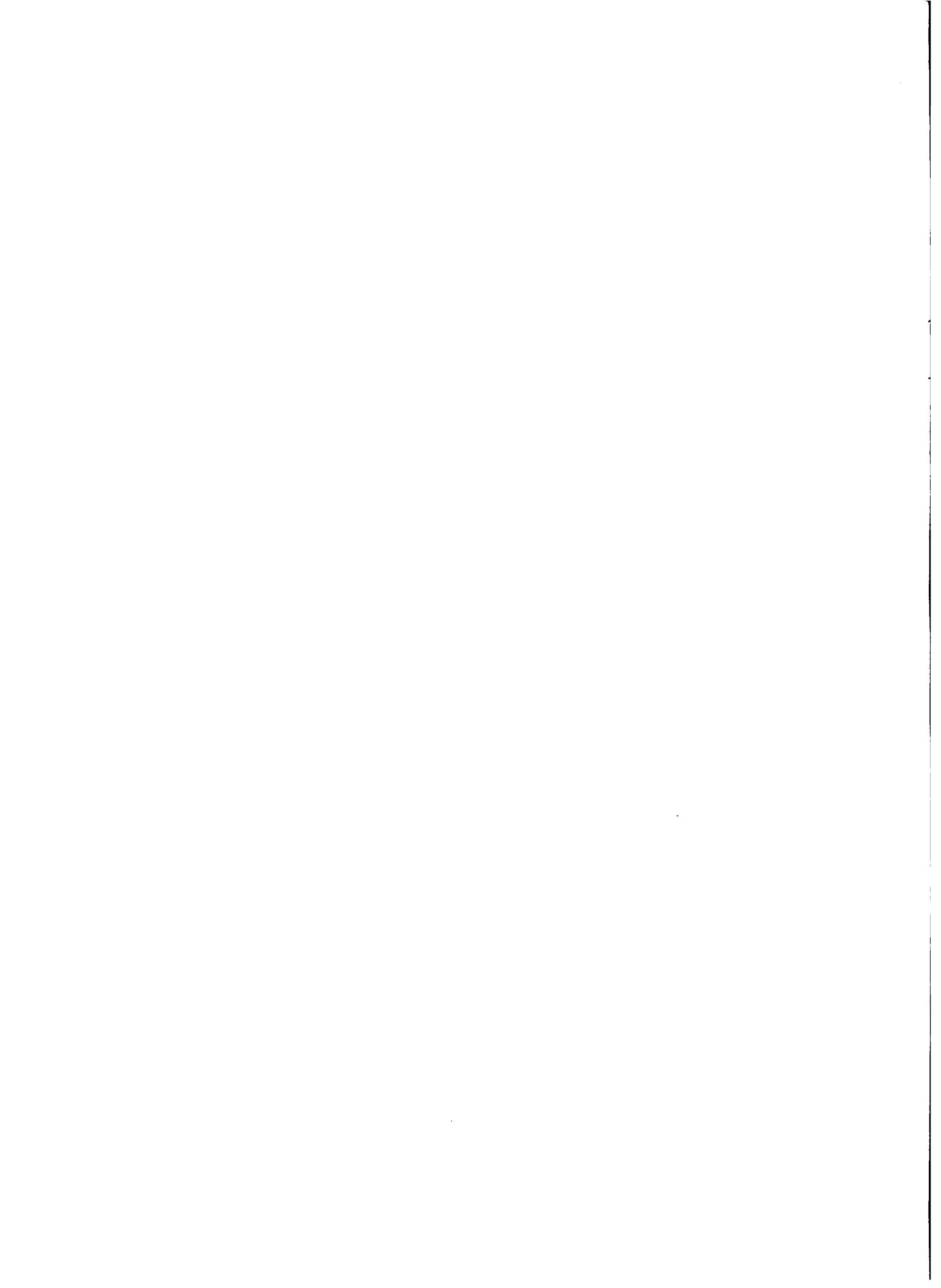
La Vertiente, objeto de estudio, se encuentra situada en la parte Central Sud del territorio boliviano. En ella se aprecian claramente dos regiones morfológicas netamente contrastantes constituidas por una zona de relieve montañosa y otra llana.

a) Región Montañosa.

La zona montañosa está constituida por el sector meridional de las regiones conocidas bajo las denominaciones de Cordillera Oriental y de Serranías Subandinas.

a.1) Cordillera Oriental

La porción de la Cordillera Oriental que se encuentra emplazada dentro de la Vertiente del Plata, ocupa alrededor de dos terceras partes de su extensión superficial.



CUADRO No 2.1.1.16

EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL DE LA VERTIENTE DEL PLATA

MÉTODO: CHRISTIANSEN-HARGREAVES

UNIDAD: MILÍMETROS/MES

Estación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Sucre	201.2	192.7	178.1	159.5	138.1	121.3	125.0	144.8	178.2	204.1	218.0	206.3	2,067.2
Potosí	224.6	171.0	157.9	143.2	116.6	102.7	105.8	121.8	149.3	173.7	186.8	174.8	1,827.3
Camargo	262.2	255.9	238.1	201.2	155.0	133.9	139.8	174.9	213.0	247.5	269.0	273.1	2,563.6
Puna	188.4	197.8	165.7	153.8	127.3	109.6	112.9	133.6	158.6	189.8	203.7	196.8	1,938.1
Tarija	213.2	201.5	182.4	157.6	127.7	112.8	116.6	140.5	176.8	207.2	215.3	219.0	2,070.6
Yacuiba	203.3	186.4	165.3	135.7	120.9	106.9	116.9	142.1	178.4	204.4	219.0	215.8	1,995.2
Bermejo	185.0	165.5	138.3	125.6	102.9	108.2	119.4	136.1	170.5	187.4	190.3	187.5	1,816.7
Culpina	189.7	182.8	170.2	144.6	118.6	104.7	111.3	128.2	151.9	184.7	196.1	197.4	1,880.2



VERTIENTE DEL PLATA

ESCALA 1:1000000



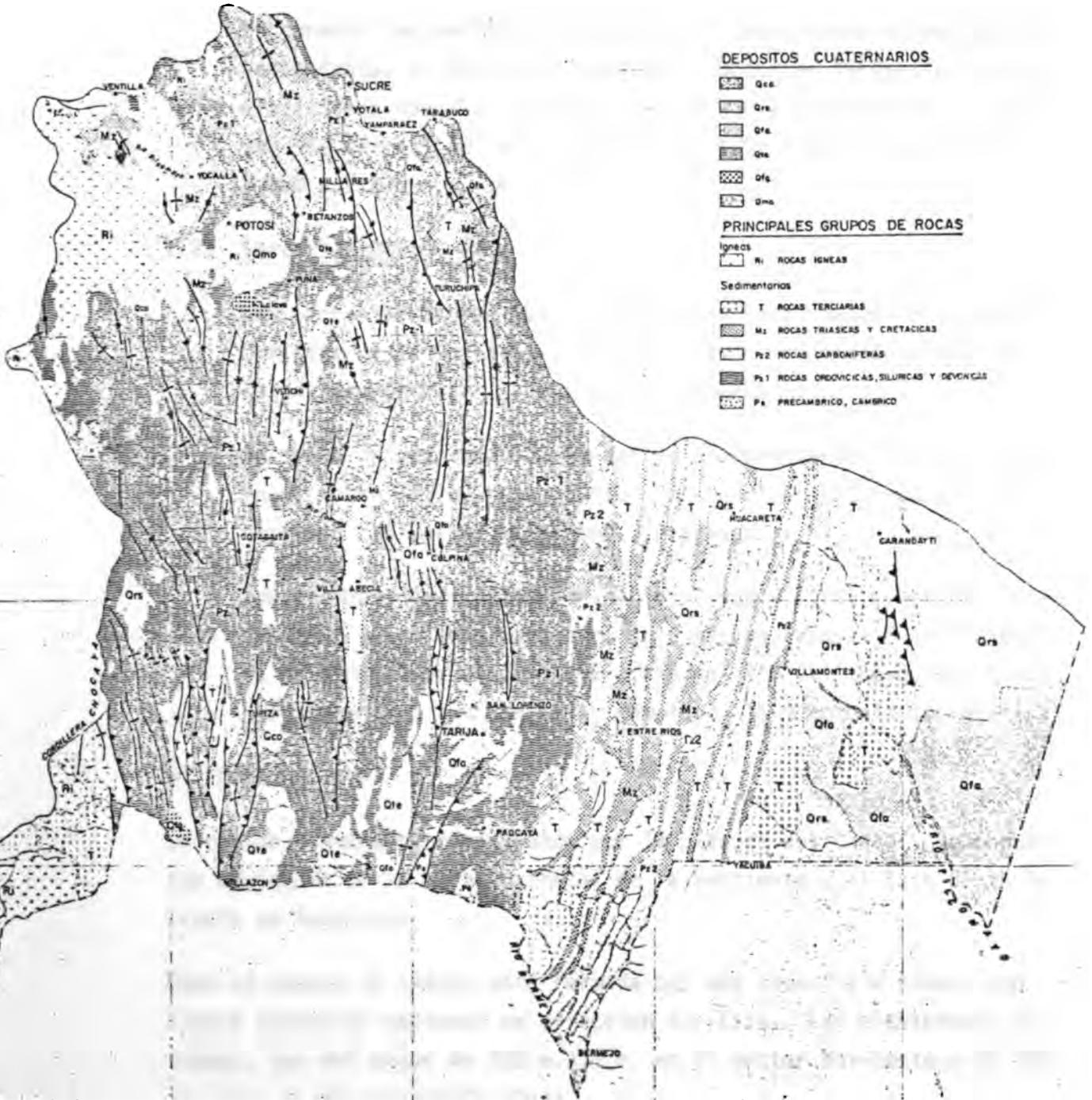
67° 66° 65° 64° 63°

DEPOSITOS CUATERNARIOS

- Qca
- Qrk
- Qfa
- Qta
- Qfg
- Qms

PRINCIPALES GRUPOS DE ROCAS

- Ígneas**
- Ri ROCAS ÍGNEAS
- Sedimentarias**
- T ROCAS TERCIARIAS
 - Mz ROCAS TRIASICAS Y CRETADICAS
 - Pz2 ROCAS CARBONIFERAS
 - Pz1 ROCAS ORDOVICICAS, SILURICAS Y DEVONICAS
 - Pa PRECAMBRICO, CAMBRICO



19°
20°
21°
22°
23°



Este amplio macizo montañoso se caracteriza por su relieve elevado y quebrado. En él alternan superficies rocosas positivas con depresiones de paredes escarpadas y lechos de valles profundos.

En general las partes de mayor altura topográfica se encuentran concentradas en los sectores Norte y Oeste de la Vertiente con elevaciones que fluctúan entre los 4,500 y 5,500 m.s.n.m., las que van decreciendo en dirección Sur Este hasta llegar a los 2,500 y 2,000 m.s.n.m.

a.2) Serranías Subandinas

Las Serranías Subandinas se encuentran localizadas en la parte Sur Este de la Vertiente, en una zona de transición, entre la Cordillera Oriental y la Llanura Chaqueña.

Se trata de una serie de serranías claramente definidas y paralelas entre sí, de rumbo Norte, Nor-Este-Sur y Sur-Oeste, que alternan con valles estrechos y alargados.

Sus elevaciones fluctúan entre los 2,000 y 1,000 m.s.n.m., conformando un relieve ondulado, cuya máxima exposición morfológica está dada por el profundo corte del Río Pilcomayo, que cruza oblicuamente a las serranías rompiendo la monotonía topográfica.

b) Región Llana.

La región llana está constituida por la Llanura del Chaco. Se encuentra emplazada en la parte Oriental de la Vertiente y al Este de la Serranía de Aguaraque.

Como su nombre lo indica está formada por una superficie plana, con ligera pendiente regional en dirección Sur-Este. Las elevaciones extremas, son del orden de 700 m.s.n.m. en el sector Nor-Oeste y de 300 m.s.n.m. en su opuesto Sur-Este.



2.2.2 Geomorfología

Las formas de relieve positivo que ocupan la zona montañosa han sido originadas como consecuencia de la acción de los diferentes procesos tectónicos que actuaron en diferentes épocas, y en menor proporción por el vulcanismo que tuvo lugar, en forma localizada, en los sectores Nor-Oeste y Sur-Oeste de la Vertiente. Dentro de los procesos exógenos que modelaron el paisaje primario transformándolo y dando lugar a nuevas formas de relieve, se cuentan principalmente los de meteorización, erosión y glaciación.

La actividad glacial solamente ha tenido lugar en la parte Oeste de la Vertiente, donde han desarrollado ciertas formas propias del paisaje traducidas en valles y depósitos glaciales localizados en las partes más elevadas del relieve montañoso. En el resto de la Cordillera Oriental ha predominado un intenso grado de meteorización y sobre todo de erosión fluvial que ha transformado completamente el paisaje primario, dando lugar a un relieve fuertemente quebrado, caótico, por el desarrollo frecuente de valles encajonados y estrechos de elevado gradiente hidráulico. La característica geomorfológica dominante es la profundización activa de su cauce y el elevado poder de transporte de sedimentos, que constituyen factores importantes en la selección de sitios de emplazamientos de presas.

En contraste con este paisaje típico de la montaña alta, en menor grado se han formado ciertos valles amplios de relieve suave como los de Camargo - Las Carreras, Iscayachi y otros menores clasificados como valles sinclinales por estar controlados por tal tipo de estructuras geológicas.

Los valles de Culpina, Tupiza, Tarija y otros, tienen cierta relación con el fracturamiento de la corteza terrestre, producto de las fallas geológicas y con la acción fluvial y lacustre sola o combinada.

Por otra parte, los fenómenos de erosión antigua han dado lugar a la formación de extensas áreas planas, altas y abiertas como las de Lequezana, Betanzos, Otavi, etc.



El Valle Central de Tarija, se encuentra sujeto a un proceso particularmente activo de intenso grado de erosión actual. El Río Guadalquivir y sus tributarios principales al desplazarse sobre los depósitos finos no consolidados y desprovistos de vegetación, eliminada, en gran parte, por la mano del hombre, han provocado una erosión extraordinaria en extensas superficies de terreno.

En el estudio de la Cuenca del Plata, realizado por la OEA, se indica que en un 49% de las tierras del Valle Central de Tarija, es decir casi 37,200 ha. se encuentran sujetas a un proceso de grave a extrema erosión y que el 20%, alrededor de 15,700 ha., soporta una erosión moderada.

Si bien la erosión actual en el resto del macizo montañoso no es tan activa debido, en gran parte, a que tiene lugar en roca de mayor resistencia a la erosión, en el contexto general es de considerable significado, ya que proporciona una importante cantidad de sedimentos que es centralizada y transportada por los ríos principales.

En la Faja Subandina el paisaje aunque de tipo montañoso, es más suave que en el caso anterior, con predominio de serranías de baja altura y valles amplios y poco profundos caracterizados por un mayor ordenamiento paralelo a las estructuras geológicas. Es notoria la relación que existe entre los núcleos sinclinales y valles y de los macizos rocosos, con los anticlinales.

La erosión activa se manifiesta principalmente en los valles transversales a las serranías (presentes en menor cantidad) y la mayor expresión morfológica, que rompe el paisaje, está dada por el Río Pilcomayo que ha labrado un valle profundo y estrecho debido a que nace en la parte alta de la Cordillera Oriental.

La Llanura del Chaco presenta un paisaje netamente contrastante respecto al de la región montañoso, al estar constituida por una superficie relativamente plana. En ella las formas degradacionales o de erosión son manifiestamente poco profundas, tanto es así que la red de drenaje es de baja densidad con presencia de pocos valles fluviales importantes, caracterizados más por los procesos de deposición de materiales que por la profundización de su cauce.



Los fenómenos de erosión se manifiestan en las paredes laterales de los valles que van adquiriendo un carácter divagante. El perfil transversal de los valles de la llanura es más bien plano y abierto en contraposición con los de la cordillera, de carácter profundo y estrecho.

2.2.3 Estratigrafía y Estructura

Los rasgos geológicos dominantes de litología, secuencia estratigráfica y estructura, son marcadamente diferentes en la Cordillera Oriental, Serranías Subandinas y en la Llanura del Chaco.

Un 70% de la superficie de la Cordillera Oriental, emplazada dentro de la Vertiente del Plata, se encuentra ocupada por rocas del paleozoico inferior. El 30% restante se distribuye entre rocas ígneas, mesozoicas (cretácicas), terciarias, y en menor proporción por rocas cámbricas y precámbricas.

Las rocas paleozoicas se han encontrado sometidas a fuertes procesos de plegamiento y fallamiento, apreciándose en el mapa geológico una fuerte concentración de los mismos. El rumbo general de las estructuras geológicas y de los juegos principales de fallas es de dirección Nor Oeste - Sur Este, tomando luego un rumbo ligeramente Norte Sur en el eje Tarija - Tarabuco.

En las Serranías Subandinas las rocas del paleozoico inferior afloran en mínima extensión superficial y las rocas ígneas desaparecen por completo; en cambio predomina una alternativa de rocas del paleozoico superior (carbonífero) con rocas mesozoicas (triásico-cretácico) y terciarias.

Las rocas mesozoicas y terciarias han estado afectadas por un nuevo plegamiento y fracturamiento de menor intensidad, que ha dado como resultado la formación de estructuras geológicas de rumbo Nor Este - Sur Oeste, mejor definidas, amplias y continuas, al presente, mejor conservadas, en relación a las de la Cordillera Oriental. En la Llanura del Chaco se observan solamente afloramientos de rocas terciarias suavemente plegadas y poco fracturadas, predominando los depósitos cuaternarios.



Las diferentes unidades geológicas aflorantes en la Vertiente del Plata, en base a su composición litológica, han sido agrupadas como se muestra en el Cuadro 2.2.1. A continuación se realiza una descripción resumida de los principales grupos de roca.

a) Rocas Igneas.

Las rocas ígneas (R_i) en la Vertiente del Plata, tienen una extensión areal limitada, sus afloramientos se muestran concentrados en los sectores Nor Oeste y Sud Oeste, además de pequeñas manifestaciones en las proximidades de Tupiza, como se aprecia en el mapa geológico adjunto.

Estas rocas de edad terciaria - cuaternaria, están constituidas principalmente por rocas volcánicas de naturaleza ácida a semiácida, con presencia de tobas y brechas volcánicas.

b) Rocas Sedimentarias.

Las rocas de origen sedimentario representan alrededor del 90% del total de las rocas aflorantes y están distribuidas prácticamente en toda la Vertiente del Plata, como se aprecia en el Plano

b.1) Rocas Eopaleozoicas

Las rocas sedimentarias más antiguas que pertenecen al precámbrico y cámbrico se encuentran en forma de afloramientos de extensión muy limitada al Oeste y Sud de Tarija. Se trata del tipo cuarcita, pizarra y arenisca que constituyen una prolongación de los afloramientos del Norte Argentino.

b.2) Rocas del Paleozoico Inferior ($P_z - 1$)

Bajo la denominación de rocas del paleozoico inferior han sido agrupadas las unidades sedimentarias, correspondientes a los sistemas ordovícico, silúrico y devónico.



CUADRO Nº 2.2.1PRINCIPALES GRUPOS DE ROCAS

	<u>Nombre</u>	<u>Sistema</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Descripción Litológica</u>
	Rocas Igneas	Cuaternario Terciario	R _i	Rocas ígneas ácidas a semiácidas, principalmente efusivas con tobas y brechas en menor proporción.
Rocas Sedimentarias	Rocas Cenozoicas	Terciario	T	Areniscas arcillosas, arcillas y conglomerados.
	Rocas Mesozoicas	Cretácico Triásico	M _z	Areniscas, calizas, margas y arcillitas.
	Rocas del Paleozoico Superior	Carbonífero	P _z -2	Diamictitas, areniscas zacaroideas y lutitas.
	Rocas del Paleozoico Inferior	Devónico Silúrico Ordovícico	P _z -1	Lutitas, limolitas, areniscas, cuarcitas y diamictitas.
	Rocas Eopaleozoicas	Cámbrico Precámbrico	C	Areniscas, areniscas cuarcitas, cuarcitas y pizarras.



° Rocas Ordovícicas

Tienen amplia distribución dentro de la Vertiente del Plata. Sus afloramientos se encuentran concentrados sobre casi toda la Cordillera Oriental, desapareciendo bruscamente al Este del eje Tarija - Tarabuco.

° Rocas Silúricas

Las rocas silúricas son escasas y se encuentran en las proximidades de Potosí entre Tarija - Tarabuco y las Serranías Subandinas.

° Rocas Devónicas

Solamente se encuentran en una delgada faja entre el eje Tarija - Tarabuco y las Serranías Subandinas.

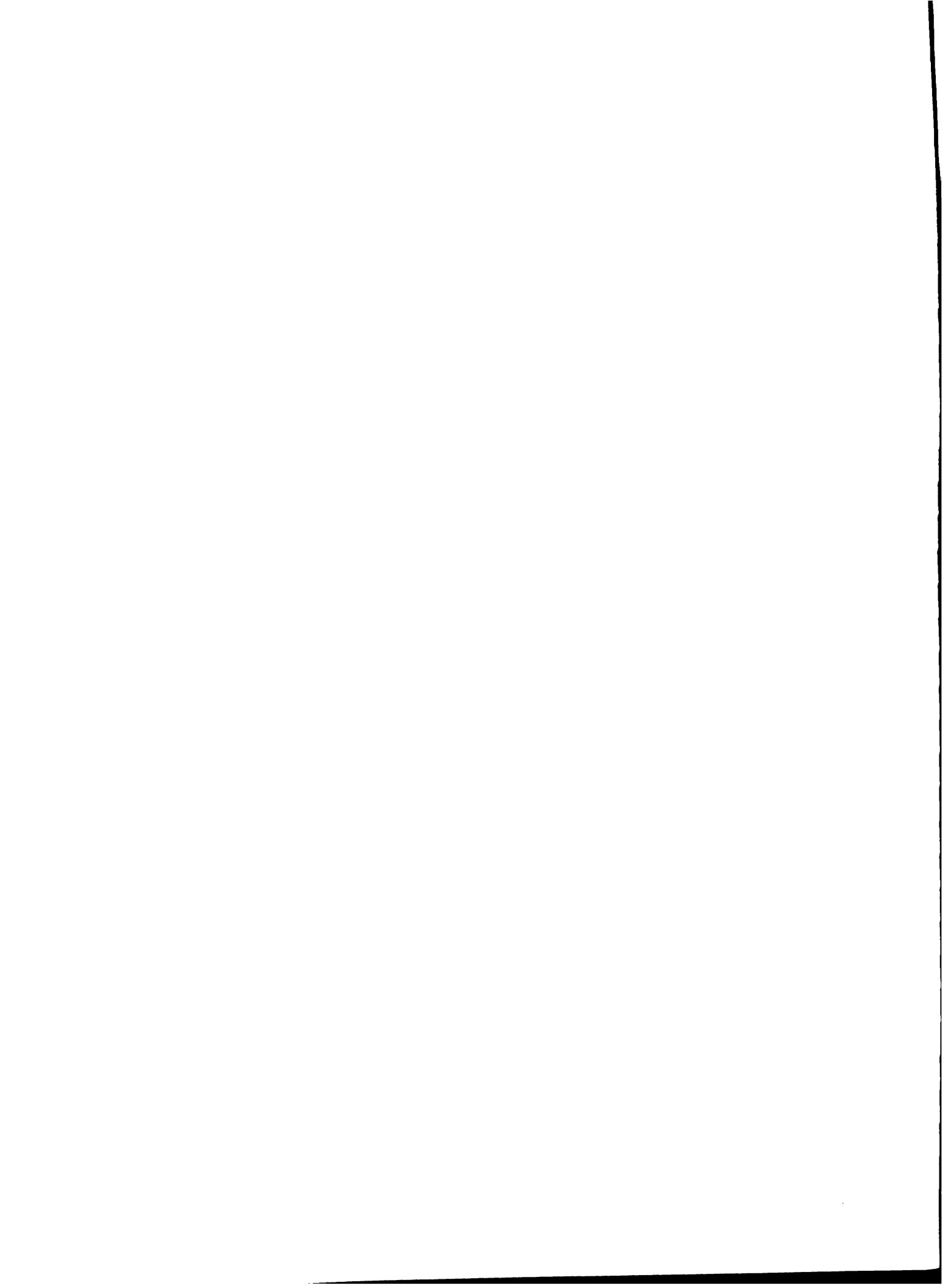
El conjunto de rocas del paleozoico inferior está constituido por una intercalación de lutitas, bancos delgados de cuarcitas, limolitas y areniscas.

Las tres unidades litológicas, citadas en primer término, son características del ordovícico. Las rocas silúricas en su base contienen un horizonte relativamente delgado pero característico de diamictitas. En el devónico existen exposiciones de areniscas de estratificación media a gruesa.

b.3) Rocas del Paleozoico Superior (P_z - 2)

Dentro del paleozoico superior, solamente afloran rocas carboníferas que se encuentran localizadas a lo largo del núcleo de las estructuras anticlinales de las Serranías Subandinas.

Litológicamente están constituidas por una interestratificación de areniscas, limolitas, diamictitas, conglomerados y lutitas. De ellas las areniscas de estratificación gruesa, a veces masiva, son de carácter zacaroideo o deleznable por el bajo grado de cementación natural.



b.4) Rocas Mesozoicas (M₂)

Las rocas mesozoicas agrupan las sedimentitas triásicas y cretácicas. En las Serranías Subandinas se aprecia una estrecha asociación de ambas ya que los afloramientos cretácicos suprayacen a los triásicos; en cambio en la Cordillera Oriental sólo se observan rocas cretácicas concentradas cerca de Potosí y en el sinclinal de Camargo.

Las rocas mesozoicas están constituidas por una intercalación frecuente de areniscas con estratificación cruzada, calizas, margas, lutitas y arcillitas; estas últimas pueden estar asociadas con yesos y cuerpos lenticulares de sal como ocurre en la localidad de Entre Ríos.

b.5) Rocas Cenozoicas

Se aplica esta denominación a las rocas sedimentarias de edad terciaria de la Vertiente del Plata. Los mayores afloramientos se muestran concentrados en las Serranías Subandinas ocupando el núcleo de las estructuras sinclinales y al Oeste de la Llanura del Chaco. En menor proporción se observa este tipo de materiales al Oeste de Tupiza.

Las rocas dominantes están constituidas por areniscas, arcillitas, conglomerados y calizas.

c) Depósitos Cuaternarios.

Los depósitos cuaternarios de la Vertiente del Plata ocupan superficies de extensión reducida a excepción de la Llanura del Chaco, sector en el que se encuentran las mayores exposiciones como se aprecia en el mapa geológico adjunto. Por lo general los lechos y riveras de los ríos contienen depósitos de suelos aluviales granulares gruesos no identificables a la escala de trabajo.

Los depósitos cuaternarios presentes en la Vertiente, atendiendo a su origen geológico, han sido agrupados en seis unidades principales, como se muestra en el Cuadro 2.2.2.

CUADRO N° 2.2.2DEPÓSITOS CUATERNARIOS PRINCIPALES

<u>Depósitos</u>	<u>Símbolos</u>	<u>Descripción</u>
Coluviales	Q_{co}	Materiales finos y granulares (angulares), en taludes empinados.
Residuales	Q_{rs}	Materiales predominantemente finos, arcillas, limos y arenas, en pendientes medias a su <u>a</u> ves.
Fluvio Aluviales	Q_{fa}	Materiales granulares grano medio a fino con limos y arcillas, en llanuras amplias de poca pendiente. Pueden presentarse con <u>con</u> centraciones de suelos finos en superficie
Terraza de Erosión	Q_{te}	Distribución irregular de materiales finos y granulares, ocupan superficies planas en áreas de topografía elevada.
Fluvio Glaciales	Q_{fg}	Depósitos granulares, relativamente seleccionados, mezclas de grava y arena, en áreas de pendiente baja a media.
Morrénicos	Q_{mo}	Mezclas heterogéneas de bolones, grava, arena y arcilla en diferentes proporciones predominan los materiales granulares gruesos, ocupan pendientes empinadas de las <u>se</u> rranías.



Respecto a su distribución areal, en el plano geológico, se ve que disminuyen notoriamente los depósitos de origen glacial, tanto morrénicos como fluvio glaciales y que predominan aquellos de naturaleza fina, granulares o nód, como los del tipo Q_{fa} y Q_{rs} , emplazados en valles de mejores condiciones climáticas.

Los suelos del tipo Q_{te} adquieren especial significado dentro de la Cordillera Oriental, debido a que ocupan extensas áreas planas, aunque elevadas. Las características climáticas como topográficas en que se encuentran emplazadas, limitan las disponibilidades de agua para riego.

Respecto a sus espesores, en general, se puede decir que, los depósitos de los tipos Q_{rs} y Q_{te} , pueden presentar espesores reducidos, es decir del orden de centímetros a metros, los del tipo Q_{co} y Q_{fg} pueden ser de reducidos a medios, los Q_{mo} suelen ser gruesos y los Q_{fa} tienen condiciones para ser gruesos a muy gruesos, es decir del orden de decenas de metros, pudiendo disminuir en las cabeceras de los valles. Se debe recalcar que estas apreciaciones sólo son válidas para los depósitos representados en el mapa a escala 1:1,000,000.

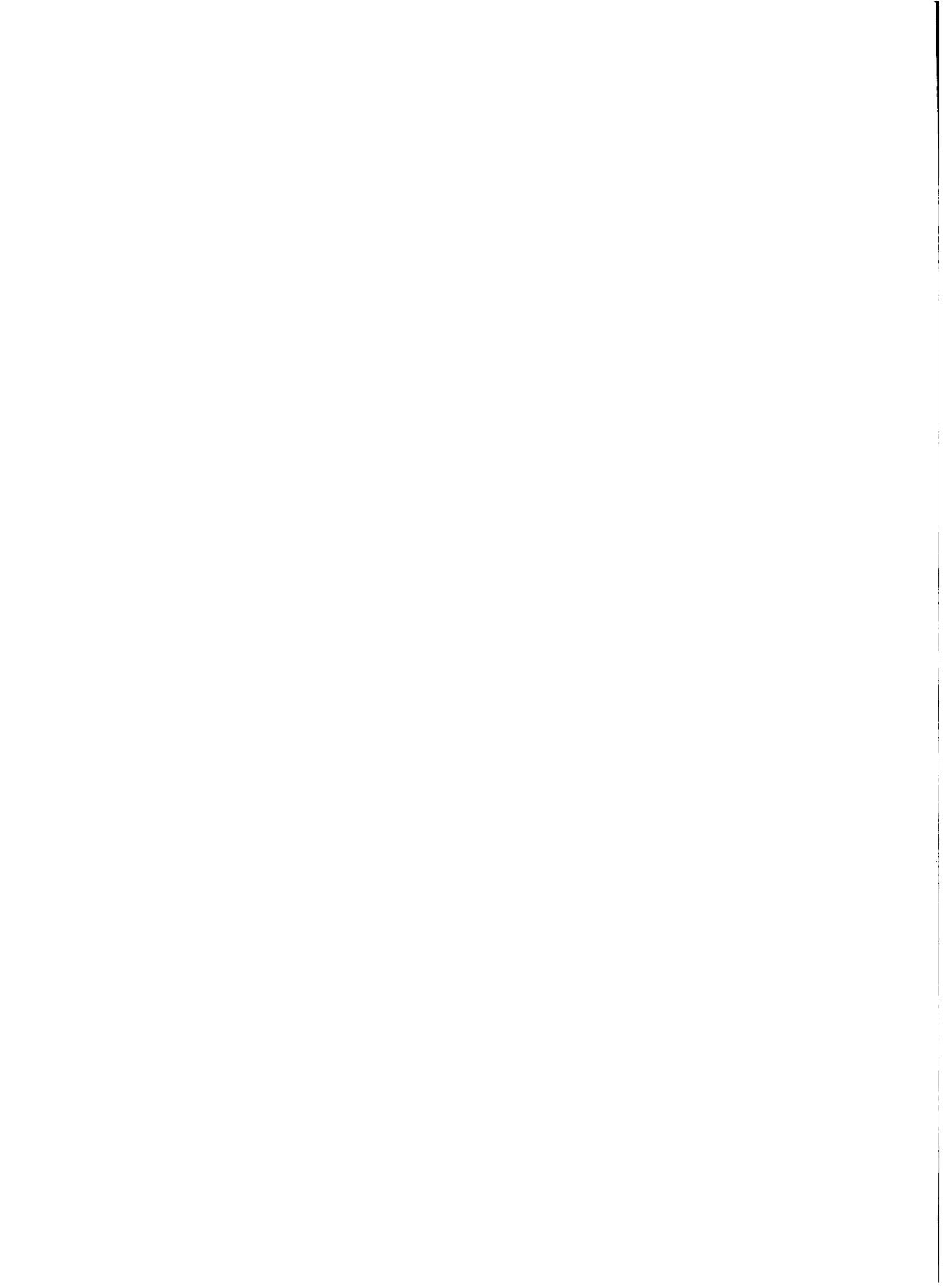
c.1] Depósitos Morrénicos (Q_{mo})

Los depósitos morrénicos de origen glacial, son de poca extensión y están limitados a los alrededores de Potosí.

Se trata de depósitos constituidos por mezclas heterogéneas de bolones de gran tamaño, grava gruesa, arena y arcilla en proporciones diferentes, siendo notoria la presencia de los materiales gruesos. Se encuentran en sectores topográficamente elevados, bajando de las pendientes superiores de la cordillera.

c.2] Depósitos Fluvio Glaciales (Q_{fg})

Estos depósitos han sido formados como resultado de la acción fluvial traducida en procesos de erosión, obtención, transporte y deposición de materiales, a partir de morrenas pre-existentes.



En general están formados por depósitos granulares del tipo grava y arena con poco contenido de finos, que han adquirido un cierto proceso de selección natural, situados en pendientes medias a bajas.

c.3) Depósitos de Terrazas de Erosión (Q_{te})

Se ha asignado esta denominación a los materiales que son producto de procesos de erosión y deposición antigua. Están constituidos por materiales finos y granulares en menor proporción, ocupando extensas áreas planas en la Cordillera Oriental.

c.4) Depósitos Fluvio Aluviales (Q_{fa})

Sus mayores exposiciones se encuentran en la Llanura del Chaco y en los valles de Tarija, Culpina e Incahuasi. Están constituidos predominantemente por materiales granulares finos del tipo arena mezcladas con arcilla y limo, con presencia de lentes irregulares de grava. Estos materiales están ubicados en llanuras amplias de poca pendiente.

En los valles de Tarija y Culpina es frecuente encontrar depósitos superficiales de grano fino tipo arcilla y limo formados en condiciones lagunares.

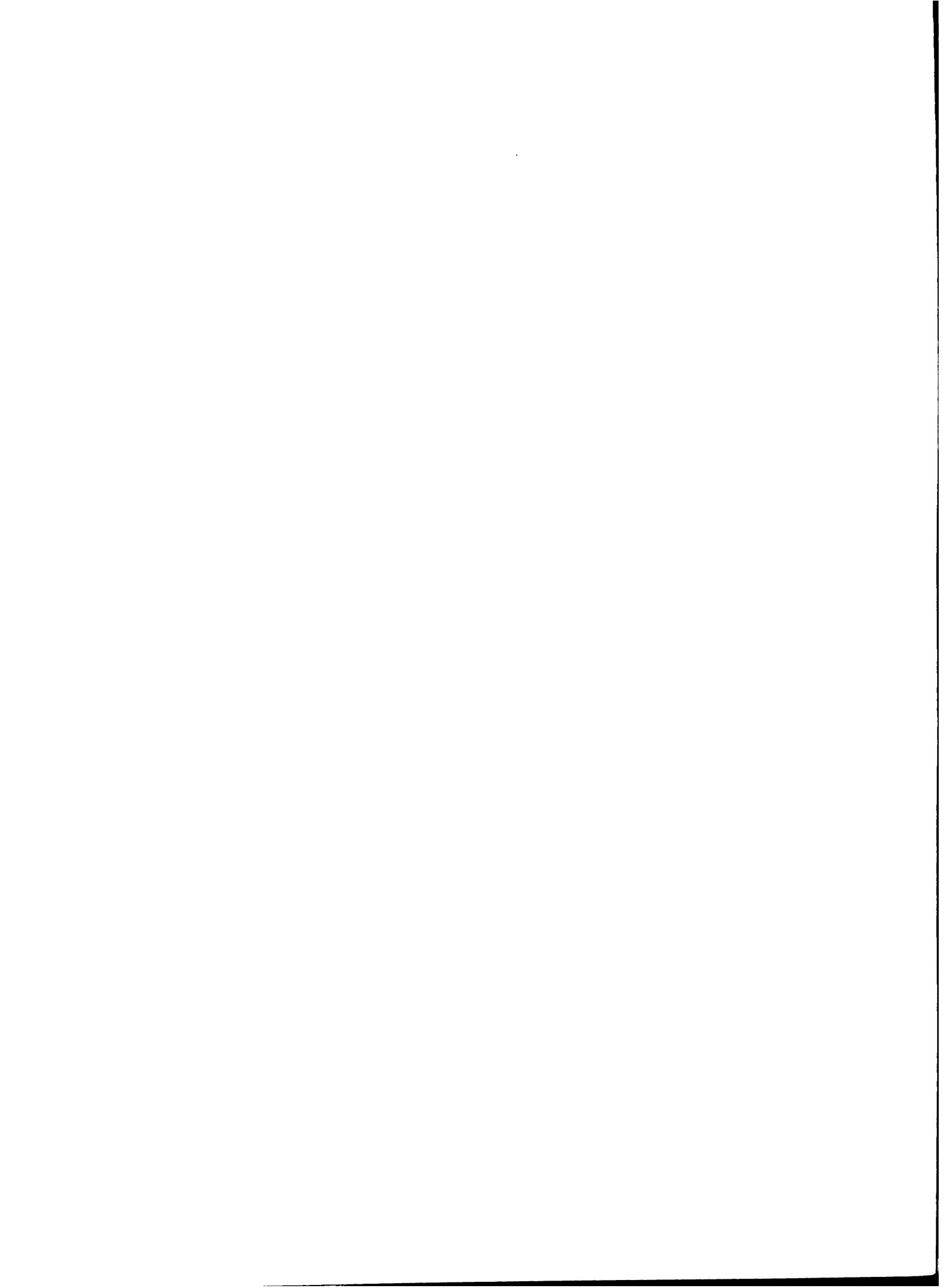
c.5) Depósitos Residuales (Q_{rs})

Se encuentran principalmente en los valles de las Serranías Subandinas y en la Llanura Chaqueña recubriendo rocas de edad terciaria en pendientes medias a suaves.

Están constituidos por materiales finos del tipo arcilla y limo con diferente contenido de arena.

c.6) Depósitos Coluviales (Q_{co})

Estos depósitos son de extensión muy limitada, están constituidos por materiales sueltos sin cohesión formados por materiales finos y granulares en taludes empinados.



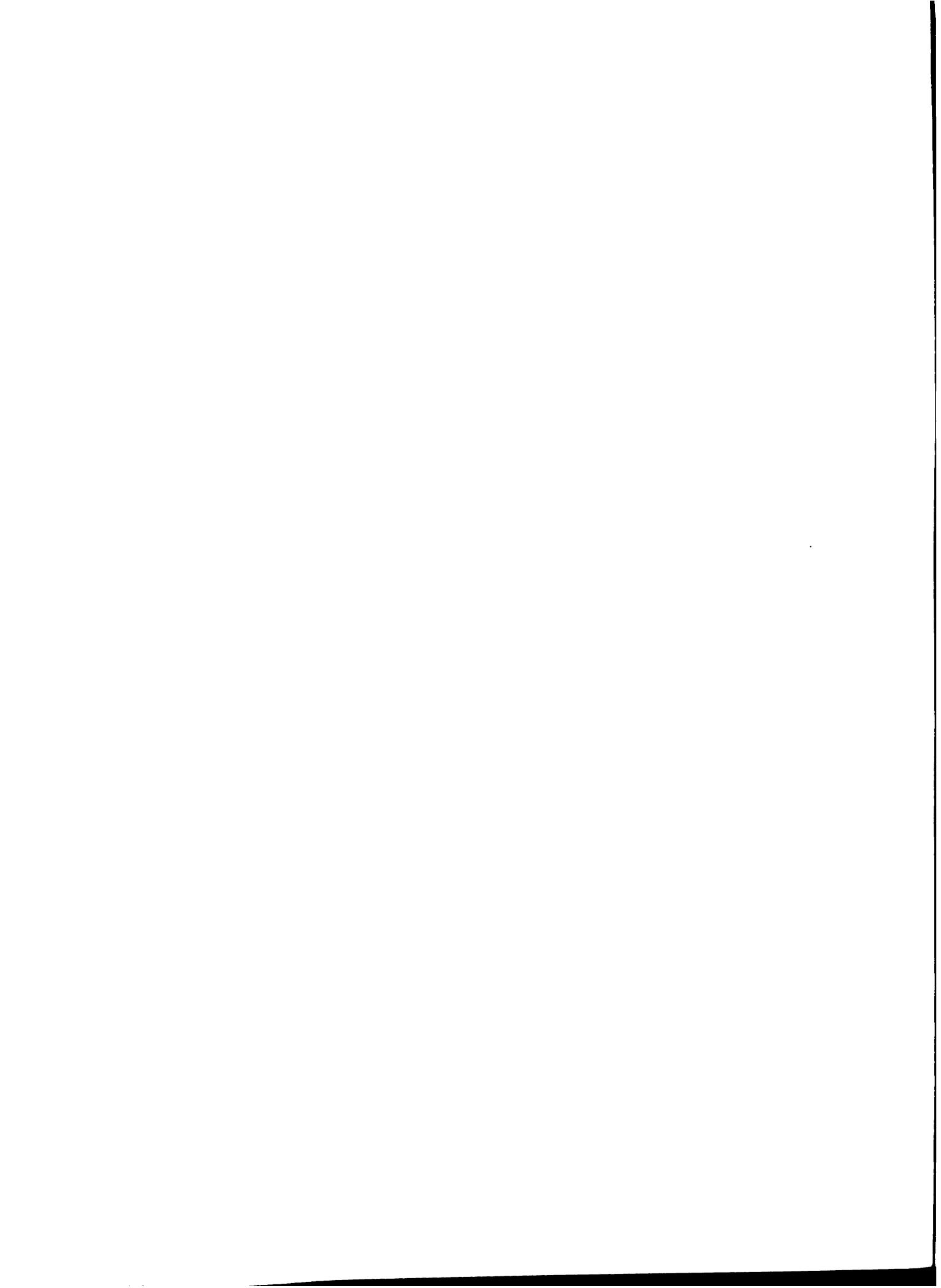
2.2.4 Geotécnia

La distribución de las rocas y suelos, como se muestra en el mapa geológico, la preponderancia de ciertas unidades litológicas sobre otras y la descripción de las características generales ya realizada en la Vertiente Cerrada, proporciona el marco general de referencia de las condiciones geotécnicas dentro de la Vertiente del Plata.

La característica sobresaliente de esta Vertiente es el elevado poder de erosión y transporte de los sedimentos de los principales cursos de agua que provocan la colmatación de los embalses, limitando su vida útil o imponiendo la sobre-elevación de las presas a fin de incrementar el volumen de almacenamiento muerto.

Las condiciones geotécnicas generales, así visualizadas demuestran la necesidad de realizar en cada caso estudios cada vez más detallados acorde con la etapa de proyecto, factibilidad y diseño final de las obras, dando énfasis a los siguientes aspectos principales:

- Topografía, geomorfología y geología que definen en primera instancia, la adaptabilidad de emplazamiento adecuado de las partes principales de presas, canales de conducción, etc.
- Inestabilidad de taludes del valle, que constituye un factor preponderante en el emplazamiento y construcción de las obras civiles, tanto en suelos como en rocas de baja resistencia al corte, tales como: limos, arcillas, arcillitas, lutitas blandas, margas, diamictitas y otras rocas de naturaleza blanda.
- Condiciones de fundación del subsuelo, por medio de sondeos a máquina que varía con la naturaleza misma de las rocas y suelos que se encuentran bajo el sitio de emplazamiento de las obras.
- Discontinuidades geológicas respecto a la orientación de las obras, que afectan negativamente las condiciones de estabilidad natural de las rocas inclusive en rocas competentes, aún más cuando ellas se encontraran sujetas a procesos de excavación, requiriéndose la adopción de medidas especiales.



- Espesor de la roca meteorizada o alterada y/o encape de suelo.
- Presencia de capas blandas dentro de rocas competentes, presencia de materiales solubles.
- Existencia de canales y/o cavernas bajo los sitios de embalses y presas.
- Permeabilidad del suelo y de la roca.
- Medición del transporte de sedimentos y otros aspectos particulares de cada sitio.
- Ubicación cada vez más exacta, cuantificación de los volúmenes, calidad y tratamiento de los materiales de construcción disponibles, tales como: préstamos, enrocados, agregados, etc., de acuerdo al tipo de presa seleccionada.
- Mapeo geológico detallado, campañas geofísicas, sondeos a máquina, muestreos, ensayos in situ, ensayos de laboratorio, etc. que proporcionen la información geotécnica básica para la solución de éstos y otros aspectos importantes para la construcción de las obras.

2.2.5 Hidrogeología

Como se ha visto en la parte geológica, las rocas dominantes en la Vertiente del Plata corresponden al paleozoico inferior ($P_z - 1$). Estas rocas en general pueden ser consideradas como impermeables sin capacidad de formar acuíferos explotables. A este grupo se pueden sumar las rocas cámbricas y precámbricas, por sus características de permeabilidad similares a las anteriores.

Las discontinuidades geológicas les dan cierto grado de permeabilidad secundaria, posibilitando el flujo del agua a través de ellas.

Las areniscas del paleozoico superior, mesozoico y terciario, poseen permeabilidad primaria variable y en condiciones favorables, pueden originar acuíferos explotables. Sin embargo, su potencial hidrogeológico, tendría que ser investigado.



En cambio las diamectitas, arcillitas, margas, conglomerados y calizas pueden ser considerados como sedimentos impermeables. Las rocas ígneas, afectadas por baja intensidad de alteración, meteorización y/o diaclasamiento, son de naturaleza impermeable sin capacidad de formar acuíferos de importancia con fines de riego.

Desde el punto de vista de la construcción de presas, en las rocas aflorantes tipificadas como impermeables, se debe prestar especial atención a las discontinuidades geológicas que podrían provocar filtraciones de agua por debajo o alrededor de ellas. Las rocas permeables son inadecuadas para el emplazamiento de presas y áreas de embalse.

Respecto a los depósitos cuaternarios, los materiales morrénicos poseen permeabilidades variables, aún dentro de un mismo depósito y si bien constituyen acuíferos de rendimiento económico dudoso, en los proyectos de presas deben ser consideradas con mucho cuidado ya que pueden generar importantes fugas de agua.

Los depósitos fluvio glaciales son de buena permeabilidad primaria, en condiciones favorables y dependiendo de su espesor, pueden formar acuíferos importantes.

Las terrazas de erosión, por su composición litológica, espesor limitado y ubicación topográfica, en ciertos niveles, suelen contener poca cantidad de aguas subterráneas adecuadas en general para una explotación en baja escala por medio de pozos excavados.

Los depósitos fluvio aluviales tienen horizontes de suelos con permeabilidad alta a media, pudiendo presentar inter-relaciones con capas impermeables. Constituyen los acuíferos potenciales de la Vertiente y el aprovechamiento de agua en ellos tendría lugar por medio de pozos profundos. En cada unidad en particular, su potencial hidrogeológico debe ser investigado separadamente.

Los depósitos residuales son de carácter impermeable y los coluviales no tienen posibilidades de constituir acuíferos explotables.



El mayor potencial de aguas subterráneas de la Vertiente se encuentra en los depósitos cuaternarios de la Llanura del Chaco, seguido de los valles de Tarija, Incahuasi, Culpina y otros menores.

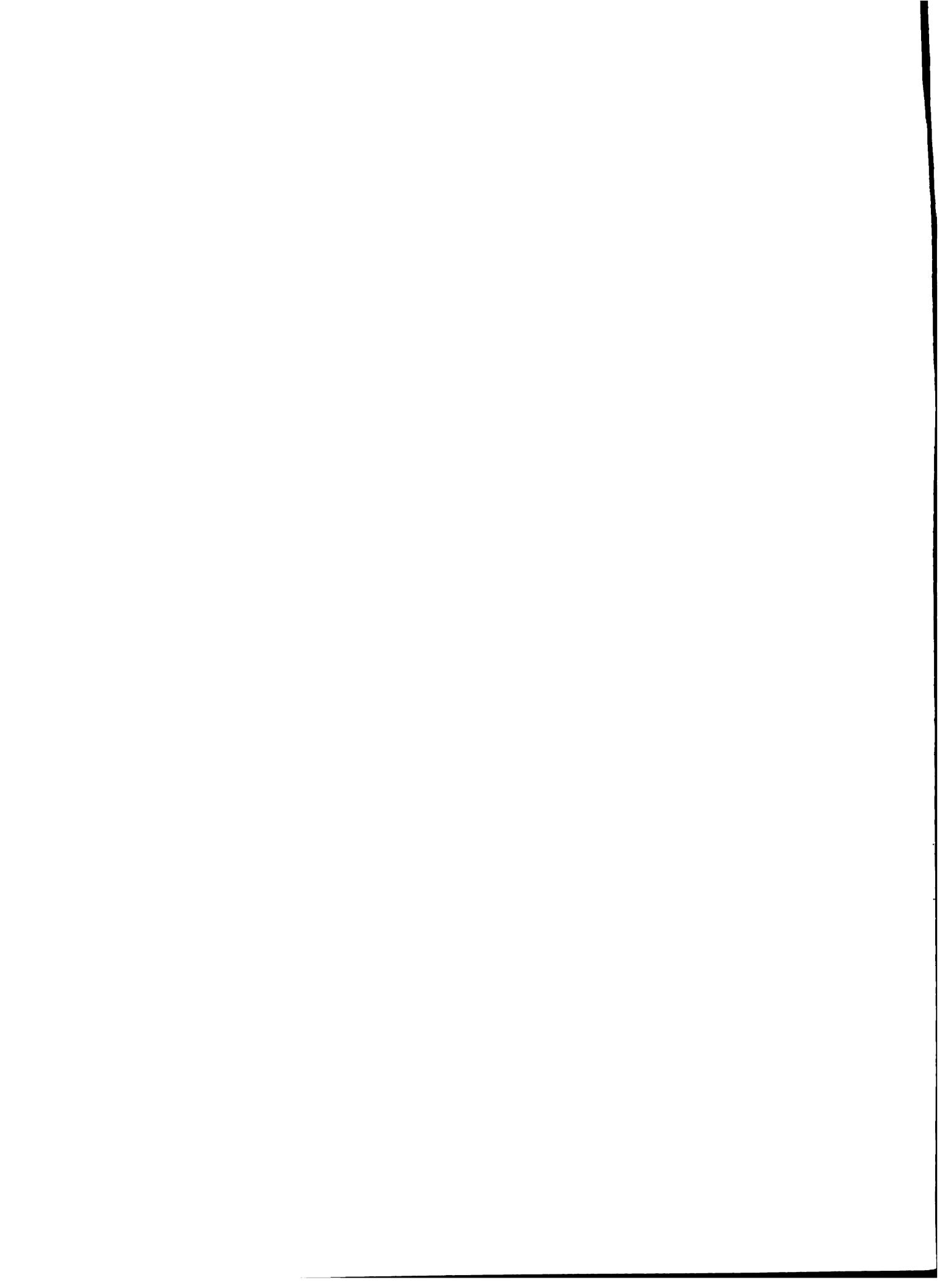
Las condiciones hidrogeológicas generales hacen prever que la calidad química del agua subterránea se encontrará dentro de los límites establecidos para uso en abastecimiento de agua potable y riego.

Sin embargo en casos especiales como el de Culpina, podría presentarse una zonificación de las aguas subterráneas en función de su salinidad. Este aspecto reviste especial interés de uso práctico por lo que debe ser considerado e investigado en forma previa a cualquier proyecto de aprovechamiento de aguas subterráneas que se proyecte en Culpina.

Por otra parte, trabajos mineros de la zona Nor Oeste y Oeste de la Vertiente y sobre todo el vertido indiscriminado de colas de los ingenios, constituye una fuente directa de polución de las aguas superficiales y subterráneas, tornándose en un serio problema para los agricultores de los sectores de aguas abajo. Se ha observado que el alto grado de contaminación de cursos importantes de agua tales como el de los Ríos Tupiza, San Juan del Oro y otros, al presente, constituyen un factor limitante en el uso actual y para la programación de su aprovechamiento futuro con fines de riego.

Respecto al aprovechamiento de agua subterránea en la Vertiente se ve que, en el valle de Tarija, se está impulsando su desarrollo y aprovechamiento, siendo prácticamente la única zona dentro de la Vertiente que posee estudios de evaluación de aguas subterráneas, recientemente realizadas en forma conjunta entre CODETAR y NN.UU.

Del informe de Investigación de Aguas Subterráneas en el Valle Central de Tarija, Proyecto BOL/78/006, Texto 1980, se ha obtenido la información siguiente:



"Contra los afloramientos rocosos y sobre el basamento paleozoico se apoyan los depósitos cuaternarios que continen los principales acuíferos libres y confinados del Valle Central de Tarija".

Por las características hidrogeológicas de la zona, el Río Guadalquivir al encontrar afloramientos del basamento paleozoico, drena las aguas subterráneas del acuífero subterráneo en tres puntos de su curso: parcialmente las de la parte alta, o Norte, en Obrajes; casi totalmente aguas abajo de la parte central, en el Angosto de San Luis, y totalmente en La Angostura. En consecuencia, la esorrentía media anual estimada en esta estación, de 1,150 Hm³, corresponde a la totalidad de los recursos de agua disponibles en la cuenca, lo que significa que no hay separación entre recursos de aguas superficiales y recursos de aguas subterráneas. Cualquier explotación de los acuíferos mediante pozos provocaría la disminución de los caudales superficiales. De igual manera, la suma de la esorrentía y el uso consuntivo, corresponden al potencial de agua estimado en 1,230 Hm³, o sea un caudal medio de 39 m³/Seg., equivalente a una lámina de 383 m.m. y que representa el 53% de la precipitación media (720 m.m.).

Las aguas superficiales y subterráneas de la cuenca tienen una baja concentración de sales disueltas. Desde el punto de vista de la calidad química, no existiendo limitaciones para su utilización en consumo humano y riego.

De los depósitos cuaternarios, que rellenan la cuenca del Guadalquivir, los depósitos aluviales (terrazas, abanicos y cauces de río), depósitos coluviales, y algunos depósitos fluvio lacustres, son de interés hidrogeológico por su comportamiento como zonas de recarga y como formaciones acuíferas.

Estas formaciones acuíferas constituyen:

- Una zona de acuífero libre común, en las zonas de recarga.
- Un acuífero confinado, en toda la parte central de la cuenca.
- Acuíferos freáticos, a lo largo de los ríos principales.



El acuífero confinado y los acuíferos freáticos están en conexión hidráulica directa con la zona del acuífero libre común. El acuífero libre común y el confinado conforman el acuífero principal del Valle Central de Tarija.

Cabe también hacer referencia a las pequeñas capas acuíferas lenticulares intercaladas a poca profundidad en los depósitos lacustres que actúan posiblemente como acuífero semiconfinado.

a) Extensión.

El acuífero libre común se extiende en las zonas altas de las subcuencas de Tolomosa, La Victoria, Erquis, Calama, Guadalquivir, Sella, Santa Ana y Camacho, es decir en la parte Oeste, Norte y Sud de la cuenca.

Hacia el Este y Sur de esta zona, el acuífero libre se transforma en confinado al estar, las formaciones permeables, cubiertas por sedimentos lacustres impermeables que se extienden en toda la parte central de la cuenca. El primer horizonte del conjunto de capas permeables que se puede considerar como un sólo acuífero confinado, se encuentra a una profundidad media comprendida generalmente entre 30 y 35 metros, con valores menores cerca de las zonas de recarga y de los ríos principales.

La profundidad de los horizontes acuíferos principales aumenta al incrementar la distancia de las zonas de recarga, siendo que en la parte central del valle, las profundidades son aún mucho mayores, alcanzando hasta 164 m. El valor es similar en la parte baja del valle del Río Camacho, con 150 m. y puede ser mayor de 182. m., en Santa Ana, de existir una capa acuífera sobre el basamento, lo que no pudo probarse con las investigaciones geofísicas efectuadas dentro del proyecto mencionado.

En la parte central, los acuíferos freáticos procedentes de las partes Oeste y Norte de la cuenca prolongan la parte superior del acuífero común en fajas de poco espesor restringidas a los aluviones de cau



ces de río y terrazas que se extienden a lo largo de los Ríos Tolomosa, Guadalquivir, Sella, Santa Ana y Camacho.

b) Características Hidrogeológicas de los Acuíferos.

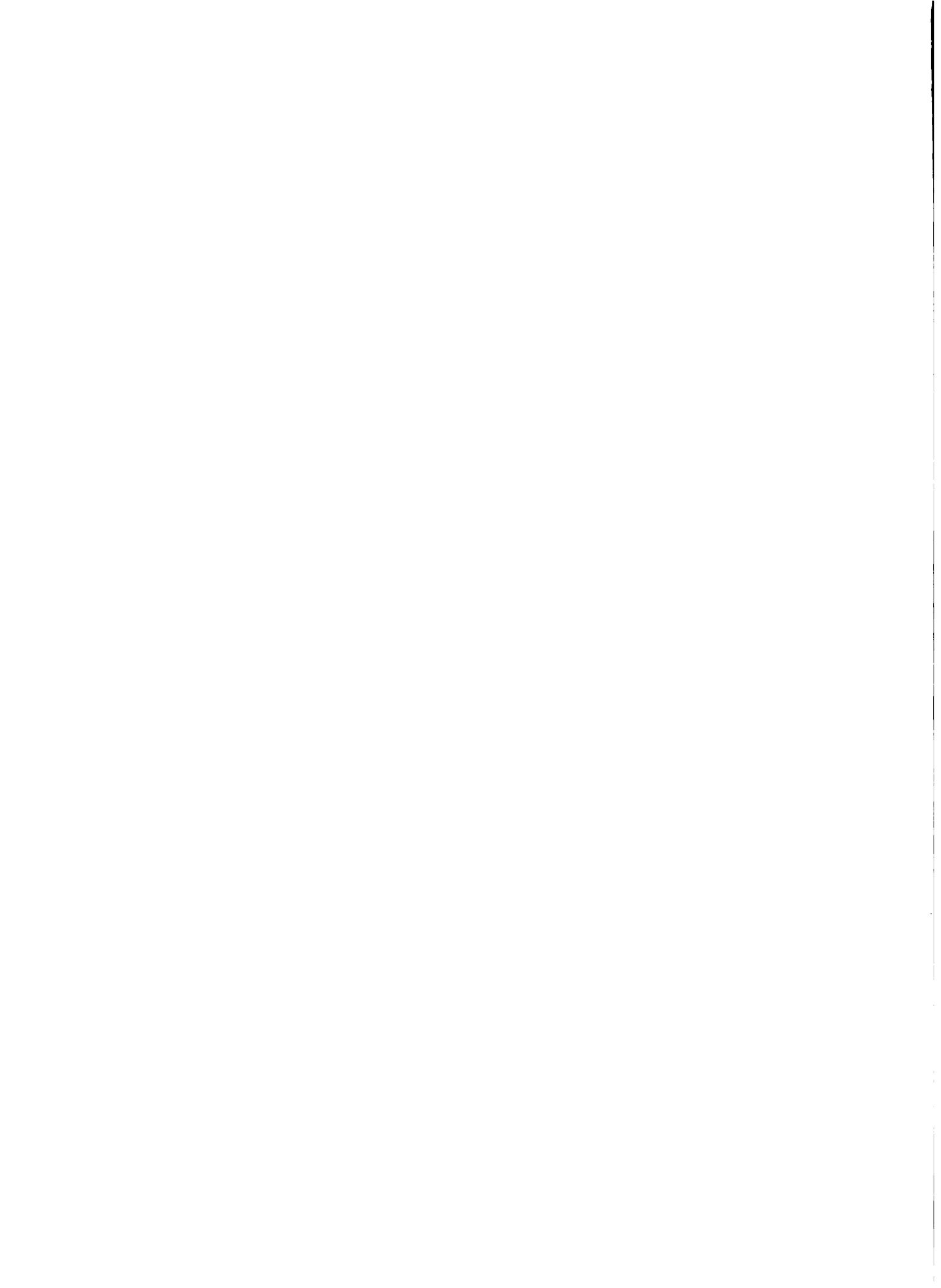
Los resultados de las pruebas de bombeo y de flujo efectuadas dentro del Proyecto BOL/78/006, son presentados en los Cuadros 2.2.3 y 2.2.4. Los treinta y tres pozos probados captan del acuífero principal. Diez están ubicados en la zona común, y en consecuencia captan el acuífero libre; los veinte y tres restantes captan el acuífero confinado.

Solamente siete pozos, de los cuales uno capta el acuífero libre, han llegado al basamento paleozoico. Por lo tanto, los parámetros definidos en los otros pozos no se aplican con certeza a todo el espesor del acuífero sino a la parte superior del mismo, hasta una profundidad media del orden de 100 m. con valores extremos entre 40 y 182 m.

El rango de los valores de transmisividad obtenidos es de $1 \text{ m}^2/\text{día}$ y $497 \text{ m}^2/\text{día}$ con diez valores inferiores a $10 \text{ m}^2/\text{día}$, diez y nueve superiores a $100 \text{ m}^2/\text{día}$ y diez superiores a $180 \text{ m}^2/\text{día}$. Varios de los bajos valores de transmisividad, se deben a que los pozos captaron solamente pequeños horizontes situados generalmente encima de las capas principales, o penetraron parcialmente en el acuífero.

Valores reducidos de este parámetro se observan cerca del límite Nor-Este de los aluviones, en las terrazas aluviales antiguas de Sella y Monte Mendez, a excepción de un pozo donde la transmisividad alcanza $200 \text{ m}^2/\text{día}$.

La transmisividad es casi nula en la parte superior de los aluviones del pequeño valle del Río Mena y en Santa Ana a pesar de que la perforación alcanzó 182 m. de profundidad, se obtuvo una transmisividad muy baja ($6 \text{ m}^2/\text{día}$). Es mediana (menos de $70 \text{ m}^2/\text{día}$) en la parte central del valle de Calama y medianamente buena ($120 \text{ m}^2/\text{día}$) en una ubicación aguas abajo. Con excepción de las zonas citadas, el acuífero principal tiene una transmisividad aceptable, especialmente en la zona que corresponde al cauce antiguo del Río Guadalquivir y en la mayor parte de la cuenca media o central.



CUADRO No 2.2.3

POZOS DEL PROYECTO - RESULTADOS DE PRUEBAS DE BOMBEO Y DE FLUJO 1/

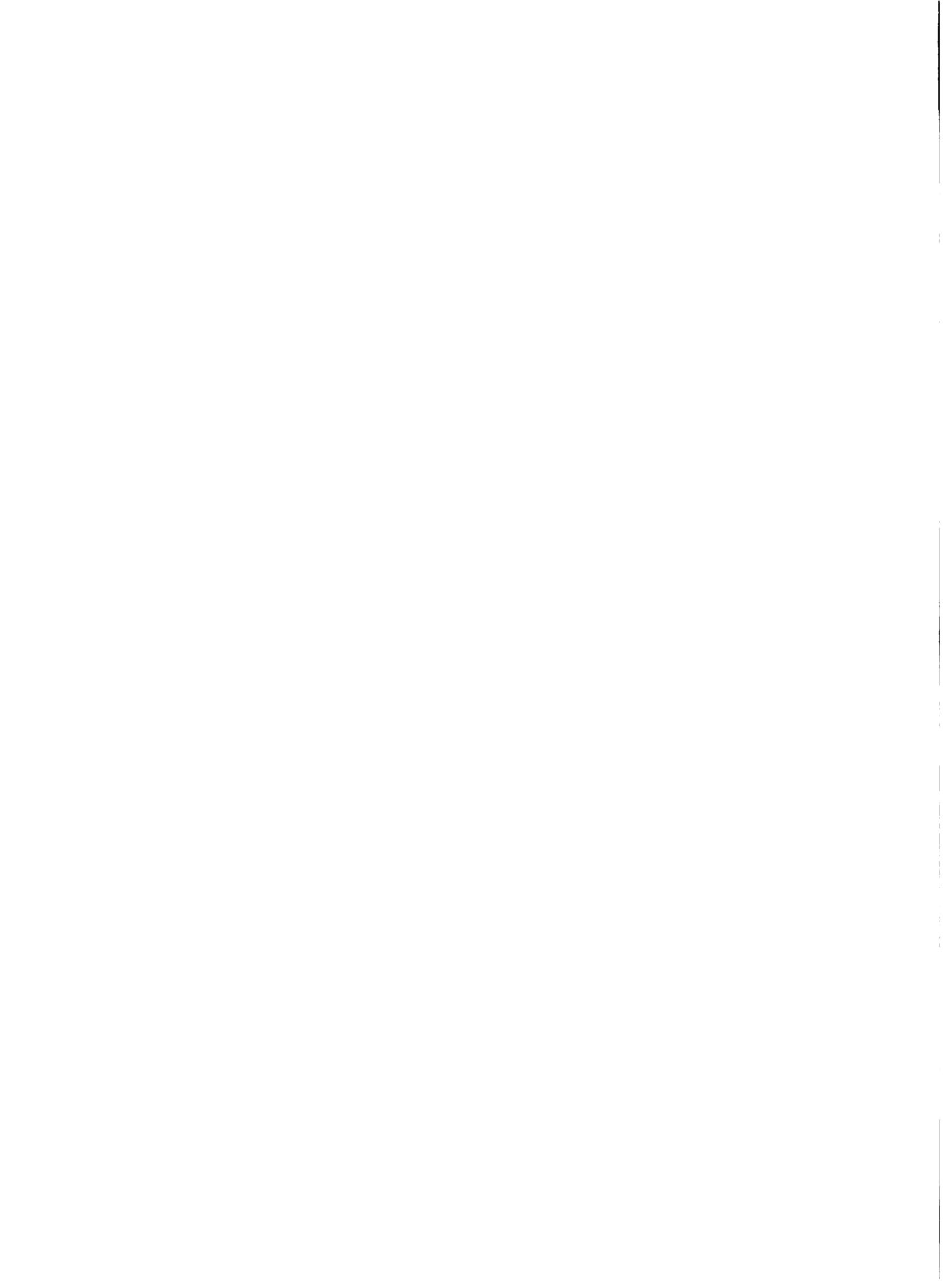
Nº	Nivel Estático (M)	Transmisividad (M ² /Seg)	Caudal Lt/Seg	Abatimiento 2/ (M)	Capacidad Específica 2/ Lt/Seg/M	Espesor Acuífero (M)	Permeabilidad	Observaciones
T-1	12.75	18	1.47	6.56	0.22	13	1.4	B
T-2	9.40	1-1/2	0.52	20	0.02	16	0.07	
T-3	26.35	20	1.8	8.8	0.20	46	0.4	B
T-4	1.78	184	2.24	1.28	1.75	21.5	8.6	B
T-5	30.5	497	11.1	3.6	3.08	33	15	
T-6	21.9	117	6.25	11*	0.57	18	6.5	
T-8	4.36	110	10.7	16*	0.7*	22	5	B
T-10	20.46	300	9.1	6.0	1.52	43	7	
T-11	12.81	54	2.3	6.5*	0.36*	77	0.7	
T-12	+9	53	3.9	21.6	0.18	9	5.9	
T-13	7.22	68	6.7	23.28*	0.29	74	0.9	
T-14	1.50	163	19.6	17.4	1.13	36	4.5	
T-15	7.8	120	10.0	13.75	0.73	71	1.7	
T-16	+12	51	1.66	12	0.14	17	3	
T-17	14.8	10.5	2.2	24	0.093	75	0.1	
T-18	24.67	192	7.3	7.3	1	32	6.0	B
T-19	14.71	105	15.4	10.4	1.48	41	2.6	B
T-20	39.59	195	6.8	8.5	0.8	43	4.5	
T-22	20.50	136	11.8	11.08	1.06	39	3.5	
T-23	7.86	2.5	1.55	30.70	0.05	54	0.05	
T-24	23.0	18	3.4	28*	0.12*	19	1	
T-25	41.53	6	0.61	7.35	0.08	16	0.4	
T-27	5.25	50	4.3	16*	0.27*	39	1.2	
T-28	28.63	153	6.3	6.0	1.05	51	3	

1/ Proyecto B0L/78/006

2/ Valor determinado por 24 horas de bombeo.

* Valor estimado.

B Pozo perforado hasta el basamento paleozoico.



CUADRO Nº 2.2.4

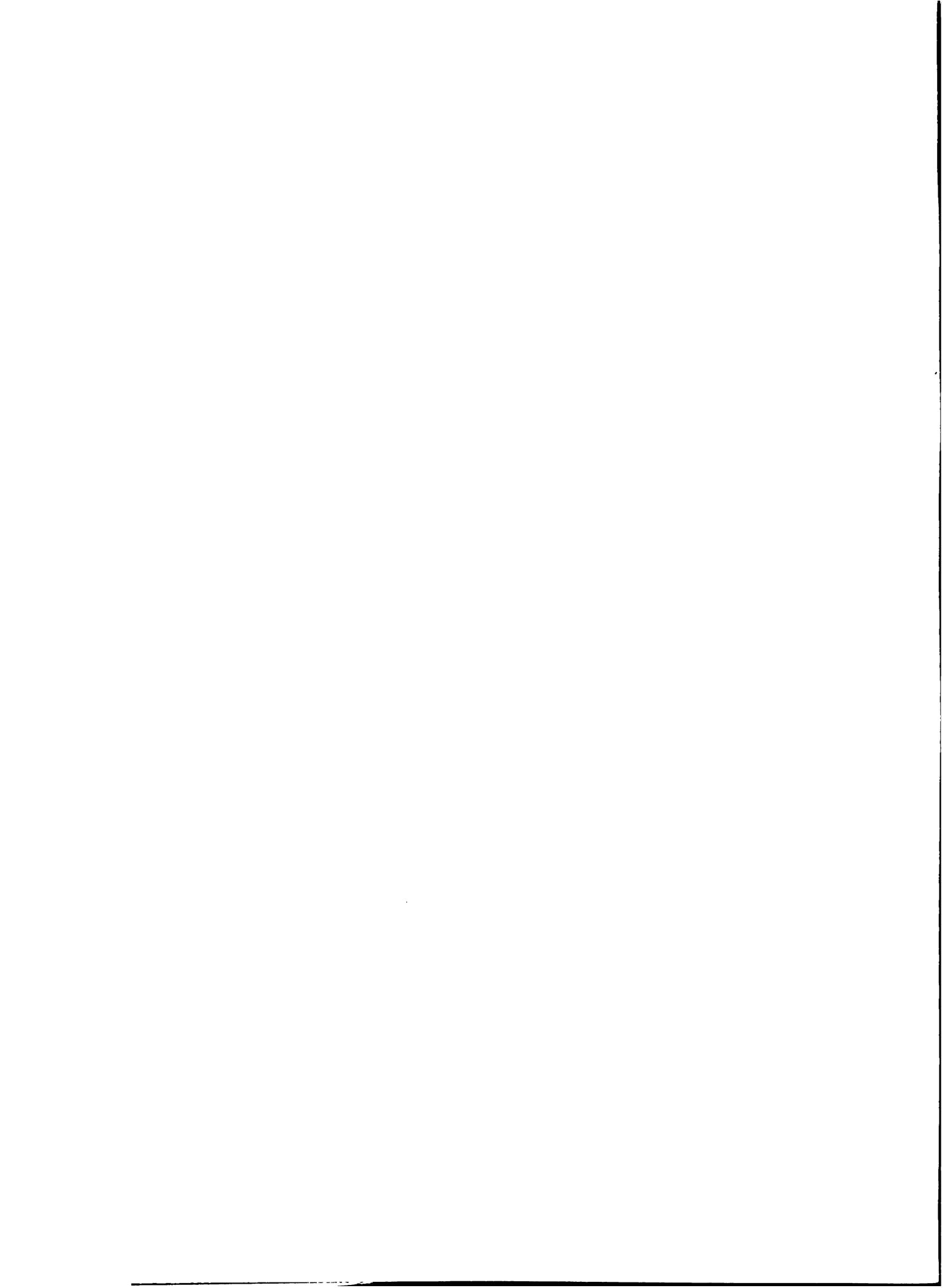
PRUEBA DE BOMBEO EN POZOS DE CODETAR Y OTROS ORGANISMOS
(POZOS NO EJECUTADOS POR EL PROYECTO) 2/

Nº	Nivel Estático (M)	Transmisividad M ² /día	Caudal Lt/Seg	Abatimiento 1/ (M)	Capacidad Específica 1/ Lt/Seg/M	Espesor Acuífero (M)	Permeabilidad
PC-49	-	225	6.2	5.62	1.1	12	28
P-16	-	28	0.5	5	0.1	12	2.3
PC-55	9.2	223	2.87	2.19	1.30	20	11
P-38	8.46	9	1.82	19.54	0.09	3	3
PC-57	+6	186	18.2	34.73	0.52	50	3.7
PC-58	+9	218	26.3	28.8	1.0	51	4.3
P-32	17	128	13.9	17.37	0.8	41*	3.1
PC-1	40	5.5	0.8	11.2	0.06	45	0.1
PC-60	25.35	202	8.5	14.4	0.59	61	3.3

* Valor Estimado.

1/ Valor determinado para 24 horas de bombeo.

2/ Proyecto B0L/78/006.



Aparte de las pequeñas áreas donde el basamento es poco profundo o aflora, el promedio de los valores de transmisividad obtenidos de las pruebas de bombeo es aproximadamente de 200 m²/día. La transmisividad media representativa del espesor total del acuífero en la zona de Tarija es de 300 m²/día. La transmisividad es probablemente alta en los abanicos y depósitos de terrazas de San Andrés, La Victoria y Erquis con valores del orden de 1,000 m²/día. Las considerables dificultades técnicas que presenta la perforación en estas zonas no permitieron la investigación con los equipos que dispone el subcontratista.

El valor del coeficiente de almacenamiento del acuífero confinado determinado en la prueba del pozo P-32 es 4×10^{-5} , estimándose un valor medio de 10^{-4} para el acuífero en conjunto y un valor medio de 0.10 para el coeficiente de almacenamiento, o porosidad eficaz del acuífero libre.

Los valores de permeabilidad, deducidos de los valores de transmisividad, teniendo en cuenta el espesor del acuífero probado, varían entre 0.07 m/día y 18.5 m/día, con valores generalmente entre 3.5 m/día y un promedio de 6.6 m/día para los diez y siete pozos con transmisividades mayores que 100 m²/día o sea con valores de permeabilidad mediana.

La capacidad específica de los pozos está bien relacionada con la transmisividad, tal como se puede establecer a partir de los valores que varían entre 0.52 y 1.75 Lt/Seg/m. en los pozos con transmisividad mayor de 100 m²/día.

c) Estimación de la Recarga en Base a Variaciones del Nivel Freático

La recarga media total de la cuenca en sus resultados principales, se muestra en el Cuadro 2.2.5, conforme a los registros tomados del Proyecto BOL/78/006.

La infiltración total en los acuíferos, sobre una superficie total de 467 Km², alcanzó a 171.5 Hm³, en 1979-1980 y 155.7 Hm³ para el año medio, lo que representa una lámina de agua de 155 m.m., con respecto



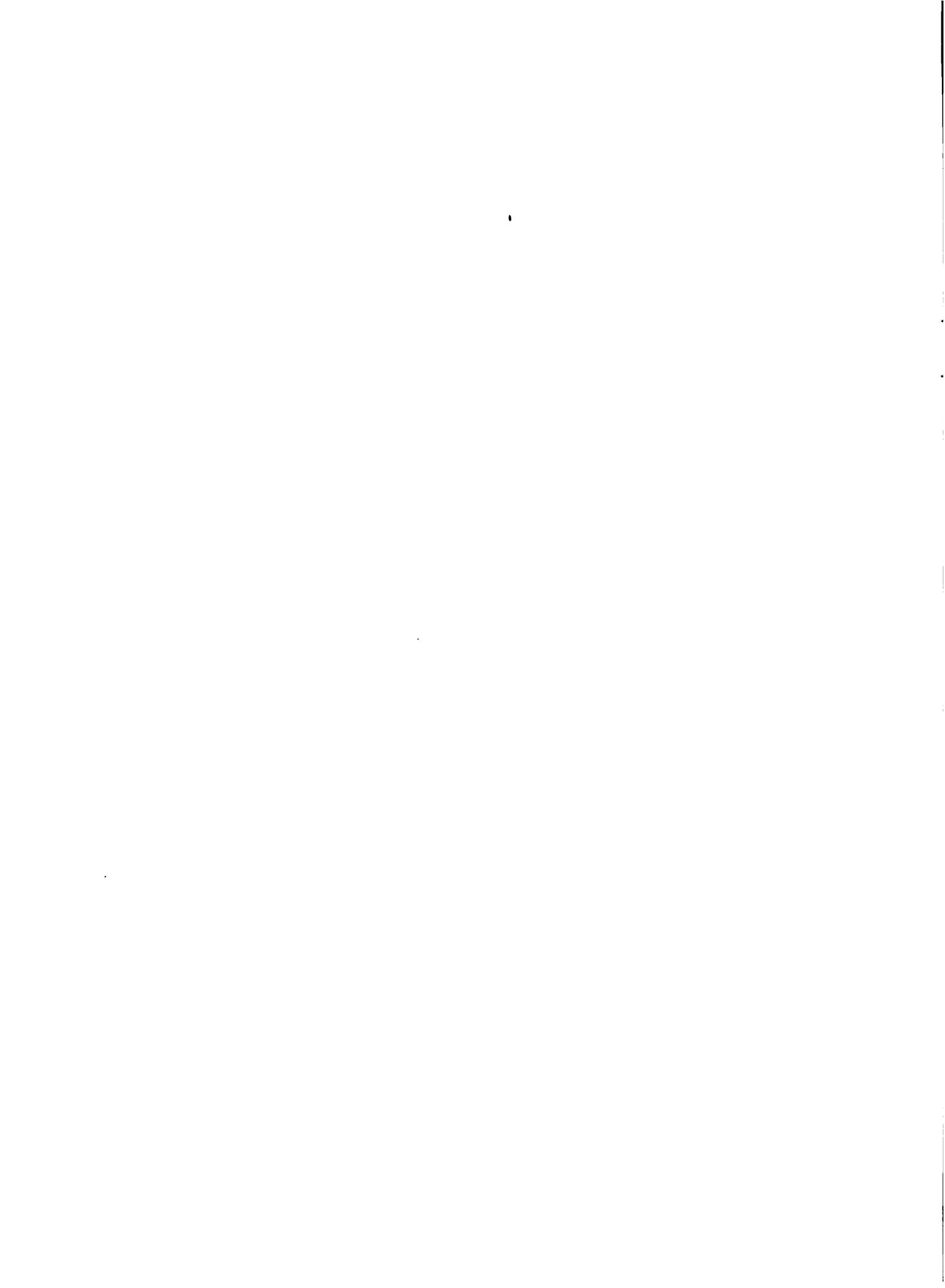
al área total de los depósitos cuaternarios ($1,005 \text{ Km}^2$) y de 49 m.m. con respecto al área total de la cuenca hasta La Angostura ($3,190 \text{ Km}^2$), o sea el 6.8% de la precipitación anual media (720 m.m.).

d) Balance General.

Los resultados permiten concluir lo siguiente:

- Los flujos subterráneos son bajos o medianos en la cuenca, debido a características hidrogeológicas medianas de los acuíferos en la parte central de la cuenca. Efectivamente, si la infiltración es satisfactoria en las zonas de recarga, que tienen buena permeabilidad, mucha agua infiltrada sale de nuevo por manantiales abajo de esta zona de recarga, o se descarga directamente en los ríos durante y poco después de la época de lluvias, en la zona de recarga y en los acuíferos freáticos. El flujo del acuífero confinado, que corresponde a su recarga, es de $0.50 \text{ m}^3/\text{Seg.}$, o sea un volumen anual de 15.7 Hm^3 en la parte central de la cuenca, a pesar de una recarga media de los acuíferos estimada en 120.7 Hm^3 en sus partes Norte y Central.
- Cabe repetir que toda la escorrentía subterránea de las partes Norte y Central de la cuenca drenan en el Río Guadalquivir, en el Angosto de San Luis, puesto que prácticamente no hay flujo subterráneo en el cuaternario entre El Portillo y Santa Ana. De igual manera en La Angostura, se afora la totalidad de las aguas superficiales y de origen subterráneo.
- La contribución de las formaciones paleozoicas, al flujo base, corresponde a la diferencia entre el flujo base potencial y la recarga de los acuíferos cuaternarios, es decir: $291.76 - 155.73 = 136.03 \text{ Hm}^3$, o sea una lámina de 62 mm. o un caudal de $4.32 \text{ m}^3/\text{Seg.}$

Por lo tanto esta contribución no es mucho menor que aquella de los acuíferos cuaternarios. Cabe notar que los afloramientos paleozoicos abarcan una superficie un poco mayor del doble de los depósitos cuaternarios y se extienden en las zonas que reciben las mayores precipitaciones.



CUADRO No 2.2.5

ESTIMACIÓN DE LA RECARGA 1/

N°	Subcuenca o Zona	Zona de Acuífero	Area (Km2)	Recarga			
				1979-1980		Media	
				R (m.m.)	V (Hm3)	R (m.m.)	V (Hm3)
1	Parte Norte de la Cuenca (Hasta Obrajes)	Común	95.71	466	44.58	413	45.12
		Freático	<u>13.45</u>	<u>180</u>	<u>2.42</u>		
		Total	109.16	430	47.00		
2	Parte Central de la Cuenca (Hasta Angosto de San Luis)	Común	68.80	689	47.42	387	56.45
		Freático	<u>77.13</u>	<u>174</u>	<u>13.44</u>		
		Total	145.93	417	60.86		
	Total (Partes Norte y Central) (1+2)	Común	184.51	559	92.00	451	101.57
		Freático	<u>90.58</u>	<u>175</u>	<u>15.86</u>		
		Total	255.10	423	107.86		
3	Santa Ana	Común	20.3	250	5.08		
		Freático	<u>22.26</u>	<u>111</u>	<u>2.48</u>		
		Total	42.56	178	7.56		
4	Camacho	Común	101.13	433	43.84		
		Freático	<u>39.30</u>	<u>199</u>	<u>7.80</u>		
		Total	140.43	368	51.64		
5	Guadalquivir Sur	Freático	29.23	150	4.44		
		Común	121.43	403	48.92		
		Freático	<u>90.79</u>	<u>162</u>	<u>14.72</u>		
	Total (Parte Sur de la Cuenca) (3+4+5)	Total	212.22	300	63.64	255	54.16
		Común	285.95	493	140.92	333	155.73
		Freático	<u>181.37</u>	<u>169</u>	<u>30.58</u>		
Total	467.32	367	171.50				

1/ Proyecto BOL/78/006



e) Explotación de las Aguas Subterráneas.

Alrededor de ciento veinte pozos excavados de poca profundidad, generalmente entre 3 y 10 m. y con un máximo de 25 m., son utilizados en su gran mayoría para fines domésticos. Sólo se inventariaron dentro del proyecto antes indicado, tres que disponen de bombas. La explotación total de estos pozos es probablemente menos de $0.3 \text{ Hm}^3/\text{año}$, o sea 10 Lt/Seg.

En la cuenca, se han inventariado igualmente dentro del proyecto indicado, dos galerías en el Río Sella y dos en el Santa Ana, con caudales entre 5 y 10 Lt/Seg. Desde 1970 numerosos pozos han sido perforados por varias empresas y, desde 1973, también por CODETAR.

A excepción de dos, los pozos utilizados ahora están ubicados en la zona más poblada, es decir Tarija - San Luis. En la zona industrial, debido a la densidad de pozos, ha sido necesario instalar bombas eléctricas, para caudales menores de 10 Lt/Seg., por haber disminuído la surgencia.

El caudal ficticio continuo de los 35 pozos de la región Tarija - San Luis, alcanza a 65 Lt/Seg. ($2 \text{ Hm}^3/\text{año}$) de los cuales 50 Lt/Seg. proceden de pozos surgentes. Una parte considerable del caudal se pierde a través de los pozos surgentes que no disponen de llave de paso.

f) Recursos Potenciales de Aguas Subterráneas.

Técnicamente los recursos de aguas subterráneas que se pueden extraer mediante pozos en la cuenca del Guadalquivir son considerables.

En efecto, parte apreciable de la recarga, cuyo promedio total estimado es de alrededor de 156 Hm^3 por año, puede ser explotado en las zonas hidrogeológicamente favorables antes que aflore como agua superficial.

Las condiciones favorables desde el punto de vista hidrogeológico, es decir buena transmisividad, acuífero libre y recarga del acuífero, que permiten una estabilización del nivel de agua en los pozos de producción, se encuentra probablemente en las regiones de Erquis, La Victoria y San Andrés.



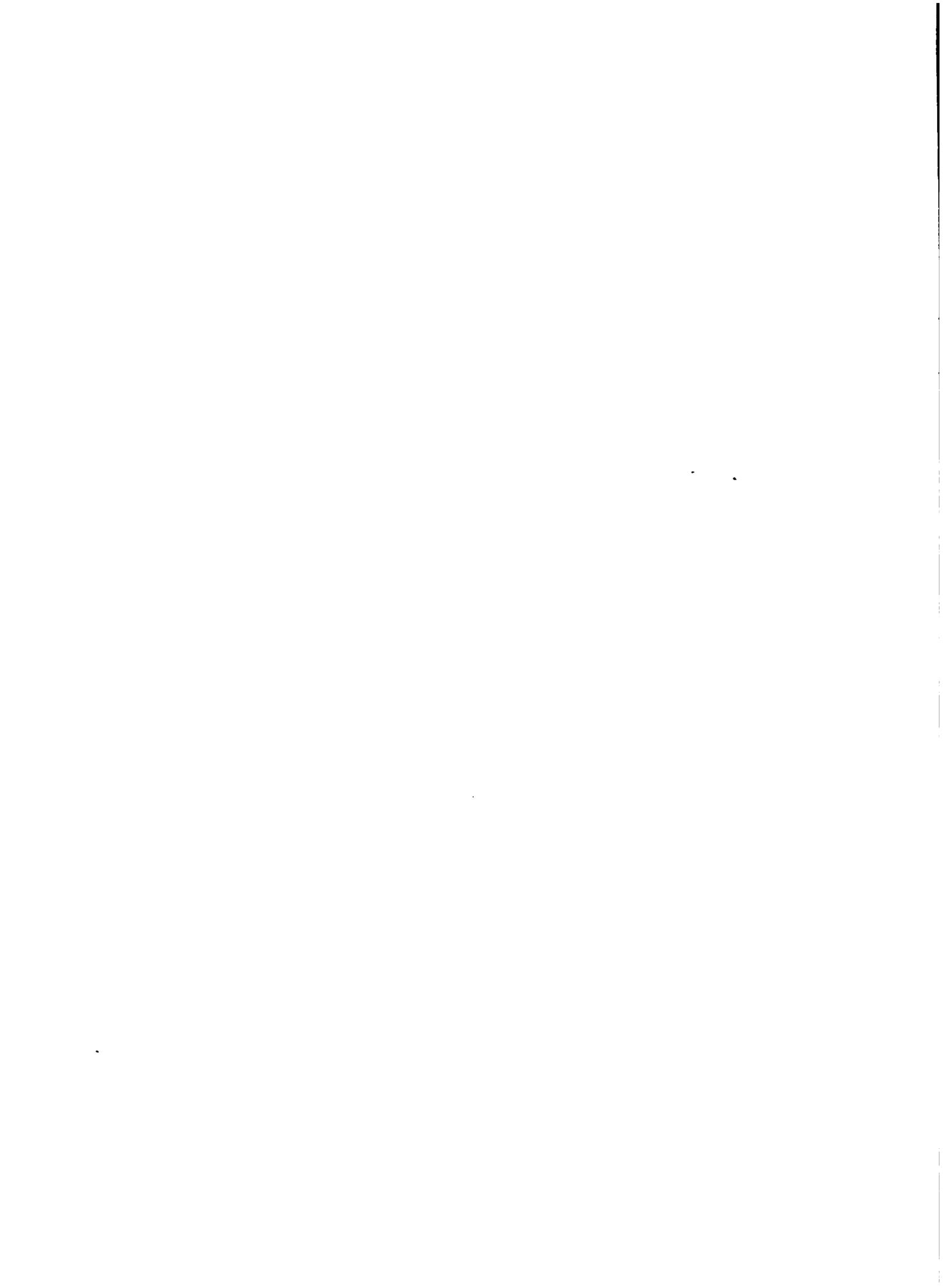
Como contraparte se presenta a continuación las condiciones desfavorables que pueden perjudicar el desarrollo de estas regiones. El nivel de agua es probablemente profundo, más de 40 m. en los valles de Erquis y La Victoria y alrededor de 30-40 m. en San Andrés. Además, la perforación de pozos, presenta dificultades técnicas en estas zonas y necesita equipos de perforación a percusión. A pesar de estas limitaciones, se considera que aproximadamente el 20% de la recarga en estas zonas se puede extraer por pozos. En el Cuadro 2.2.6, se presenta una estimación aproximada de los recursos aprovechables mediante pozos perforados en estas zonas y en otra parte del área de estudio.

g) Explotación Potencial de Aguas Subterráneas.

En el modelo elaborado por el Proyecto BOL/78/006 se ha determinado el abatimiento futuro para diversos casos de explotación de los pozos recién perforados (por el Proyecto BOL/78/006 y CODETAR), y definido un sistema de explotación racional, conforme a los requerimientos actuales, que no provoque un descenso excesivo del nivel durante los 30 años futuros.

El detalle de la explotación recomendada es presentado en el Cuadro 2.2.7.

En conclusión, la explotación posible del acuífero principal mediante pozos perforados conforme al Proyecto BOL/78/006 alcanza aproximadamente a $26.6 \text{ Hm}^3/\text{año}$, o sea $0.85 \text{ m}^3/\text{Seg.}$ incluyendo la explotación actual de 2 Hm^3 por año, o sea $65 \text{ Lt}/\text{Seg.}$ en la región de Tarija. Como lo muestra el Cuadro 2.2.8, se pueden aprovechar 19 pozos de explotación-producción y 3 pozos de observación perforados por el proyecto: 6 de bajo caudal (0.1 a $2 \text{ Lt}/\text{Seg.}$) para agua potable y 16 con caudales entre 4 y $25 \text{ Lt}/\text{Seg.}$ para riego o uso mixto con agua potable y uno para uso industrial y agua potable. La capacidad total de estos pozos es de $180 \text{ Lt}/\text{Seg.}$ que permite un caudal ficticio continuo de $90 \text{ Lt}/\text{Seg.}$, asumiendo un promedio de 12 horas de bombeo al día, o sea un volumen anual de 3.0 Hm^3 , con el que se pueden regar sólo pequeñas extensiones.



CUADRO No 2.2.6

RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

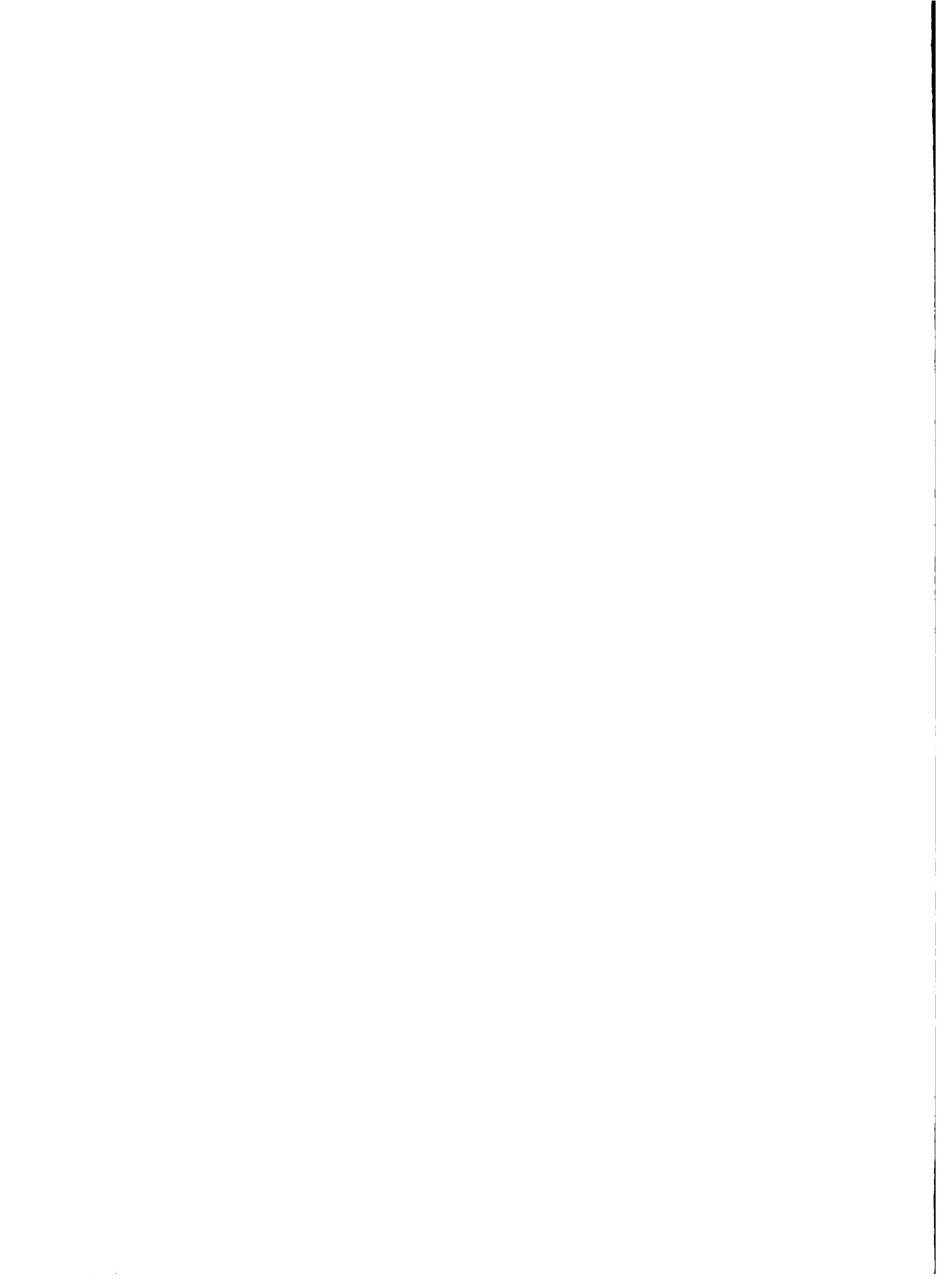
Región	Recurso		Características de Pozos			Profundidad (M)	Pozos Principales Perforados en la Zona
	Volumen Hm ³ /Año	Caudal Lt/Seg (1)	Caudal de Bombeo Lt/Seg	Altura Manométrica de Bombeo (M)	Altura Manométrica de Bombeo (M)		
San Andrés	7.2	230	10-50	50 - 70	50 - 70	100-150	
La Victoria	1.8	60	10-50	50 - 70	50 - 70	100-150	
Erquis Colmata	2.5	80	10-50	50 - 70	50 - 70	100-150	
El Rancho Monte Sur y M. Mercado S.	4	130	15-30	30 - 50	30 - 50	80-120	T-10, 22
Calama Tarija Cancha	3.1	100 (2)	10-20	80 - 120	80 - 120	35- 50	T-15, 13
Sella	0.3	10					
Tolomosa	1.9	60					
San Mateo Tomatitas	0.6	20	5-15	30 - 40	30 - 40	50-100	T-6
Parte Central, Cuenca Norte y Sur	3.9	125 (3)	5-15 (4)	30 - 60	30 - 60	80-120	PC-57, 60 T-4, 5, 19
Santa Ana	0.3	10	2-10	40 - 70	40 - 70	280-220	T-25
Camacho	1	30	2-15	30 - 50	30 - 50	100-180	T-27, 28
	26.6	850					

(1) Caudal ficticio continuo. El caudal de bombeo en un pozo corresponde a la mitad del caudal ficticio continuo.

(2) Con una explotación de 20 Lt/Seg. el caudal de los manantiales no bajaría mucho.

(3) Incluyendo 65 Lt/Seg. explotación actual.

(4) Caudales de 20 Lt/Seg. teóricamente posibles si no existiera interferencia entre pozos.



CUADRO No 2.2.7PROGRAMA DE EXPLOTACIÓN EN LA PARTE CENTRAL DE LA CUENCA 1/

Pozo N°	Distancia Aproximada de T-16 m.	Caudal Lt/Seg		Abatimiento Parcial Después de 30 Años (M)
		Por Pozo Lt/Seg	Por Grupo de Pozo	
PC-58	550	4.3	4.3	1.22
PC-57	800	5.6	10.6	2.85
PE-61		5		
PC-55	1,100	4	4.0	1.01
PC-56	3,100	1	6.0	1.23
PC-60		5		
Total			24.9	6.31
T-18		5		
T-19		5		
T-1	3,600	0.5	16.0	3.16
T-8		2		
T-12		3.5		
T-5		7.5	7.5	1.28
T-4	7,000	5	11.0	1.74
T-14		6		
Total			34.5	6.18
Total General			59.4	12.49
Abatimiento Resultante de la Explotación de Pozos Existentes				3.52 m
Total				16.01 m.

1/ Proyecto BOL/78/006.



CUADRO No 2.2.8

POSIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LOS POZOS DEL PROYECTO 1/

N°	Designación	Caudal Lt/Seg	Altura Manométrica		Uso Previsto	Observaciones
			Inicial M.	Fin		
1	Las Barrancas	4	33	- 46	Vivero Forestal*	
2	Pampa Redonda	0.3	15	- 20	A Bomba de Mano*	
3	Monte Mendez	2	36	- 43	A	
4	Monte Sur	10	4	- 8	R - A	
5	Qda. La Aguada	25	40	- 45	R - A	
6	San Mateo	5	31	- 35	A - R	
8	Morros Blancos	6	13	- 17	A - R	Pozo de Observación
10	Rancho Norte	25	37	- 45	R - A (1)	
12	San Luis	7	25	- 40	R - A	Pozo Surgente
13	Calama	5			R - A	Tapado
14	Portillo	12	15	- 45	R - A (1)	
15	Tarija Cancha	15	33	- 45	R - A (2)	
18	Tablada	10	35	- 4	R - A	
19	Barrio Industrial	15	25	- 40	I - A	
20	Sella Mendez	6	47	- 50	R - A	
22	Monte Cercado	15	45	- 52	R - A	
23	Sella Cercado	0.1	10	- 15	A	
24	Tabladita	0.5	28	- 33	A Bomba de Mano	Pozo de Observación
25	Santa Ana	0.1	43	- 50	A Bomba de Mano	
26	Tolomosa	4			R - A	Pozo de Observación Surgente
27	Concepción	3	16	- 40	A	Resultado Preliminar
28	Calamuchita	10	40	- 45	R - A	Resultado Preliminar

* En explotación; (1) Diseño Final;

(2) En construcción.

A = Agua Potable

R = Riego

I = Uso Industrial.

1/ Proyecto BOL/78/006.



2.3 Suelos

2.3.1 Introducción

El presente diagnóstico del recurso suelo forma parte de la evaluación integral de los recursos de la Vertiente del Plata siendo sus objetivos principales los siguientes:

- La descripción e identificación de las diferentes unidades morfológicas que comprende la Vertiente del Plata.
- La calificación y cuantificación del recurso edáfico con el objeto de conocer la distribución espacial de las asociaciones edáficas a nivel de suborden (de acuerdo al sistema de la 7a. aproximación).
- La clasificación de los suelos existentes, en base a su aptitud para el riego, con el objeto de estimar las superficies de tierras, en base a sus características agroecológicas.

Para llevar a efecto esta evaluación ha sido utilizada la información existente, la cual se refiere básicamente a aspectos geológicos, ecológicos y uso actual de la tierra, se dispuso también del estudio denominado Sistemas de Tierra, y de información edafológica existente dentro del ámbito de la Vertiente del Plata y como complemento se dispuso de las observaciones de campo realizadas durante los viajes de reconocimiento a diferentes lugares comprendidas dentro de ésta.

2.3.2 Metodología y Criterios Determinantes

La secuencia metodológica empleada ha sido la siguiente:

a) Fase Preliminar.

En base a la información geológica de la Vertiente del Plata y a criterios geomorfológicos y pedológicos, se confeccionó un mapa base de suelos, identificándose y delimitándose las unidades morfopedológicas. Este mapa base se elaboró a la escala 1:1,000,000.



b) Fase de Revisión Bibliográfica.

Dentro de esta se procedió a la evaluación de la información derivada del Mapa Ecológico de Bolivia, Mapa de Uso Actual de la Tierra, Mapa de Sistemas de Tierra y la información edáfica proveniente de los estudios de suelos que se hallan considerados dentro del ámbito de la Vertiente del Plata. Mediante esta evaluación se ha identificado y delimitado, tentativamente, zonas agroclimáticas diferentes.

c) Fase de Elaboración del Informe y Mapa de Suelos.

En base a la información derivada de las características litológicas, climáticas, relieve, granulometría, profundidades del suelo, condiciones de drenaje, fueron clasificadas las diferentes unidades morfopedológicas en diferentes asociaciones, de clases de aptitud para el riego y de capacidad de uso mayor. Asimismo se preparó una clasificación taxonómica de acuerdo a la 7a. aproximación U.S., a nivel de asociación de subórdenes.

Para la confección del mapa de suelos se tomó, como base cartográfica, el mapa tentativo que delimita las diferentes unidades morfopedológicas del mapa preparado a escala 1:1,000,000.

2.3.3 Características Geomorfológicas de la Vertiente del Plata

Para llevar a cabo la evaluación geomorfológica de la Vertiente del Plata se ha tomado en consideración, básicamente, el mapa geológico elaborado por el equipo técnico IICA-MACA. En este mapa base se han identificado seis unidades morfopedológicas pertenecientes al cuaternario y seis grupos o asociaciones de rocas pertenecientes a formaciones más antiguas, las cuales se caracterizan detalladamente en el Cuadro 2.3.1.

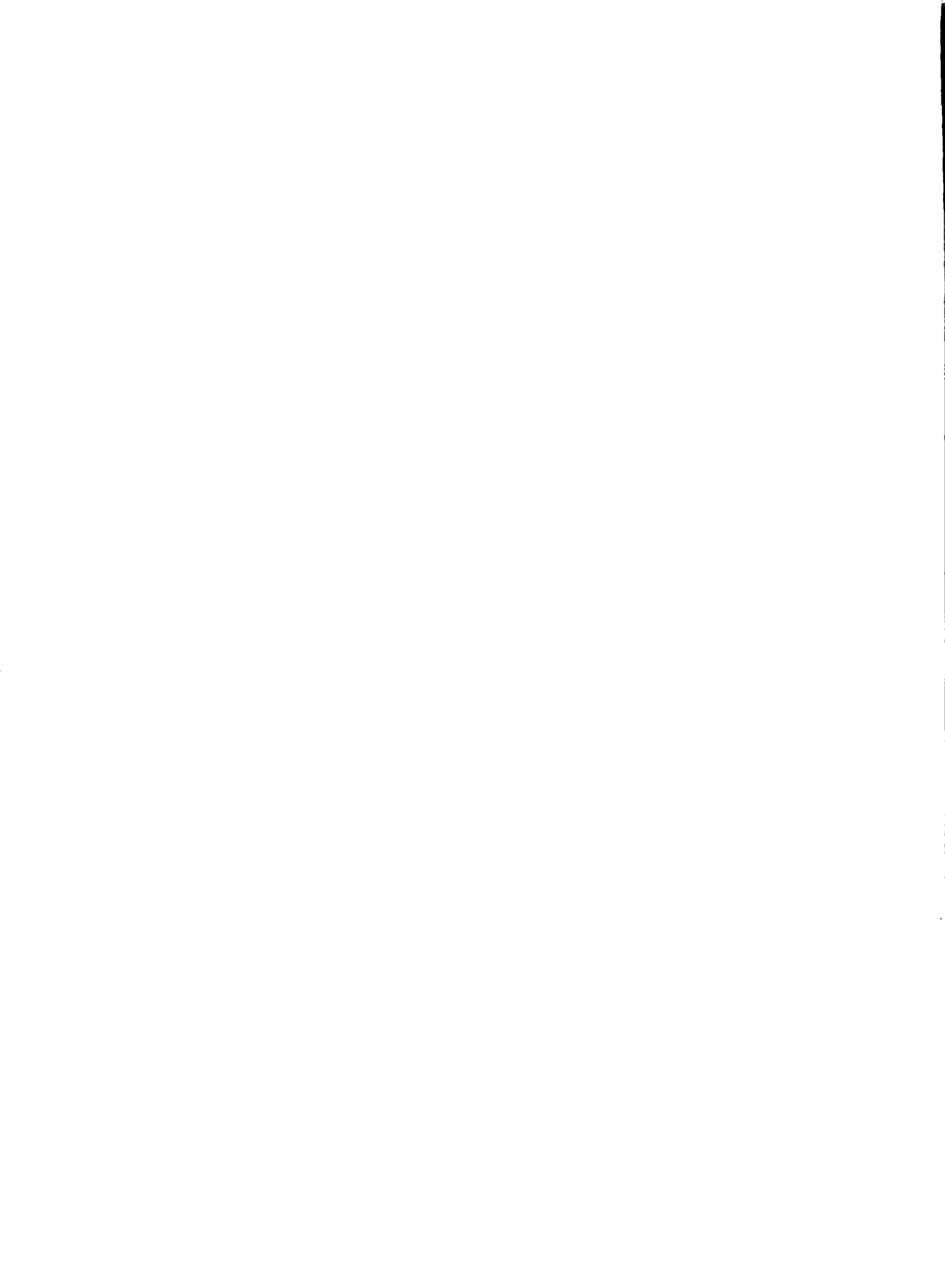
Cada una de estas unidades morfopedológicas han sido descritas en base a ciertos parámetros naturales que tipifican las características del medio donde se presentan. Es necesario remarcar que, siendo la información consultada de carácter general, y la escala de presenta-



//..

SUBGRUPO 2.3.1 - CARACTERÍSTICAS MORFOPEDOLÓGICAS DE LA VERTIENTE DEL FLATA

Unidades Morfopedológicas	Símbolo	Características Ecogeográficas	Litología o Material Original	Características Pedológicas	Limitaciones de Uso	Clasificación Agronómica	Características de Suelo	Recomendaciones
Coluviales	0c	<p>Esta unidad comprende las pedregas y fragmentos de lavas, cenizas y bombas de volcán. También incluye planicies de Sulfacha y Manzana de la zona de Tuziza.</p> <p>Altura: 2,500-3,300 m s.n.m.</p> <p>Ecología: Catastrada como monte estacional a montes de estacional.</p> <p>Precipitación: 300-400 m.m.</p> <p>Vegetación Dominante: Son especies achaparradas y pastos verdíticos de altura.</p> <p>Pendiente: Suave a ligeramente inclinada (2-7%).</p>	<p>Materiales finos y granulares derivados de rocas sedimentarias, tipo lutitas, areniscas etc.</p>	<p>Son suelos medianos a profundos, textura media y generalizada gruesa. Cabezas superficiales de color café obscura sobre un subsuelo café amarillento-rojizo. pH neutro, pobre en N₂.</p>	<p>Exposición laminar por el estar en montañas.</p> <p>Heladas ocasionales durante el periodo invernal de cultivos.</p> <p>Deficiencia de agua para los cultivos.</p>	<p>3st - 4st</p> <p>A₁ - P₂</p>	<p>A₁ - P₂</p>	III - IV
Glaciés	0g	<p>Esta formación se localiza en 3 zonas: Alto Plano de Atocha-Puchista sobre Entre Ríos, Agua Salada y la zona de la cuenca media de Plicomayo en las localidades de Buena Vista, Huacaya, Zacarata y una gran extensión al W de Villamontes.</p> <p>Altura: 450-2,000 m s.n.m.</p> <p>Con zona ecológica variable desde estacional desértico, bosque seco hasta bosque húmedo. Con precipitación de árboles deciduos a siempre verde y graníferos bajos.</p> <p>Pendiente: 2-12%.</p>	<p>Materiales dominantes finos, arcillosos limos y arenas en pendientes medias a suaves.</p>	<p>En zonas escarpadas, los suelos son de poca profundidad y erosionados, en las partes bajas de formación coluvio-aluviales son más profundos con horizontes inertes.</p> <p>pH ligeramente ácido, fertilidad natural media.</p>	<p>Erosión laminar generalizada.</p> <p>Heladas ocasionales para cultivos de invierno.</p>	<p>3st</p> <p>4st</p> <p>2st</p>	<p>A₁ - P₁ - A₂</p>	III - IV
Fluvio-Aluviales	0f	<p>Se localiza en los valles de Icla, Mendoza y arroyos de San Pichayo. Las zonas de Culpina-Inchahuti, de San Cinti, valle Central de Tarija.</p> <p>Su topografía es con pequeñas lomas anchas planas, con pendientes suaves.</p> <p>Altura: 2,200-2,650 m s.n.m.</p> <p>Ecología: Buena estacional con tendencia a bosques con predominio de árboles de cactáceas (mole, algarramo y saúces).</p>	<p>Aluvión cuaternario, constituido por materiales finos, granulares mezclados con limos y arcillas.</p>	<p>Predominan suelos aluviales, de textura media, en algunos sectores aluviales con mayor fertilidad. En las partes altas y en los ríos, son mayormente arenosos con presencia baja en P y N₂.</p> <p>pH de neutro a ligeramente alcalino.</p>	<p>Escasez de agua de riego en los periodos de cultivo.</p> <p>Necesitan un manejo muy cuidadoso de los ríos.</p> <p>Problemas de erosión laminar y concentrada (en surcos y cárcavas) intensa.</p>	<p>2st - 3st</p> <p>3st - 4st</p>	<p>A₁ - A₂ - P₁ - P₂</p>	II-III-IV
Terrazas de Erosión	0t	<p>Esta formación se localiza en la zona de Oravi y Villavieja de Parí, Surco, Veracruz y Tarija de Chuquisaca. Las planicies de Villavieja, Molo y Moraya. Las localidades de Iscachachi, Cocabana sobre la carretera a Villavieja.</p> <p>Altura: 2,200-3,600 m s.n.m.</p> <p>Ecología: Calificación como bosque seco. La vegetación lo constituyen pastizales bajos y relativos, pequeños arbustos y cactus y chala.</p> <p>Pendiente: 2-4%.</p>	<p>Distribución irregular de materiales finos y granulares.</p>	<p>En sectores planos y embudados y áreas de acumulación de material de arrastre. Los suelos son más profundos, textura media gruesa, ocasionalmente pedregosa. Algunas veces se presenta concreciones de carbonatos en los horizontes profundos del subsuelo.</p> <p>Son deficientes en P₂ y N₂; pH ligeramente alcalino. Ca, Mg son también bajos.</p>	<p>El mal manejo de los suelos ocasiona la erosión con formación de cárcavas.</p> <p>Baja fertilidad de los suelos.</p> <p>Escasez de agua de riego.</p> <p>Heladas y granizas ocasionales.</p>	<p>4st</p> <p>4st</p> <p>6stp</p>	<p>A₁ - P₁</p>	IV - VI



11..

CUADRO No. 2.3.1.1 (CONT.)

Unidades Morfoedológicas	Símbolo	Características Ecogeográficas	Litología o Material Original	Características Pedológicas	Limitaciones de Uso	Clasificación	Capacidad de Uso Mayor	Capacidad de Uso Menor
Fluvio-Glaciales	0'g	Se encuentran en San Antonio de López como pequeñas manchas. Topografía: rugosa y montañosa. Altura: 3,000-4,000 m.s.n.m. Vegetación: de pastura albeina seca con arbustos reñuticos (tola y yarico). Ecología: Estepa montana templado. Pendiente: 4-8.	Dedritos granulares relativa mente frías, con arcilla mezclada con grava y arena.	Son suelos de origen glacial, moderadamente profundos a superficiales, textura moderadamente gruesa y con fracciones gruesas dentro y sobre el perfil. Drenaje bueno a moderadamente bueno.	- Clima frío. - Presencia de fracciones gruesas - Deficiencia de agua.	Fluvent 4 st 6 st	A ₃ - I	IV - VIII
Morénicos	0m	Se encuentra ubicada en el sector de Chaqui, Puna y Loma Laja y parte en Lempuzani y Betanzos de Potosí. Altura: 3,000-3,600 m.s.n.m. Topografía: Quebrada y en parte suavemente inclinada y ondulada. Predominan pasturas secas con arbustos achaparrados y cactus. Ecología: Estepa montana templado y bosque húmedo montano templado.	Depositos de granulometría heterogénea, constituidos por bloques, grava, arena y arcilla en diferente proporción.	Se observa una diversidad de suelos desde superficiales a profundos de color café pálido, textura mediana, pedregoso y gravoso sub suelo café amarillo pálido, con bajo contenido de P y M con ocurrencias de áreas asociadas medianamente fértiles. Suelos de Ladera pedregosa.	La helada y granizo son una amenaza para cultivos. Topografía para la mecanización. Baja precipitación y escasez de agua de riego.	Fluvent Dchrepts	A ₃ - I	IV - VIII
Formaciones Rocas Igneas	R ₁		Rocas ígneas ácidas a semidúas principalmente efusivas, con tobas y brechas en menor proporción.	Suelos superficiales de textura media gruesa, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Clima frío.	Orthents Orthods	I	VIII
	T		Areniscas arcillosas, arcilla y conglomerados.	Suelos superficiales a regulares, textura media gruesa, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Erosión	Orthents líticos	I - F	VIII - VII
	M ₂		Areniscas, calizas, margas y arcillitas.	Suelos superficiales de textura media, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente	Regulis Psamments	I - F	VIII - VII
	P ₂		Diamocitas, areniscas, sacaroides y lutitas.	Suelos superficiales, textura moderadamente gruesa a media asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente.	Orthents Dchrepts	F - I	VII - VIII
	P ₁		Lutitas, limolitas, areniscas, carbocitas y diamocitas.	Suelos superficiales de textura media gruesa, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Clima frío.	Orthents	F - F - P	VIII-VII-VI
	W		Areniscas, areniscas cuarcíticas, carbocitas y pizarras.	Suelos superficiales de textura moderadamente gruesa gravosos, asociados con afloramientos líticos.	Superficialidad del suelo. Pendiente. Clima frío.	Psamments Orthents Dchrepts	F - I	VII - VIII

• Sistema de clasificación según su capacidad de uso del U.S. Department of Agriculture.



ción del mapa muy pequeña, la caracterización de cada una de estas unidades es aproximativa ya que dentro de ellas se incluyen variantes ecoedáficas que crean un patrón de variabilidad ambiental.

a) Unidades Morfopedológicas.

Para la identificación y nominación de estas unidades se ha tomado como base el mapa geológico de la Vertiente del Plata habiéndose especificado el tipo de formación mediante un prefijo fisiográfico.

b) Características Ecogeográficas.

Para la descripción de las características ecogeográficas se han tomado en consideración los siguientes parámetros: localización aproximada, su altitud promedio, formación vegetal dominante (conforme al mapa ecológico de Bolivia), topografía, clima y otras observaciones necesarias que tipifican a cada unidad.

c) Litología.

Básicamente han sido descritas las características granulométricas de las formaciones superficiales cuaternarias y el tipo de roca o asociación de rocas dominantes en cada unidad morfopedológica, así como sus características texturales.

2.3.4 Caracterización Edáfica de las Unidades Morfopedológicas

Para llevar a cabo la caracterización edáfica de cada una de las unidades morfopedológicas, se han revisado algunos estudios de suelos efectuados dentro de la Vertiente del Plata correlacionándose además las características ecológicas, litológicas y de pendiente, del medio donde se hallan distribuidas estas unidades.

Dentro de cada unidad morfopedológica, se incluyen suelos que difieren inclusive a nivel de suborden (según el sistema de la 7a. aproximación U.S.). Es por ello que en la descripción pedológica sólo se han considerado las propiedades más sobresalientes de los suelos dominantes, tales como: profundidad efectiva, granulometría, drenaje, reacción, etc.

En el Cuadro 2.3.1, correspondiente a la caracterización morfopedológica de la Vertiente del Plata se ha incluido una columna denominada "Limitaciones de Uso", en la cual se señalan los factores limitantes más notorios que tendría cada unidad morfopedológica desde el punto de vista de utilización del suelo.

2.3.5 Clasificación Edáfica

En base a las características ecogeográficas, litológicas y pedológicas de cada unidad morfopedológica, se ha efectuado la integración de éstas dentro de tres sistemas diferentes de clasificación: un sistema taxonómico o natural y dos sistemas aplicados a determinados fines prácticos de uso del suelo y que son su aptitud para el riego y su capacidad de uso mayor.

a) Clasificación de los Suelos de Acuerdo al Sistema de la 7a. Aproximación U.S.

El objeto de clasificar los suelos identificados en una zona determinada, dentro de un sistema taxonómico natural es ayudar a recordar las características significativas de los suelos, para ver las relaciones recíprocas con su medio ambiente y establecer grupos o subdivisiones de los individuos bajo estudio en una manera útil para propósitos prácticos aplicativos tales como: identificar su mejor uso, estimar su productividad y predecir su comportamiento.

En base a la evaluación de las características ecogeográficas (clima, ecología, posición, relieve, altitud, etc.) litológicas y pedológicas de cada unidad morfopedológica, éstas han sido correlacionadas con aquellas definidas en el Sistema Internacional de Clasificación de la 7a. Aproximación publicado en el Soil Taxonomy (1976).

Este sistema considera seis categorías o niveles: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie.

El presente estudio incluye la clasificación de las unidades morfopedológicas a nivel de asociación de subórdenes conforme se detalla en el Cuadro 2.3.1.



b) Clasificación de las Tierras según su Aptitud para el Riego.

b.1) Principios Básicos

La clasificación de las tierras se basa en un procedimiento sistemático con el fin de delimitar los suelos sobre las bases de su adaptabilidad para el riego permanente pero la complejidad geomorfológica y la heterogeneidad en cuanto a los factores económicos, sociales e institucionales del área estudiada hacen impracticables las especificaciones de un sistema rígido, por lo que el sistema de clasificación de tierras utilizado, ha sido adecuado al ambiente geopolítico del área.

El concepto de tierras aptas para el riego corresponde a aquellas en las que la aplicación de prácticas de riego y culturales adecuadas redundan en una mayor productividad.

Como parte implícita de la clasificación de tierras según su aptitud para el riego se debe disponer de levantamientos básicos de suelos así como de planos topográficos y de uso actual de la tierra.

b.2) Metodología

La clasificación de tierras, según su aptitud para el riego, ha sido realizada siguiendo la metodología propuesta en las normas del U.S. Bureau of Reclamation, la cual ha sido adecuada al estudio.

Para la diferenciación de las diferentes clases de aptitud para el riego, se han considerado dos tipos de factores económicos y físicos.

Los factores económicos que se han tomado en cuenta son: la capacidad productiva, costos de producción y costos de desarrollo de tierra, de estos tres, el de mayor implicancia ha sido el concepto de "Capacidad Productiva" el cual connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos. Los principales factores que influyen en la capacidad productiva son: condiciones



climáticas (distribución de las lluvias, frecuencia de heladas, temperaturas extremas, movimiento de masas de aire, etc.), características del suelo (textura, profundidad efectiva, permeabilidad y fertilidad), características topográficas (posición de la tierra, relieve y pendiente), disponibilidad de agua y drenaje.

Los factores físicos, entre los cuales se consideran básicamente: suelos, topografía y drenaje.

Las características edáficas que han influido predominantemente en la clasificación son: profundidad efectiva, textura y proporción de la fracción gruesa (gravas, cascajo y piedra), capacidad de retención de humedad y salinidad, principalmente.

Con referencia al factor drenaje, se ha tomado en cuenta los problemas de napa freática alta, inundación periódica tanto por una dinámica fluvial de régimen irregular así como por inundación de áreas ribereñas lacustres.

En cuanto al factor topográfico, se han tenido en cuenta tres aspectos principales: grado de pendiente, relieve y posición.

En base a las normas del U.S.B.R. se procedió a la clasificación de las tierras en grupos, clase y sub-clases de aptitud de riego.

Los grupos considerados fueron:

- Tierras aptas para riego.
- Tierras de aptitud limitada.
- Tierras no aptas.

Estos grupos generales se subdividen en clases de aptitud, que son las unidades básicas de adaptabilidad al riego. El primer grupo se subdivide en tres clases de aptitud: 1 a 3 en las que aumentan, progresivamente, las limitaciones y los costos de producción.



El segundo grupo presenta una clase de aptitud: la clase 4 que es marginal para uso agrícola. El tercer grupo se divide en dos clases de aptitudes la 5 y 6 consideradas no aptas para el riego, siendo la clase 5 una clasificación transitoria, susceptible a mejorar de aptitud una vez realizados los mejoramientos especiales del suelo, tal como: drenamiento, lixiviado de sales, desempiedre, etc.

A fin de lograr una mayor identificación del problema en relación a los tipos de restricción dominante, se han clasificado las tierras, hasta el nivel de sub-clase, considerándose los siguientes factores limitantes:

- s = Deficiencia del suelo.
- t = Deficiencia de topografía.
- d = Deficiencia por drenaje.
- i = Susceptibilidad a la inundación.

Es muy posible que dentro de una misma clase de aptitud puedan presentarse dos o más deficiencias las que se indicaran mediante su símbolo respectivo.

Debido al nivel del estudio y a la escala del mapa base, se han identificado sólo unidades a nivel de asociación de clases de aptitud para el riego, cuyas extensiones y porcentajes sobre el total se muestran en el Cuadro 2.3.2.

Haciendo una discriminación porcentual de cada una de las clases que comprenden las asociaciones identificadas, se ha confeccionado el Cuadro 2.3.3 y la Lámina 2.3.1, como se podrá apreciar en este cuadro no se consideran clases 1 y 2, sin embargo, es posible identificar en áreas específicas tierras en la clase 2, pero de una extensión muy pequeña para poder ser cartografiable sobre el mapa de suelos a la escala 1:1,000,000.

La clase 3 de aptitud para el riego comprende aquellos suelos con características físicas apropiadas pero que presentan la



CUADRO No 2.3.2

EXTENSIÓN Y PORCIENTO DE LAS CLASES Y SUBCLASES
DE APTITUD PARA EL RIEGO

Asociación de Clases	Extensión Total		Subclases	Extensión Parcial	
	Ha.	%		Ha.	%
2 - 3	19,000	0.2	2s (80%) 3s (20%)	15,200 3,800	0.15 0.05
3 - 6	46,300	0.4	3st (70%) 6st (30%)	32,400 13,900	0.30 0.10
2 - 3	714,000	6.7	2s (30%) 3s (30%) 3st (40%)	214,200 214,200 285,600	2.0 2.0 2.7
3	42,500	0.4	3s (60%) 3st (40%)	25,500 17,000	0.24 0.16
3 - 4 - 6	113,000	1.1	3s (30%) 4st (40%) 6st (30%)	33,900 45,200 33,900	0.3 0.4 0.4
3 - 4	268,000	2.6	3s (30%) 4st (70%)	80,400 187,600	0.7 1.9
3 - 4	145,000	1.4	4s (70%) 3st (30%)	101,500 43,500	1.1 0.3
4 - 6	25,000	0.2	4st (60%) 6st (40%)	15,000 10,000	0.1 0.1
6	<u>9,245,200</u>	<u>87.0</u>	6st(100%)	<u>9,245,200</u>	<u>87.0</u>
Total	10,618,000	100.0		10,618,000	100.0



CUADRO No 2.3.3EXTENSIÓN Y PORCIENTO DE LAS CLASES Y SUBCLASES
DE APTITUD PARA EL RIEGO

Clase	Extensión Total		Subclase	Extensión Parcial	
	Ha.	%		Ha.	%
2	229,400	2.2	2s	229,400	2.2
3	736,300	6.9	3s	357,800	3.4
			3st	378,500	3.5
4	349,300	3.3	4s	101,500	1.0
			4st	247,800	2.3
6	<u>9,303,000</u>	<u>87.6</u>	6st	<u>9,303,000</u>	<u>87.6</u>
Total	10,618,000	100.0		10,618,000	100.0

Area Bruta de Riego (Clases 2, 3 y 4) = 1,315,000 ha.

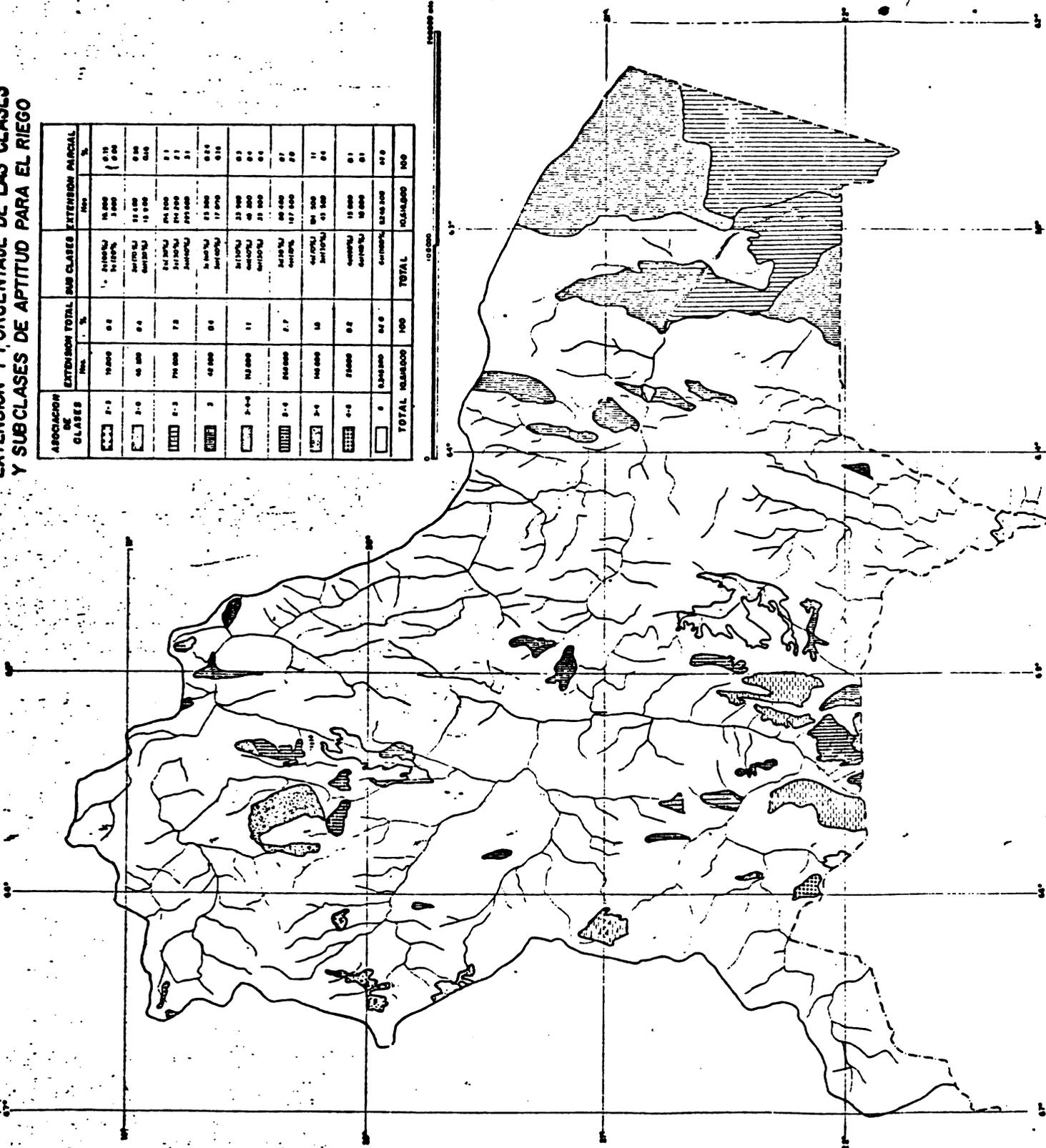
Area Neta para el Riego = 1,180,000 ha.

CUADRO No 2.3.4SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE LOS GRUPOS O ASOCIACIONES
DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

Grupos o Asociaciones	Descripción	Superficie	
		Ha.	%
A	Tierras para Cultivos en Limpio	1,763,900	16.6
A(80) F(20)	Tierras para Cultivos en Limpio y Producción Forestal	113,000	1.1
X(40) F(60)	Tierras de Protección y Producción Forestal	426,000	4.0
X(80) F(20)	Tierras de Protección y Producción Forestal	2,008,500	18.9
X(70) F(20)	Tierras de Protección y Producción Forestal	1,742,000	16.4
X	Tierras de Protección	<u>4,564,600</u>	<u>43.0</u>
Area Total		10,618,000	100.0

EXTENSION Y PORCENTAJE DE LAS CLASES Y SUBCLASES DE APTITUD PARA EL RIEGO

ASOCIACION DE CLASES	EXTENSION TOTAL		SUB CLASES		EXTENSION PARCIAL	
	Hect.	%	Hect.	%	Hect.	%
1-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
2-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
3-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
4-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
5-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
6-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
7-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
8-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
9-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
10-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
11-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
12-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
13-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
14-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
15-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
16-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
17-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
18-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
19-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
20-1	10,000	0.2	24,100% 24,100	0.10	10,000	0.10
TOTAL	5,000,000	100	5,000,000	100	5,000,000	100



incidencia negativa de los factores económicos, esencialmente climáticos y que inciden específicamente sobre la capacidad productiva.

La clase 4, que es la de mayor extensión dentro de las tierras aptas para el riego, comprende aquellos suelos que presentan restricciones de profundidad efectiva, pedregosidad, pendiente y drenaje, sumado a ello, se hallan sometidos a riesgos de orden climático (frecuencia de heladas, granizo, etc.) lo cual hace que su capacidad productiva y capacidad de pago se halle mer ma da considerablemente.

La clase 5, involucra aquellas tierras que revisten cierto potencial agropecuario pero que es necesario efectuar estudios más detallados para poder definir su clase definitiva de aptitud para el riego; ésta se halla integrada por todos aquellos que presentan problemas de drenaje, salinidad y posición topográfica principalmente.

La clase 6, se halla integrada por todos aquellos suelos con limitaciones severas de pendiente, drenaje, salinidad y profundidad efectiva; es la clase de mayor extensión dentro de la Vertiente del Plata ya que ocupa el 70% de la superficie total eva lu ada.

c) Clasificación de las Tierras según su Capacidad de Uso Mayor.

c.1) Principios Básicos

La clasificación de los suelos, según su capacidad de uso mayor es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, basado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir, constantemente, bajo tratamientos continuos y usos es pe cí fi co s y muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de uso, limitaciones, necesidades y prácticas de manejo que requieren. Asimismo, proporciona los elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes inte gra les de desarrollo agrícola.



El criterio básico que rige esta clasificación está determinado, fundamentalmente, por las características ecológicas del medio, así como por la naturaleza y grado de limitaciones que impone el uso del suelo, de acuerdo con las variaciones de sus características físico-químicas, morfológicas y topográficas, las que determinan su vocación para usos agropecuarios o forestales, dentro de márgenes de rentabilidad adecuados.

c.2) Factores Limitantes

Los factores que determinan las limitaciones son: condiciones de clima, topografía, riesgos de erosión, deficiencias por suelo y condiciones de drenaje o humedad y riesgos de anegamiento o inundación fluvial.

c.2.1) Condiciones de Clima

De acuerdo con las características ecológicas dominantes, los factores climáticos limitantes están relacionados con el cuadro prevalente, incluyendo sequías prolongadas, temperaturas bajas, excesos de humedad y severas fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche, entre otras.

c.2.2) Riesgos de Erosión

Los factores limitantes dentro de este aspecto están íntimamente relacionados con las condiciones topográficas (pendientes), características físico-químicas del suelo, escorrentía superficial, clima (precipitación) y manejo deficiente del suelo.

c.2.3) Deficiencias por Suelo

Están íntimamente relacionadas con las condiciones edáficas, como textura, estructura, profundidad efectiva, gravosidad, acidez, fertilidad, etc.

c.2.4) Condiciones de Drenaje

Los factores limitantes están relacionados con el sistema natural de drenaje de los suelos tales como presencia de un nivel freático alto, capas masivas muy poco permeables, posición o características fisiográficas y escorrentía de las aguas provenientes de las zonas altas.

c.2.5) Riesgos de Anegamiento o Inundación Fluvial

Los factores relacionados a esta característica están íntimamente ligados a los peligros de anegamiento o inundación fluvial, debido a los desbordes de los ríos principales y cursos menores en épocas de crecientes.

c.3) Esquema de Clasificación

El esquema de clasificación considerado para el presente estudio consta de cinco agrupaciones de capacidad de uso mayor de la tierra, las cuales son enunciadas y descritas a continuación:

Grupo A: Tierras aptas para cultivos en limpio.

Grupo C: Tierras aptas para cultivos permanentes.

Grupo P: Tierras aptas para pastos.

Grupo F: Tierras aptas para producción forestal.

Grupo X: Tierras de protección (no aptas para fines agropecuarios ni explotación forestal).

El Grupo A incluye las mejores tierras. En ellas las condiciones ecológicas permiten la remoción periódica a continuada del suelo para el sembrío de plantas herbáceas o semiarbustivas, anuales o de períodos vegetativos aún más cortos, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras, por su alta calidad agrológica, podrán dedicarse a otros fines (cultivos

permanentes, pastos, producción forestal y protección) cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivos en limpio.

El Grupo C comprende tierras que presentan mayores limitaciones que el grupo anterior. Por sus condiciones ecológicas, no son adecuadas a la remoción periódica y continuada del suelo, pero permiten la implantación de cultivos perennes o semiperennes, sean estos herbáceos, arbustivos o arbóreos, bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del suelo ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse a otros fines (pastos, producción forestal y protección) cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de cultivo permanente.

El Grupo P consta de tierras que no reúnen las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos en limpio o permanentes, pero permiten la implantación de pastos cultivados o el uso de pastos naturales bajo técnicas económicamente accesibles a los agricultores del lugar, sin deterioro de la capacidad productiva del recurso ni alteración del régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse para otros fines (producción forestal o protección) cuando las condiciones climáticas lo permitan, o cuando en esta forma se obtenga un rendimiento económico superior al que se obtendría de su utilización con fines de pasto.

El Grupo F está constituido por tierras que no reúnen las condiciones ecológicas requeridas para su cultivo o pastoreo, pero permiten su uso para la producción de maderas y otros productos forestales, siempre que sean manejadas en forma técnica para no causar deterioro en la capacidad productiva del recurso ni alterar el régimen hidrológico de la cuenca. Estas tierras podrán dedicarse alternativamente a protección.

El Grupo X comprende tierras cuyas limitaciones muy severas no pueden ser corregidas y restringen su uso, derivadas de no reunir las condiciones ecológicas mínimas requeridas para cultivos, pastos o producción forestal. Se incluye dentro de este grupo: picos, nevados, pantanos, playas, cauces de río y otras tierras que, aunque presenten vegetación natural boscosa, arbórea, arbustiva o herbácea, su uso no es económico y deben ser manejados con fines de protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre, valores escénicos, científicos, recreativos y otros que impliquen beneficio colectivo o de interés social.

Como resultado de la aplicación de este sistema de clasificación para la Vertiente del Plata se ha elaborado el Cuadro 2.3.4 en el cual se muestra la superficie y porcentaje del total que corresponde a grupos o asociaciones de grupos de capacidad de uso mayor.

2.3.6 Conclusiones

Se ha efectuado el diagnóstico del recurso suelo en base a la información existente, complementada con observaciones de campo.

La superficie total evaluada de la Vertiente del Plata, ha sido de 10,618,000 Ha.

En base a la aplicación del sistema de clasificación de las tierras, según su aptitud para el riego, se ha obtenido los siguientes resultados:

- Tierras aptas para el riego 1,315,000 ha. dentro de las cuales la clase 3 es la que ocupa la mayor superficie (736,300 ha.).
- Tierras no aptas para el riego, con una superficie de 9,303,000 ha. o sea el 87.6% del área evaluada.



Se ha aplicado asimismo el sistema de clasificación de tierras según su capacidad de uso mayor, habiéndose delimitado solamente asociaciones de grupos de capacidad de uso mayor y cuyos resultados se muestran en el Cuadro 2.3.4, haciendo la discriminación porcentual por grupos de capacidad de uso mayor, se han determinado 1,854,300 ha. de tierras aptas para cultivos en limpio; 1,202,500 ha. de tierras aptas para producción forestal y 7,561,200 ha. de tierras de protección, las cuales se detallan en el Cuadro 2.3.5.

CUADRO No 2.3.5

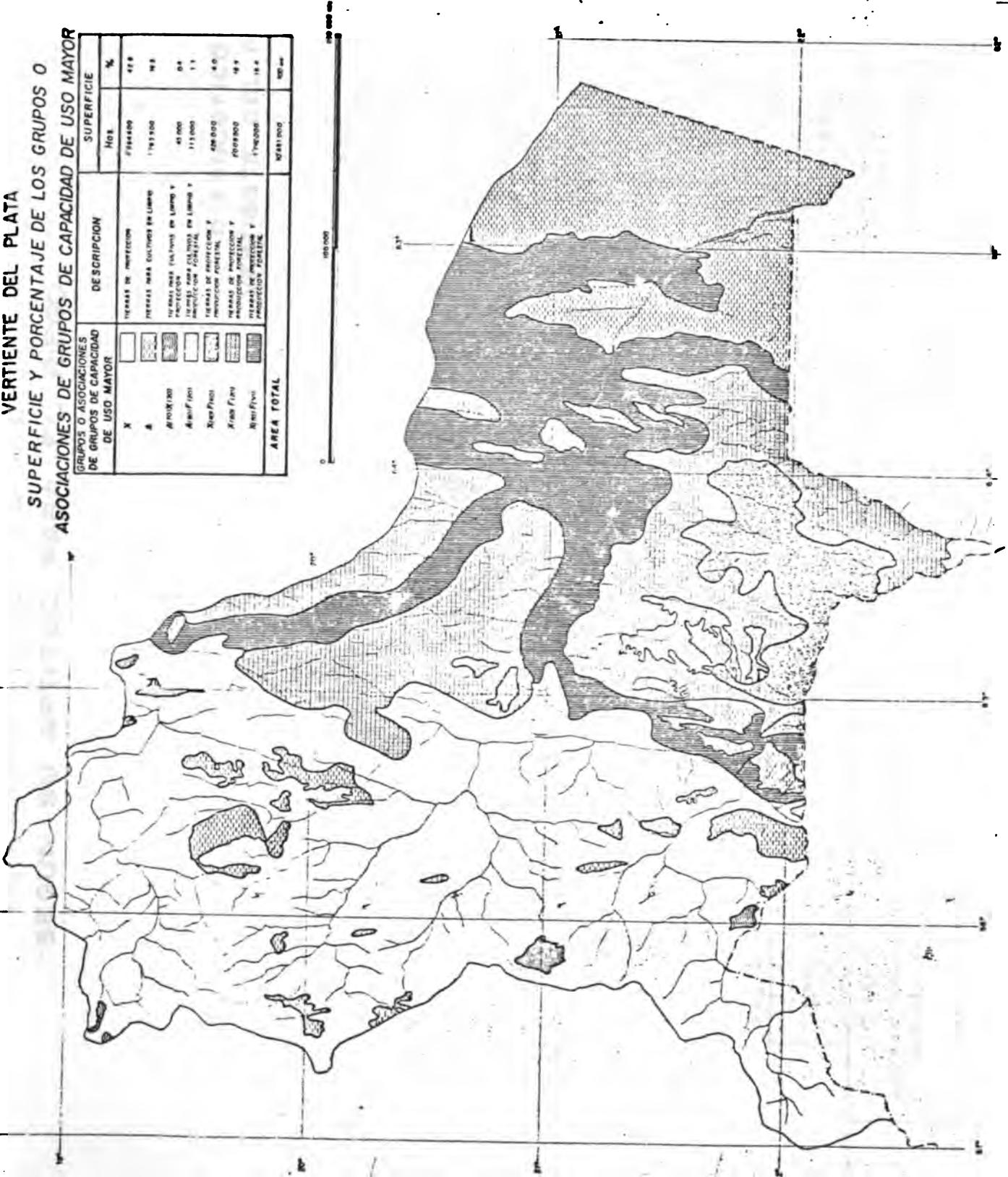
CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

<u>Grupos de Capacidad de Uso Mayor</u>	<u>Símbolo</u>	<u>Superficie</u>	
		<u>Ha x 10³</u>	<u>%</u>
Cultivos en Limpio	A	1,854.3	17.5
Producción Forestal	F	1,202.5	11.3
Protección	X	<u>7,561.2</u>	<u>71.2</u>
Area Total		10,618.0	100.0



VERTIENTE DEL PLATA
SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE LOS GRUPOS O
ASOCIACIONES DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR

GRUPOS O ASOCIACIONES DE GRUPOS DE CAPACIDAD DE USO MAYOR	DESCRIPCION	SUPERFICIE	
		Hect.	%
X	TIERRAS DE PROTECCION	2744400	41.8
A	TIERRAS PARA CULTIVOS EN LIMBO Y PROTECCION	1793300	26.8
A101X100	TIERRAS PARA CULTIVOS EN LIMBO Y PROTECCION	45 000	0.6
A101F100	TIERRAS PARA CULTIVOS EN LIMBO Y PROTECCION FORESTAL	113 000	1.7
X101F100	TIERRAS DE PROTECCION Y PROTECCION FORESTAL	408 000	6.0
X101F100	TIERRAS DE PROTECCION Y PROTECCION FORESTAL	2009300	29.9
X101F100	TIERRAS DE PROTECCION Y PROTECCION FORESTAL	1794200	26.8
AREA TOTAL		6541700	100.0

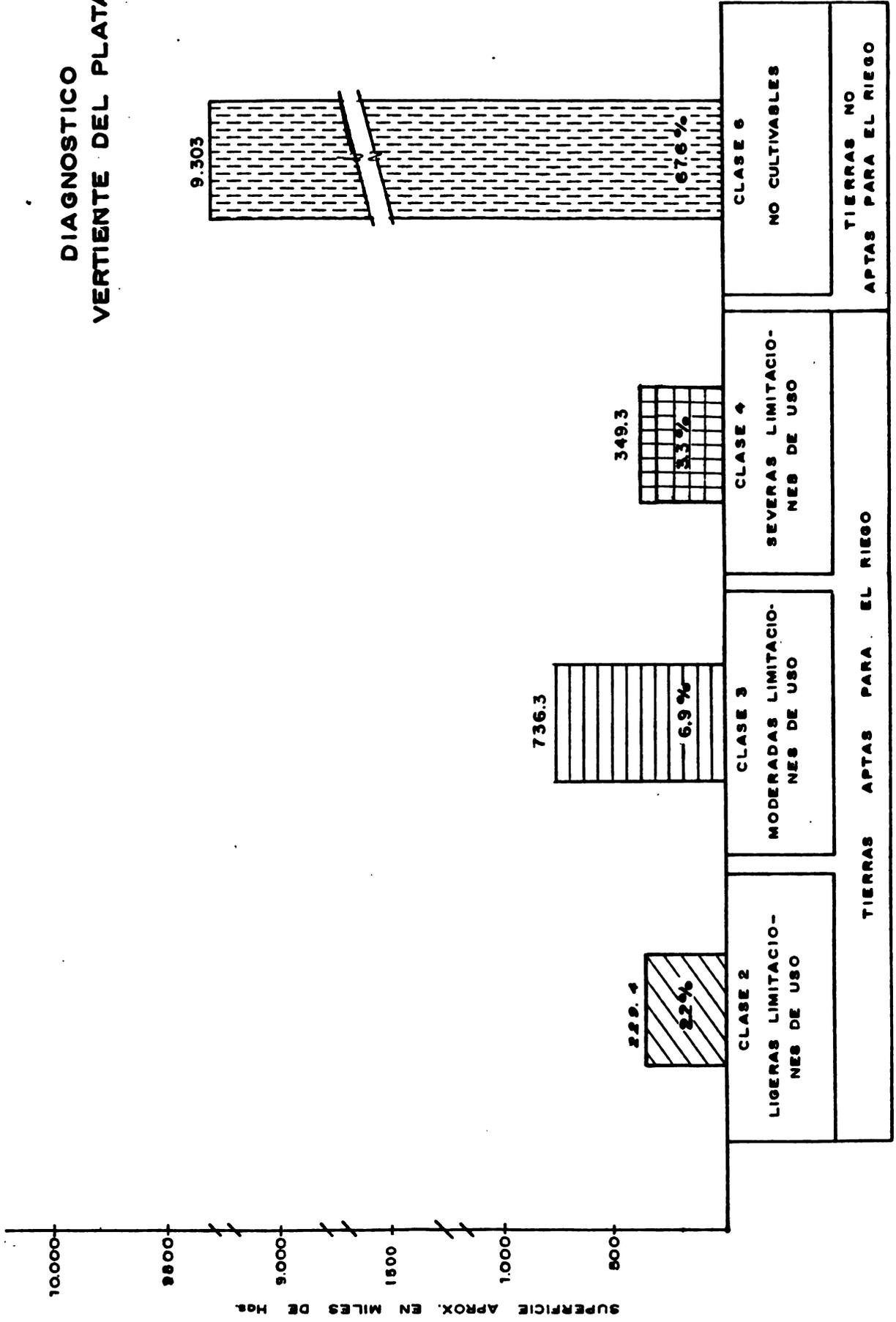


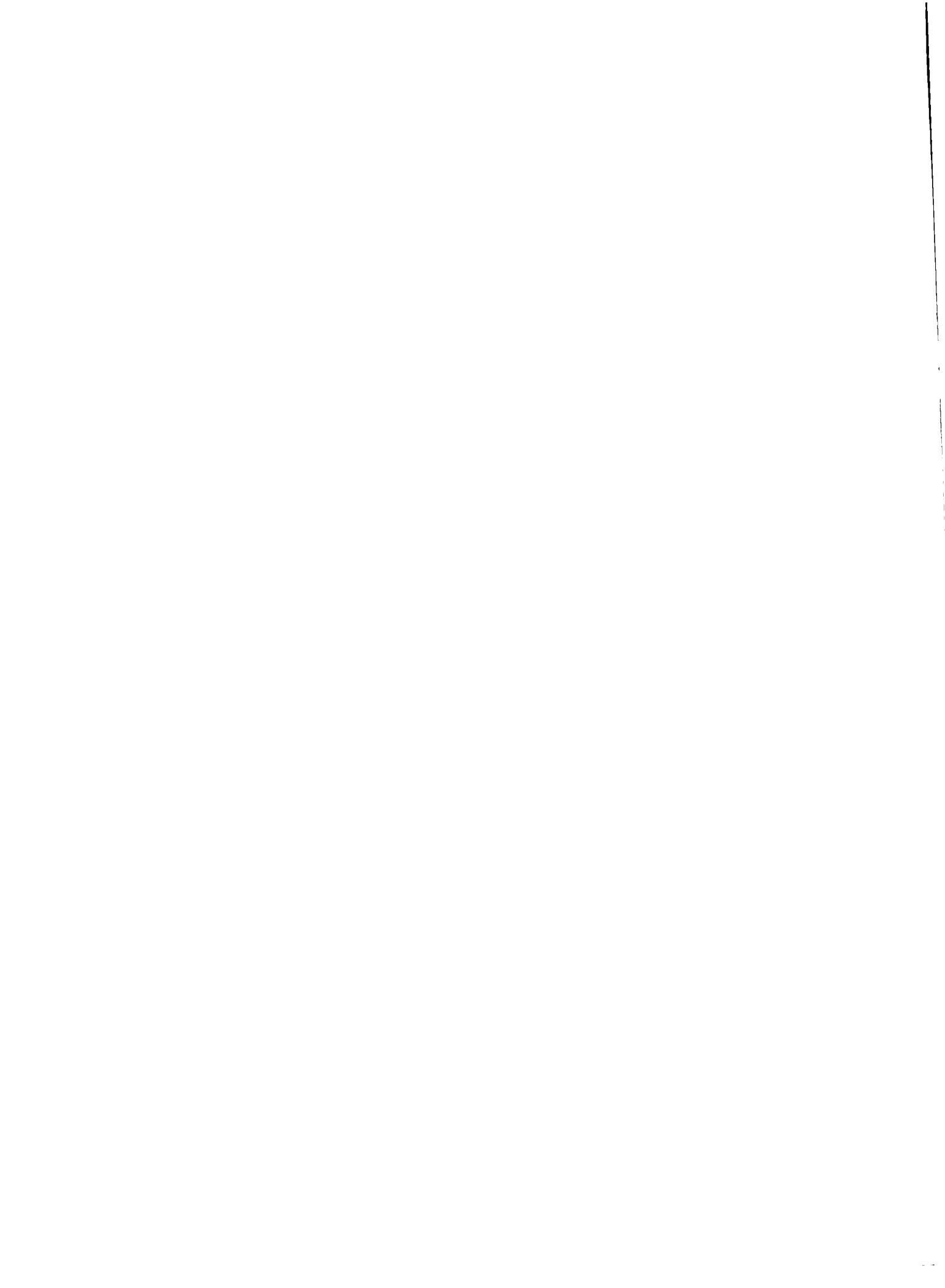


CLASIFICACION DE LAS TIERRAS SEGUN SU APTITUD PARA EL RIEGO

GRAFICO 2.3.1

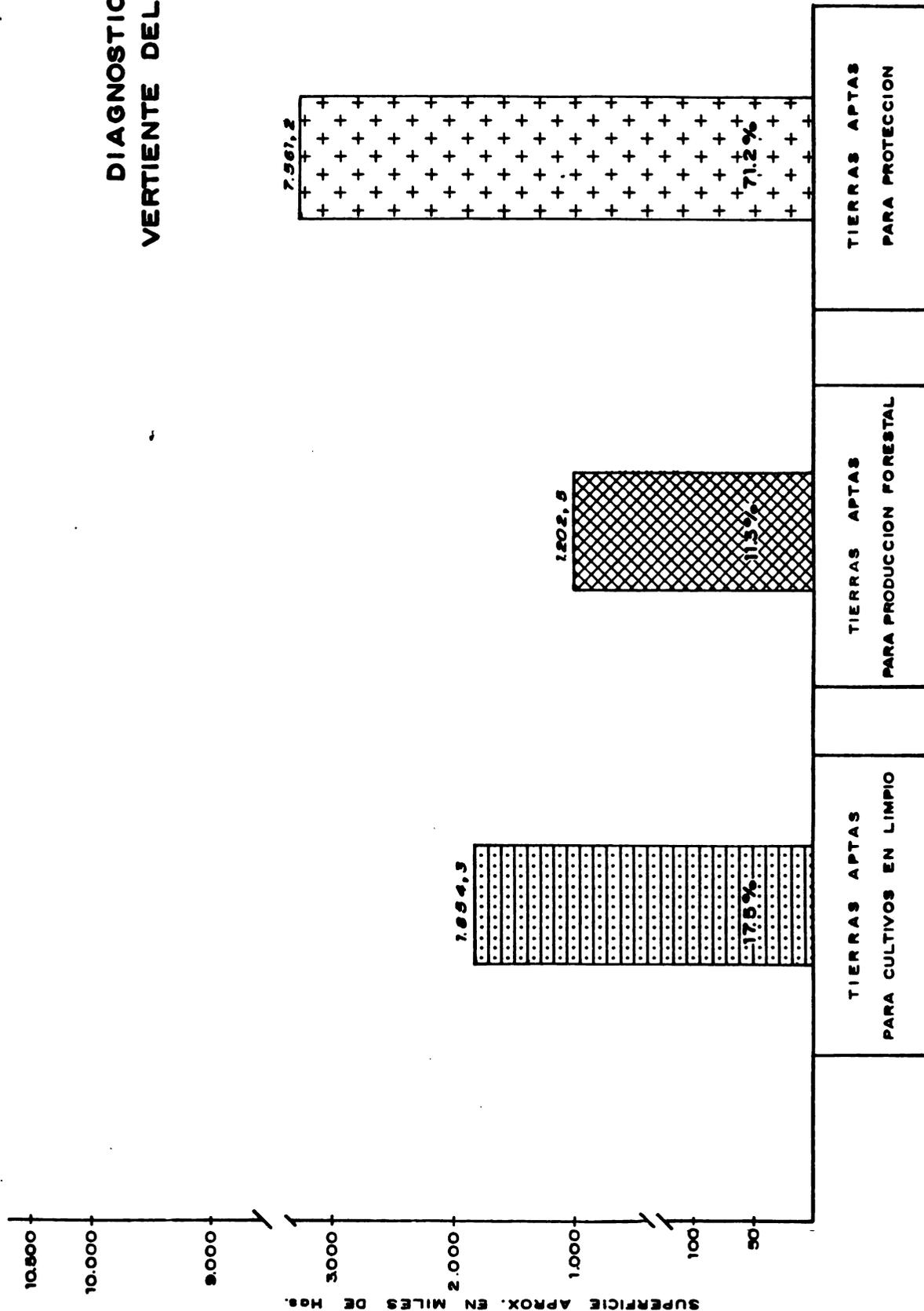
DIAGNOSTICO VERTIENTE DEL PLATA





CLASIFICACION DE LOS SUELOS SEGUN SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

DIAGNOSTICO VERTIENTE DEL PLATA





2.4 Ecología

2.4.1 Introducción

La Vertiente del Plata se halla situada en la latitud templada, encontrándose expuesta a los vientos alisios del Sur y presentándose en forma de un gran arco de bosques bajos y abiertos entre Yacuiba y Puerto Suárez así como de algunos valles y planicies de la Cordillera Sur. (Tarija y Sucre).

El área comprende una región seca limitada por los sectores de bosques húmedos templados abundantes en maderas pesadas; que se encuentran ubicados a lo largo de las serranías subandinas del Sur y la vasta región limítrofe con el Brasil.

La zona de vida templada húmeda del piso montano se presenta sobre una extensa región de los Andes, muy disectada en el Sur.

Las áreas correspondientes a las zonas de vida templada muy húmeda y pluvial constituyen una porción mucho menos significativa de la Vertiente del Plata.

2.4.2 Descripción General de las Zonas de Vida

La descripción de las zonas de vida, de la Vertiente del Plata, comprende la totalidad de las existentes en dicha área y que corresponden, todas a la región templada.

a) Región Templada.

a.1) bs-TE

- i. Ubicación: Ocupa gran parte del Chaco Boliviano y algunos valles y mesetas interandinas dentro de los Departamentos de Tarija y Chuquisaca involucrando una superficie aproximada de 153,000 Km².
- ii. Altura: Oscila entre 200 y 3,400 m.s.n.m.

- iii. **Clima:** Es un bioclima subhúmedo con rango de biotemperaturas medias anuales entre 24°, en sus niveles inferiores y 12°C, en los pisos altitudinales de alrededor de 3,400 m.s.n.m. que corresponden a los valles interiores presentando, durante períodos cortos de alrededor de un mes al año, temperaturas críticas.

La precipitación promedio es de 500 a 1,000 mm. anuales con dos meses muy húmedos y cinco meses efectivamente secos, período que en el sector intermontano se amplía a seis meses secos. No obstante, la mayor parte del área tiende a mostrar una buena distribución de la precipitación.

- iv. **Fisiografía y Suelos:** La fisiografía está representada, fundamentalmente, por dos paisajes bien diferenciados.

El primero lo constituyen las serranías altas y disectadas, ubicadas en el borde Oriental de Los Andes, circundados por fajas pedemontanas que marcan la transición fisiográfica de las llanuras aluviales a la faja sub-andina.

El otro paisaje está representado por los llanos aluviales formados por la erosión, transporte y sedimentación de los materiales originarios de la Cordillera de Los Andes.

Se destacan, igualmente, cerros aislados que emergen de la superficie y constituyen verdaderos remanentes de erosión así como barjanas y dunas cubiertas de vegetación.

Asimismo se encuentran, ocasionalmente, arenales vinculados por lo general a cursos fluviales.

Los suelos son variados en cuanto a su origen y formación dependiendo de la posición fisiográfica que ocupan, prevaleciendo suelos livianos en las llanuras y pesados en las depresiones.

En general se pueden clasificar como suelos de permeabilidad rápida. Son poco lixiviados, de reacción neutra a ligeramente alcalina y con alta saturación de bases.

- v. **Potencialidad de Uso:** Existen condiciones para el desarrollo de ganadería vacuna extensiva y agricultura bajo riego para un número considerable de productos.

Igualmente son aptas para la explotación forestal tanto de especies existentes como provenientes de programas de forestación, estos últimos a ser desarrollados especialmente en los valles interandinos.

a.2) bh-TE y bmh-TE

- i. **Ubicación:** Estas zonas, de gran importancia, caracterizadas como bosques húmedo templado y muy húmedo templado, se encuentran ubicados en dos áreas: una formando parte de la faja subandina e inmediatamente lindante con ésta y la otra, más extensa, en el sector Oriental del país, ocupando, en su totalidad, una extensión de aproximadamente 139,000 Km².
- ii. **Altura:** El rango de elevaciones de estas zonas se encuentra entre los 200 y los 2,000 m.s.n.m.
- iii. **Clima:** Las temperaturas medias anuales, para estas zonas, varían entre 14°C en las áreas más elevadas y 24°C en las áreas bajas.

La precipitación pluvial anual varía, en promedio, entre 950 mm. y 1,200 mm. en las zonas húmedas y entre 1,850 mm y 2,150 mm. en las zonas muy húmedas, correspondiendo dos o tres meses al año al período seco.

- iv. **Fisiografía y Suelos:** Fisiográficamente estas zonas son muy variadas encontrándose tres paisajes diferentes: una región con predominio de terrazas altas disectadas correspondientes a la faja subandina y caracterizada por su mar

cado relieve; una región de planicies aluviales con todas sus características, tales como diques naturales, bacines complejos de orillares, meandros abandonados, etc., y finalmente una región de mesetas onduladas y complejo montañoso correspondiente al Escudo Brasileiro, área esta última que se encuentra ya fuera de los límites del estudio.

Los suelos de las planicies son aluviales, fértiles y bien drenados y ocasionalmente poco profundos por efecto de la erosión eólica.

Contrariamente, en las terrazas altas y pies de monte los suelos son esqueléticos y fuertemente lixiviados.

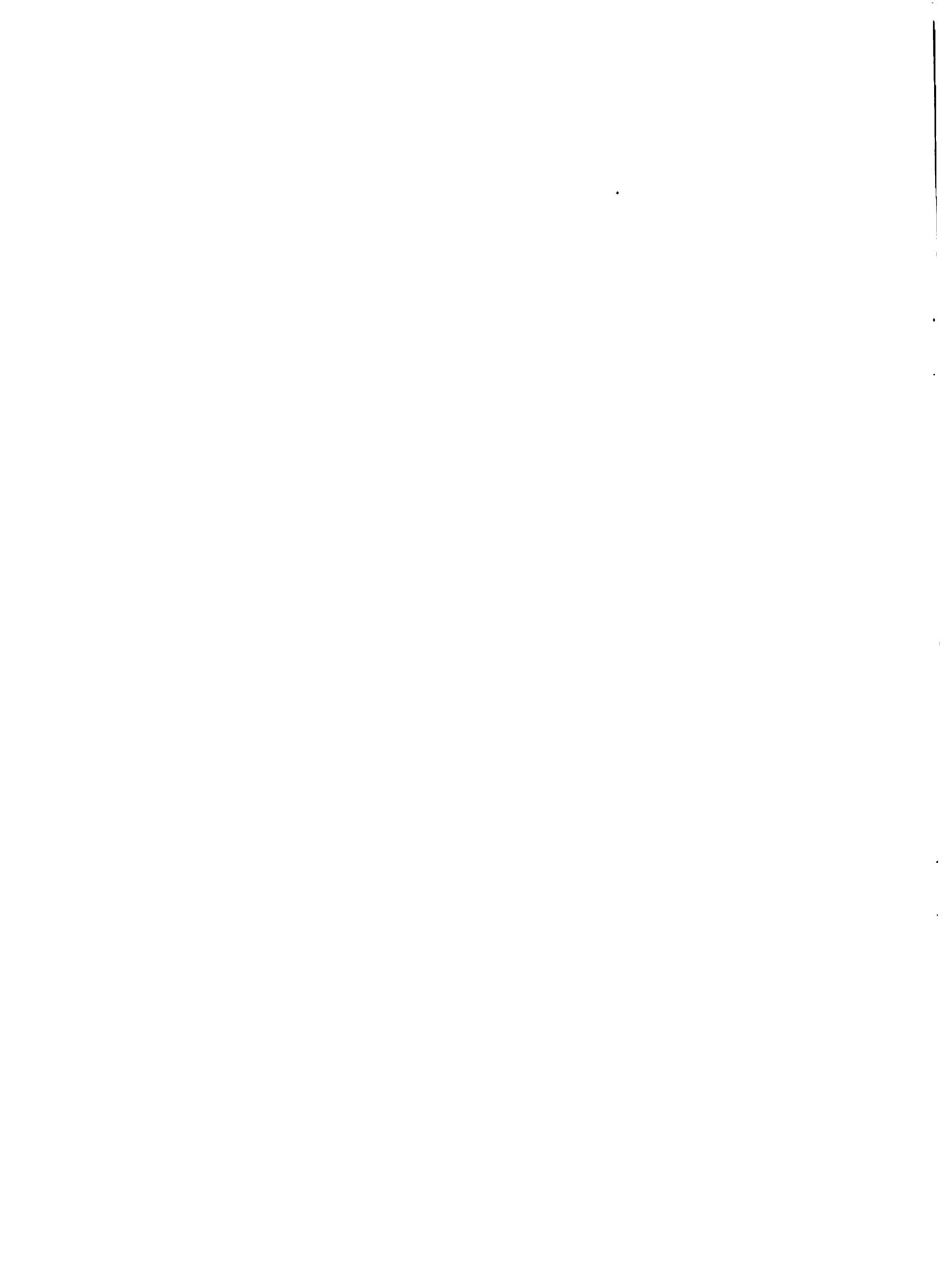
- v. **Potencialidad de Uso:** Existe excelente potencial para el desarrollo agrícola de productos industrializables así como para ganadería intensiva con implantación de praderas y para forestación con especies de coníferas, ésta en áreas degradadas. No obstante, la presión por la tierra es bastante escasa en la región.

a.3) me-TE y e-MTE

- i. **Ubicación:** Se hallan ubicadas en el Chaco Boliviano y en los valles y mesetas interandinas de los Departamentos de Chuquisaca y Potosí, cubriendo un área aproximada de 66,000 Km².
- ii. **Altitud:** La altitud para estas zonas ecológicas está comprendida entre 200 y 4,000 m.s.n.m.
- iii. **Clima:** La temperatura media anual en estas zonas varía entre 12° y 24°C, presentándose escarcha en las zonas altas.

La precipitación media anual oscila entre 225 mm. y 550 mm.

- iv. **Fisiografía y Suelos:** Comprende las planicies chaqueñas y algunos valles interandinos con las colinas y mesetas adyacentes.



Los suelos son arenosos y bien drenados en las planicies chaqueñas y profundas, fértiles y con alta saturación de bases en los valles interandinos.

- v. Vegetación: En el área del Chaco la vegetación es del tipo arbustivo denso mientras que en los valles se encuentra sumamente alterada por cultivos introducidos.
- vi. Potencialidad de Uso: Las zonas son apropiadas para cultivos de vid, olivos, higos, maní y maíz bajo condiciones de riego.

A fin de evitar el movimiento de dunas en las planicies deberá protegerse el bosque o considerarse la forestación protectora de las áreas a irrigar.

En las serranías es necesario racionalizar las actividades de pastoreo para controlar la erosión del suelo.

a.4) bh-MTE, bmh-MTE y bp-MTE

- i. Ubicación: Forman parte de las regiones montañosas altas de los Departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, cubriendo una extensión aproximada de 16,000 Km².
- ii. Altitud: Comprende áreas ubicadas entre los 2,800 y los 4,200 m.s.n.m.
- iii. Clima: Presenta como límites climáticos temperaturas medias anuales entre 6° y 12°C.

La precipitación anual varía entre 500 mm. y 4,000 mm.

- iv. Fisiografía y Suelos: Fisiográficamente estas formaciones constituyen paisajes complejos formados por colinas alternadas con cañones y quebradas, siendo comunes los movimientos de tierra por remoción en masa.

Los suelos son superficiales y litosólicos caracterizados por un horizonte superficial franco y de reacción ácida, encontrándose casi permanentemente saturados de humedad.



- v. Vegetación: En las áreas húmedas y/o de difícil accesibilidad permanece el bosque original compuesto de pinos de monte.

En las áreas más secas y de relieve favorable la vegetación natural está completamente alterada por efecto de cultivos introducidos o sobrepastoreo.

- vi. Potencialidad de Uso: El uso de estas zonas está restringido al pastoreo.

Es necesario considerar en ellas, por otra parte, la forestación con fines de protección.

a.5) bh-SAST, bmh-SAST, bp-SAST, th-AST, tmh-AST, tp-AST y N

- i. Ubicación: Ocupan las posiciones más elevadas de la Cordillera Oriental de los Andes, correspondientes a los Departamentos de Cochabamba y La Paz, cubriendo una superficie aproximada de 18,000 Km².

- ii. Altura: Todas estas zonas se encuentran por encima de los 4,200 m.s.n.m.

- iii. Clima: Las temperaturas son muy frías y glaciales con máximas superiores de 6°C.

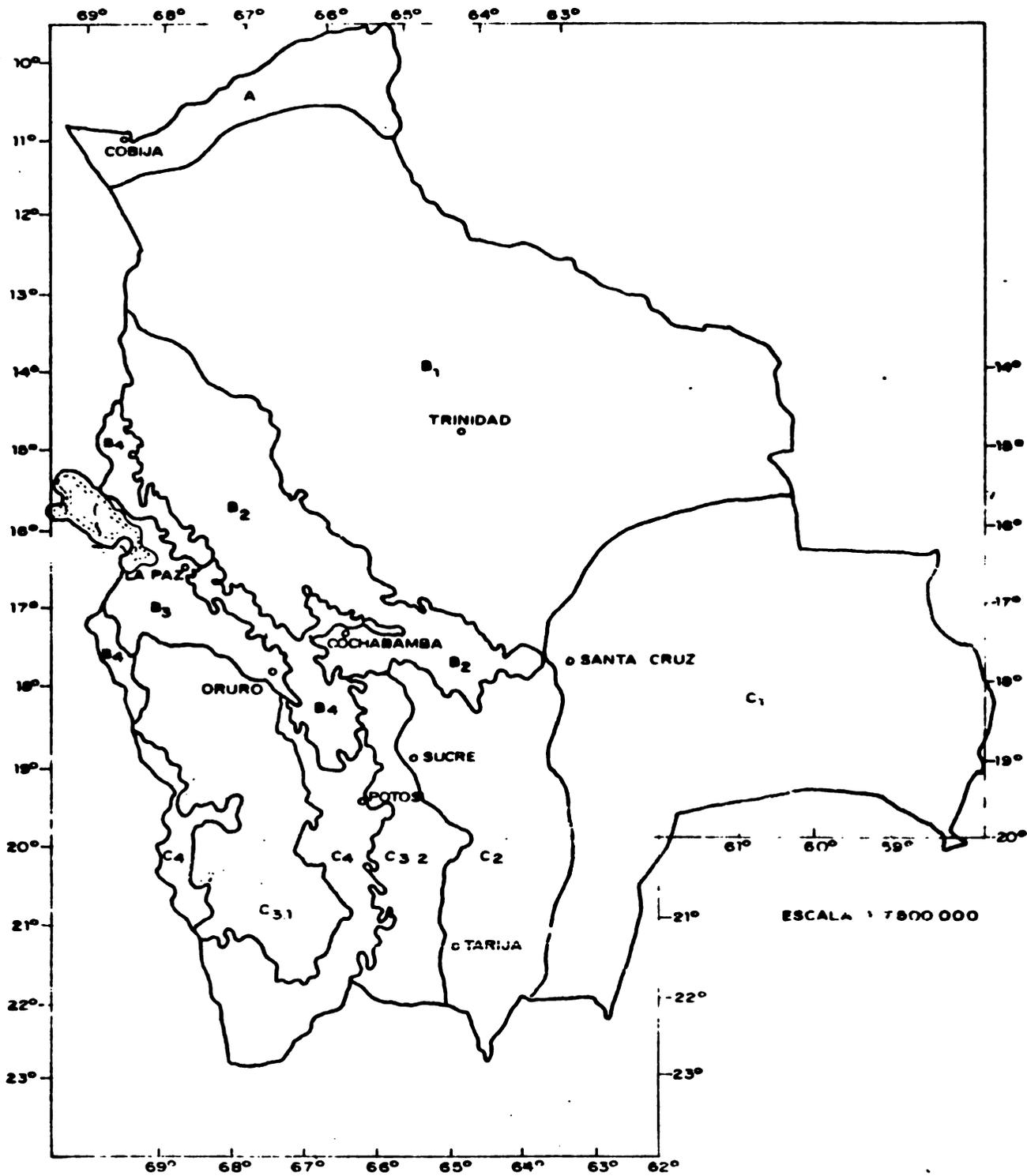
- iv. Fisiografía y Suelos: El paisaje es montañoso con predominancia de glaciares.

Los suelos son superficiales y permanentemente húmedos.

- v. Vegetación: Predominan las gramíneas y como especie arborea el polylepis.

- vi. Potencialidad de Uso: Restringido a pastoreo de un grupo limitado de auquénidos.

MAPA ECOLOGICO GENERALIZADO DE BOLIVIA



REFERENCIAS

A. - REGION TROPICAL

A - Región tropical de tierras bajas.

B. - REGION SUB TROPICAL

- B₁ - Región subtropical de tierras bajas
- B₂ - Región subtropical de tierras de valles
- B₃ - Región subtropical de tierras altas
- B₄ - Región subtropical Andino

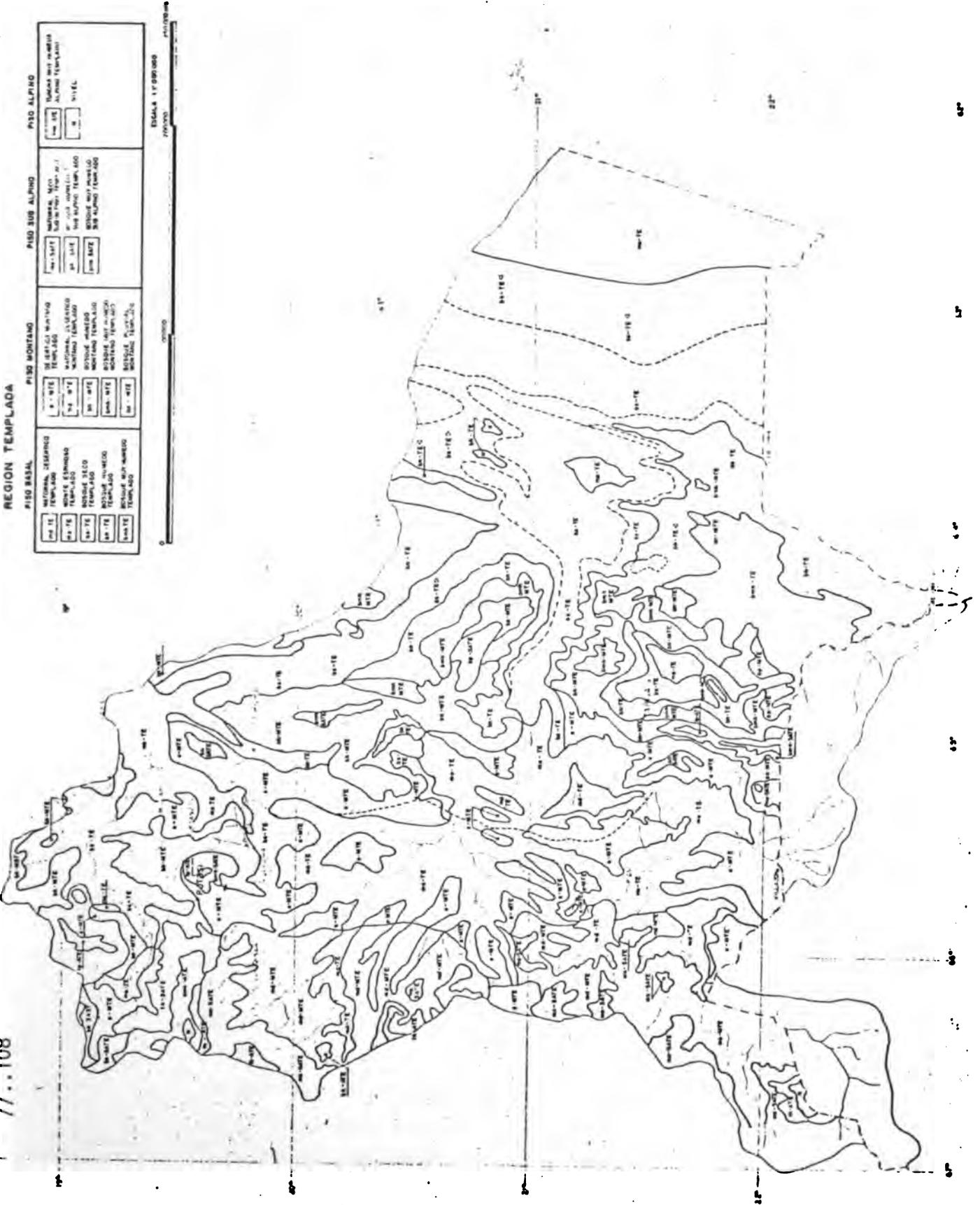
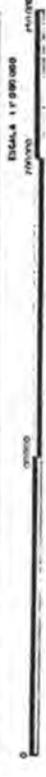
C. - REGION TEMPLADA

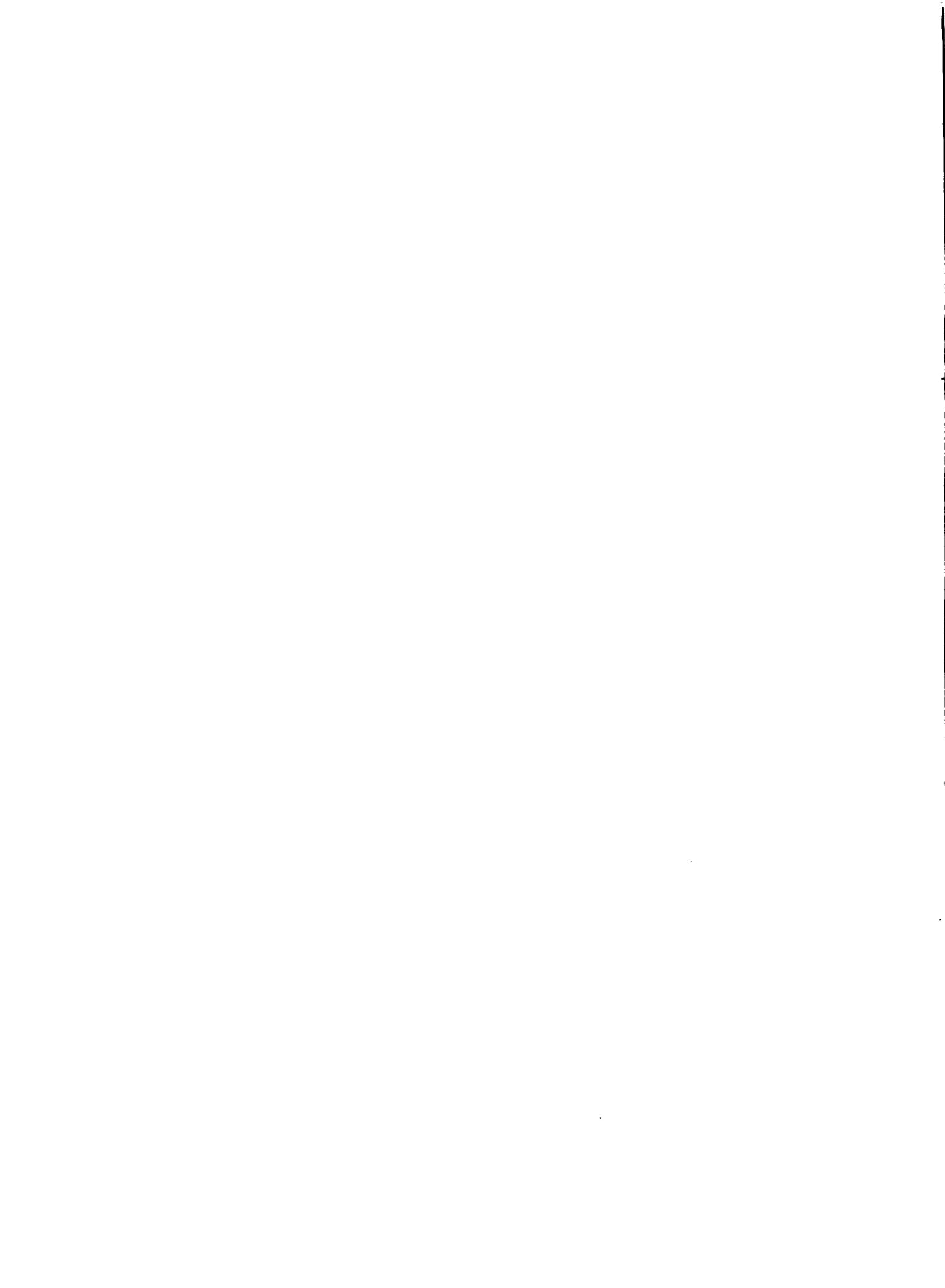
- C₁ - Región templada de tierras bajas.
- C₂ - Región templada de tierras de valles
- C₃ - Región templada de tierras altas
- C₄ - Región templada Andino

//...108

REGION TEMPLADA

PISO BASAL		PISO MONTANO		PISO SUB ALPINO		PISO ALPINO	
100-110	NECUNAL, DESARROLLO TEMPLADO	10-15	DEPARTAMENTO TEMPLADO	10-15	NATIONAL, MEXICO	10-15	TEMPADA MEXICO
110-120	MONTE SECO TEMPLADO	15-20	MONTE SECO TEMPLADO	15-20	MONTE SECO TEMPLADO	20-25	ALPINE TEMPLADO
120-130	MONTE SECO TEMPLADO	20-25	MONTE SECO TEMPLADO	20-25	MONTE SECO TEMPLADO	25-30	WETTEL
130-140	MONTE SECO TEMPLADO	25-30	MONTE SECO TEMPLADO	25-30	MONTE SECO TEMPLADO	30-35	
140-150	MONTE SECO TEMPLADO	30-35	MONTE SECO TEMPLADO	30-35	MONTE SECO TEMPLADO	35-40	
150-160	MONTE SECO TEMPLADO	35-40	MONTE SECO TEMPLADO	35-40	MONTE SECO TEMPLADO	40-45	





CAPÍTULO III

ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS



3. ASPECTOS SOCIO-ECONÓMICOS

3.1 Estructura Demográfica y Ocupacional

3.1.1 Población Según Area de Residencia y por Sexos

La población de la Vertiente alcanzó, según el Censo de 1976 a 761,185 habitantes, lo que representa una densidad poblacional de 7.1 habitantes por Km², que supera al promedio nacional de 4.3 habitantes por Km². Esta población, de la Vertiente del Plata, censada en 1976 representa 16.2% de la población total del país en dicha fecha. La población estimada en 1950, para la misma región, fue de 470,310 habitantes, lo que representa una tasa anual de crecimiento de 1.87% en el período 1950-1976.

La estructura porcentual de la población urbano-rural, ha sufrido notables modificaciones, habiéndose más que duplicado la tasa de urbanización en dicho período intercensal; manteniéndose, sin embargo, una mayor población rural, Cuadro 3.1.1.

La distribución de la población, por sexos, se indica en el Cuadro 3.1.2, donde se detalla que de la población de la Vertiente del Plata en 1950, 49.0% correspondió a habitantes varones, obteniéndose un índice de masculinidad de 96.1; mientras que en 1976, con una población de 761,200 habitantes, correspondió el 48.8% a los varones, disminuyendo el índice de masculinidad a 95.4.

3.1.2 Distribución de la Población

a) Por Grupos de Edad.

El análisis de la población por grupos de edad se elaboró con los resultados del Censo Nacional de 1976. Como se indica en el Cuadro 3.1.3, cerca del 51.9% de la población de la Vertiente del Plata corresponde a menores de 20 años y 7.1% de la población a mayores de 60 años, o sea que la población restante comprendida entre los 20 a 59 años de edad representa el 41.0%, de la cual corresponde 47.3% al sexo masculino.



CUADRO Nº 3.1.1POBLACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PLATA SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA - CENSOS 1950-1976

<u>Área de Residencias</u>	<u>1950 (1)</u>		<u>1976 (2)</u>	
	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
Urbano	78,282	16.64	268,889	35.33
Rural	<u>392,032</u>	<u>83.36</u>	<u>492,296</u>	<u>64.67</u>
Vertiente del Plata	470,314	100.00	761,185	100.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas.

(1) Censo Demográfico 1950.

(2) Resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976.

CUADRO Nº 3.1.2POBLACIÓN DE LA VERTIENTE DEL PLATA POR SEXOS CENSOS 1950-1976

<u>Sexos</u>	<u>1950 (1)</u>		<u>1976 (2)</u>	
	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
Varones	230,424	48.99	341,587	48.82
Mujeres	<u>239,890</u>	<u>51.01</u>	<u>389,598</u>	<u>51.18</u>
Ambos Sexos	470,314	100.00	761,185	100.00

FUENTE: Instituto Nacional de Estadísticas.

(1) Censo Demográfico 1950.

(2) Resultado del Censo de Población y Vivienda de 1976.



La población por grupos quinquenales y por sexo de la Vertiente del Plata correspondiente al año 1976, se detalla en el Cuadro 3.1.4, del que se infiere lo siguiente:

- La población que corresponde a menores de 15 años alcanzó a 316,250 habitantes, lo que representa 41.5% de la población total de la Vertiente.
- La población en edad activa, o sea, mayores de 15 años y menores de 64 años es del orden de 408,900 habitantes, que representa el 53.7% de la población, correspondiendo al sexo masculino, 47.7% de dicha población.
- Las mujeres en edad fértil, de 15 a 49 años, alcanzaron en 1976, a 180,440, cantidad que representa 46.3% de la población femenina de la Vertiente y el 23.7% del conjunto total de la población.
- La población conformada por personas mayores de 64 años llegó a 36,040 habitantes, lo que representó 4.7% de la población de la Vertiente, de los cuales debe indicarse que el 54.6% correspondió al sexo femenino.

En la Lámina 3.1.1 se presenta gráficamente la pirámide de edades correspondiente al Cuadro 3.1.4.

3.1.3 Migraciones

Considerando la Vertiente del Plata, como una región, se puede dividir el efecto del flujo migratorio interno y reciente del país en dos niveles:

Uno interno dentro de la Vertiente del Plata, y
Otro hacia el resto del país.

Con relación al segundo nivel notamos, en el Cuadro 3.1.5, que el total de inmigrantes recientes, alcanzó, en el año 1976, a 61,640, mientras que los emigrantes alcanzaron a 53,930, lo que significa que la Vertiente del Plata, como región, ha tenido una migración neta positiva del orden de 7,700 que fluyen hacia sus centros de atracción del Departamento de Tarija.

CUADRO Nº 3.1.3POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD Y SEXOS - CENSO 1976

<u>Grupos de Edad</u>	<u>Población</u>			<u>Estructura Porcentual</u>
	<u>Varones</u>	<u>Mujeres</u>	<u>Total</u>	
0 - 19	198,989	195,828	394,817	51.87
20 - 59	147,608	164,266	311,874	40.97
60 a Más	<u>24,990</u>	<u>29,504</u>	<u>54,494</u>	<u>7.16</u>
Total	371,587	389,598	761,185	100.00

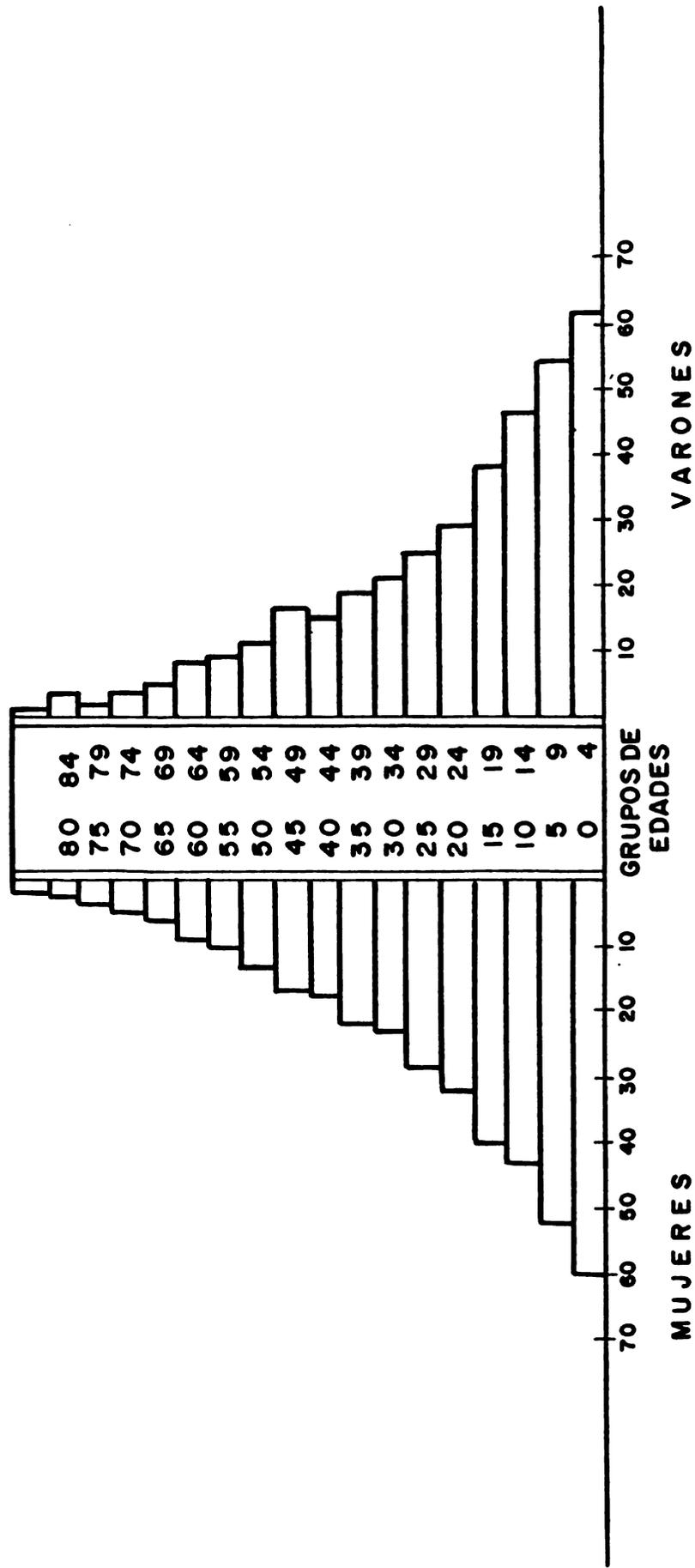
FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976; I.N.E.

CUADRO Nº 3.1.4POBLACIÓN POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDADES SEGÚN SEXOS DE LA VERTIENTE DEL PLATA - CENSO 1976

<u>Grupos de Edad</u>	<u>Varones</u>		<u>Mujeres</u>	
	<u>Población</u>	<u>%</u>	<u>Población</u>	<u>%</u>
0 - 4	60,812	16.36	60,472	15.52
5 - 9	53,355	14.36	52,222	13.41
10 - 14	46,117	12.41	43,270	11.11
15 - 19	38,705	10.42	39,864	10.23
20 - 24	29,275	7.88	32,453	8.33
25 - 29	25,930	6.98	28,445	7.30
30 - 34	21,346	5.74	23,250	5.97
35 - 39	19,336	5.20	21,731	5.58
40 - 44	15,340	4.13	17,394	4.46
45 - 49	15,941	4.29	17,307	4.44
50 - 54	11,348	3.05	13,354	3.43
55 - 59	9,092	2.45	10,332	2.65
60 - 64	8,616	2.32	9,836	2.52
65 - 69	5,613	1.51	6,473	1.66
70 - 74	3,986	1.07	5,142	1.32
75 - 79	2,778	0.75	3,205	0.82
80 - 84	2,027	0.55	2,600	0.67
85 a Más	<u>1,970</u>	<u>0.53</u>	<u>2,248</u>	<u>0.58</u>
Total	371,587	100.00	389,598	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

PIRAMIDE DE EDADES POR GRUPOS QUINQUENALES SEGUN SEXOS DE LA VERTIENTE
DEL DPTO PLATA - CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA 1976





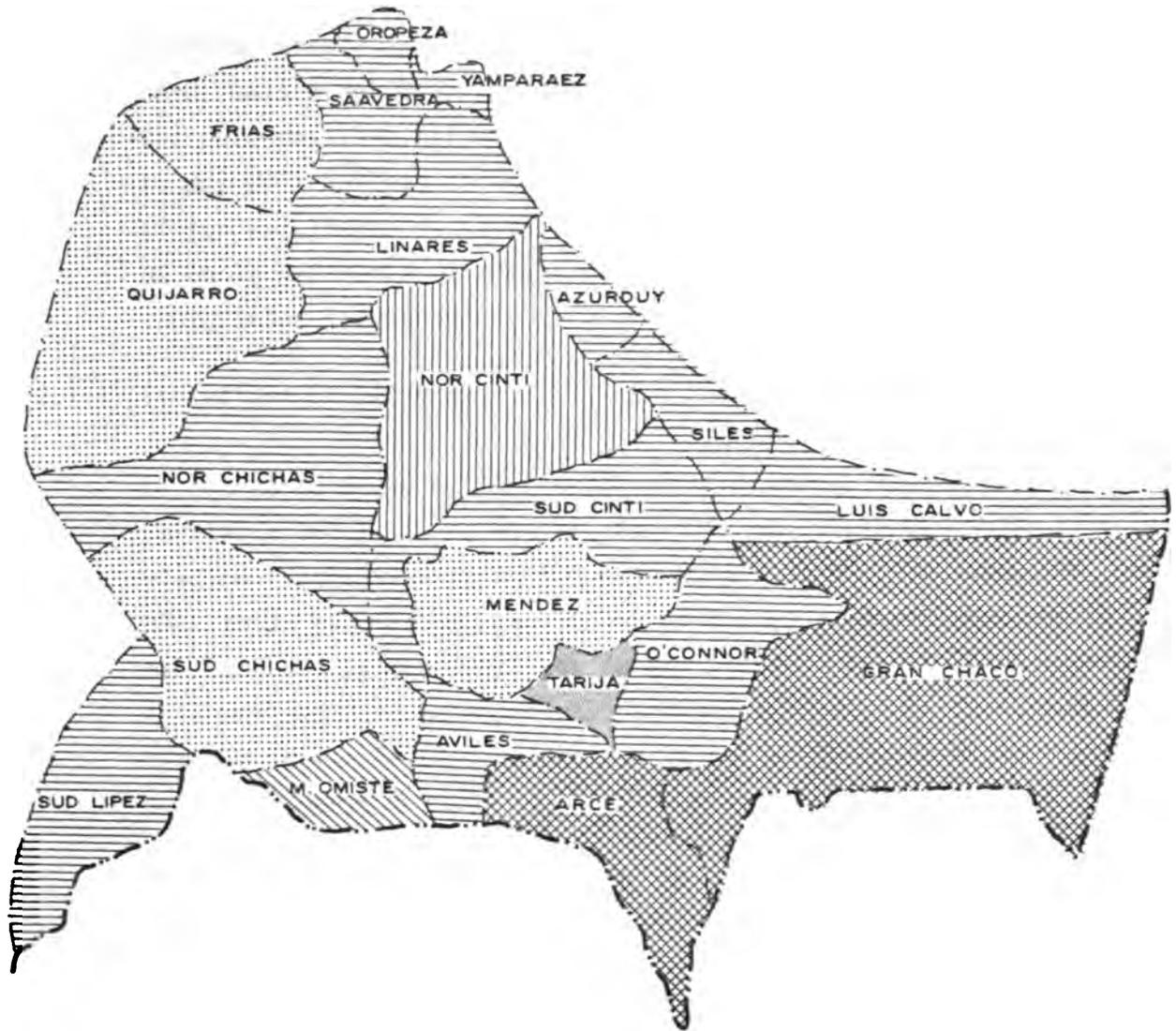
CUADRO No 3.1.5

**INMIGRANTES, EMIGRANTES, MIGRANTES NETOS Y TASAS NETAS DE MIGRACIÓN RECIENTE
EN LA VERTIENTE DEL PLATA, POR PROVINCIAS - CENSO 1976**

Departamentos	Provincias	Inmigrantes	Emigrantes	Migrantes Netos	Población En 1976	Población En 1971	Tasa Neta Migración
Chuquisaca	Oropeza	8,924	9,152	- 228	69,147	69,375	-.00329
	Azurduy	156	611	- 455	7,888	8,343	-.05606
	H. Siles	671	661	10	7,408	7,398	.00130
	Yamparaez	338	544	- 206	9,482	9,689	-.02157
	Nor Cinti	1,519	3,013	- 1,494	50,768	52,262	-.02900
	Sud Cinti	1,209	1,170	39	18,522	18,483	.00211
	Luis Calvo	373	386	- 13	3,820	3,833	-.00337
	Tomas Frías	7,663	8,397	- 734	102,484	103,218	-.00714
	C. Saavedra	1,863	1,749	114	45,228	45,114	.00252
	Nor Chichas	4,050	3,801	249	40,366	40,117	.00619
Potosí	Sud Chichas	5,504	6,069	- 565	46,354	46,919	-.01211
	Sud López	211	221	- 10	2,095	2,105	-.00486
	Linares	1,910	1,863	47	44,680	44,633	.00105
	Quijarro	1,558	2,151	- 393	16,274	16,867	-.03576
	H. Omiste	3,657	1,995	1,662	17,136	15,474	.10193
	Cercado	8,023	3,599	4,424	48,424	44,000	.09573
	Arce	4,922	1,776	3,146	25,907	22,761	.12928
	Gran Chaco	7,181	3,344	3,837	35,633	31,796	.11881
	Avilez	395	888	- 493	11,454	11,947	-.04213
	Mendez	826	1,401	- 575	21,079	21,654	-.02691
Vertiente del Plata	O'Connor	689	1,135	- 446	12,259	12,705	-.03573
		61,642	53,926	7,716	636,408	628,693	.01220

FUENTE: Elaborado en base al documento "Migraciones Internas Recientes en Bolivia" Jan Bartlema - I.N.E.

MIGRACION INTERNA RECIENTE VERTIENTE DEL PLATA



VERTIENTE DEL PLATA

ATRACCION



4.500



> 3.000 < 4.000



1.500

EQUILIBRADO



EXPULSION



1.500



> 500 < 1.000



En el caso dentro de la Vertiente del Plata, cuyo análisis se realizó a nivel de provincia, es interesante señalar que las provincias del Cercado, Arce y Gran Chaco del Departamento de Tarija y la provincia de H. Omiste del Departamento de Potosí, presentan un flujo de migrantes neto positivo del orden de 13,000 personas. La provincia Nor Cinti del Departamento de Chuquisaca, y Tomás Frías, y Quijarro de Potosí son expulsores de población. El resto de las provincias comprendida en la Vertiente del Plata mantienen un casi balance en términos de inmigrantes y emigrantes.

3.1.4 Estructura Ocupacional

La fuerza de trabajo o Población Económicamente Activa - PEA -; de la Vertiente del Plata se estimó, en 1976, en 239,100 personas y la Población Económicamente no Activa - PENA - en 357,900 sobre una población total en edad laboral, o sea de 7 años y más de edad, de 597,000 habitantes. La tasa refinada de actividad, o sea la PEA con relación a la población en edad laboral, alcanzó a 40.0% y la tasa bruta de actividad, o sea la PEA, respecto a la población total de la Vertiente a 31.4% (Cuadro 3.1.6).

Es conveniente señalar que la PEA de la Vertiente representa el 15.9% de la PEA total del país correspondiente al año 1976.

La PEA desagregada por sexos se detalla en el Cuadro 3.1.7, donde de un total de 239,100 personas, correspondieron al sexo masculino cerca de 194,300, lo que significa que de 5 PEA, 4 corresponden al sexo masculino.

Según el área de residencia de la PEA, en la Vertiente del Plata, se destaca que cerca del 65.6% de la PEA, está localizada en la zona rural, (Cuadro 3.1.8).

La población económicamente activa (PEA), según ramas de actividades, en la Vertiente del Plata correspondiente al año 1976, se indica en el Cuadro 3.1.9, del cual se deduce:

CUADRO Nº 3.1.6POBLACIÓN DE 7 AÑOS Y MÁS DE EDAD DE LA VERTIENTE DEL PLATA, SEGÚN ACTIVIDAD DECLARADA - CENSO 1976

<u>Actividad</u>	<u>Habitantes</u>	<u>%</u>
- Población Económicamente No Activa - PENA	357,913	59.95
- Población Económicamente Activa - PEA	<u>239,098</u>	<u>40.05</u>
Población en Edad Laboral	597,011	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.1.7PEA^(E) DE LA VERTIENTE DEL PLATA SEGÚN SEXOS - CENSO 1976

<u>Sexos</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
Varones	194,282	81.26
Mujeres	<u>44,816</u>	<u>18.74</u>
Ambos Sexos	239,098	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.1.8PEA^(E) DE LA VERTIENTE DEL PLATA SEGÚN ÁREA DE RESIDENCIA - CENSO 1976

<u>Área de Residencia</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
Urbano	82,350	34.44
Rural	156,748	65.56
Total	239,098	100.00

(e) Estimada.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.1.9POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA, DE 7 Y MÁS AÑOS DE EDAD, SEGÚN RAMAS DE ACTIVIDAD DE LA VERTIENTE DEL PLATA CENSO 1976

<u>Ramas de Actividad</u>	<u>PEA</u>	<u>%</u>
1. Agricultura, Caza, Silvicultura y Pesca	123,834	51.79
2. Explotación de Minas y Canteras	16,555	6.92
3. Industrias Manufactureras	19,268	8.06
4. Electricidad, Gas y Agua	318	0.13
5. Construcción	11,582	4.84
6. Comercio, Restaurantes y Hoteles	11,279	4.72
7. Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	7,641	3.20
8. Establecimientos Financieros, Seguros, Inmuebles y Servicios	1,483	0.62
9. Servicios Comunales, Sociales y Personales	38,150	15.96
10. Actividades no Especificadas	8,329	3.48
* Buscan Trabajos por Primera Vez	659	0.28
Total	239,098	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.



- La participación de la PEA en el sector primario es del orden de 58.7%, del cual la rama de actividad correspondiente: agricultura, caza, silvicultura y pesca representa el 88.2% del sector.
- La industria manufacturera, o sea el sector secundario, participó con 8.1% de la PEA de la región.
- El 33.2% restante de la PEA regional corresponde a actividades propias del sector terciario, destacándose las ramas: servicios comunales, sociales y personales; construcción y comercio; restaurantes y hoteles con el 48.0%; 14.6% y 14.2% del sector, respectivamente.

3.2 Economía

3.2.1 Producto Interno Bruto Regional

El Producto Interno Bruto (PIB) de la Vertiente del Plata, a pesos corrientes, alcanzó en el año 1976 la cantidad de 8,893 millones de pesos, que equivalen al 15.2% del PIB del país.

La relación PIB por habitantes - PIB p.c. - correspondió a 11,680 pesos per cápita a nivel regional, que comparado al nivel nacional representa 91.9%.

La participación del PIB por sectores económicos se estimó conforme al Cuadro 3.2.1, donde el sector terciario y el sector primario representaron 48.6% y 39.8% del PIB regional; siendo la participación del sector secundario del orden de 11.7%.

De la participación relativa por sectores económicos con relación al total del país, se establece que, en términos relativos, la de la Vertiente del Plata supera a la nacional solamente en el sector primario.

3.2.2 Participación PIB Regional por Ramas de Actividad

En el Cuadro 3.2.2 se detalla la participación del PIB de la Vertiente del Plata en las diferentes ramas de actividad durante el año 1976.

CUADRO Nº 3.2.1ESTRUCTURA DE PARTICIPACIÓN DEL PIB POR SECTORES ECONÓMICOS
DE LA VERTIENTE DEL PLATA AÑO 1976

<u>Sector Económico</u>	<u>Millones Pesos Corrientes</u>	<u>Estructura Porcentual</u>	
		<u>Vertiente</u>	<u>Nacional</u>
Primario	3,535	39.75	27.98
Secundario	1,037	11.66	13.33
Terciario	<u>4,321</u>	<u>48.59</u>	<u>58.69</u>
Total	8,893	100.00	100.00

FUENTE: Elaborado en base a las Cuentas Nacionales 1970-1977 del Banco Central de Bolivia y a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976 del I.N.E.

CUADRO Nº 3.2.2PIB POR RAMAS DE ACTIVIDAD EN LA VERTIENTE DEL PLATA
EN MILLONES DE PESOS CORRIENTES - AÑO 1976

<u>Ramas de Actividad</u>	<u>Millones de Pesos</u>	<u>Estructura %</u>	
		<u>Vertiente</u>	<u>Nacional</u>
- Agropecuario	1,796	20.20	17.13
- Explotación Minas y Canteras	1,739	19.55	10.85
- Industrias Manufactureras	1,037	11.66	13.33
- Electricidad, Gas y Agua	86	0.97	0.99
- Construcción	378	4.25	4.59
- Comercio, Restaurantes y Hoteles	1,169	13.14	18.88
- Transporte, Almacén y Comunicaciones	594	6.68	7.42
- Establecimientos Financieros	194	2.18	2.88
- Servicios Comunales, Sociales y Personales	<u>1,900</u>	<u>21.37</u>	<u>23.93</u>
Total	8,893	100.00	100.00

FUENTE: Elaborado en base a Cuentas Nacionales 1970-1977 del Banco Central de Bolivia y a los resultados del Censo de Población y Vivienda de 1976 del I.N.E.

Al respecto, conviene destacar que la mayor participación del PIB regional corresponde a las ramas: servicios comunales, sociales y personales; agropecuario; y explotación de minas y canteras, alcanzando participaciones de 21.4%, 20.2% y 19.6% respectivamente, o sea que en conjunto representan el 61.1% del PIB regional.

En términos relativos las ramas agropecuario y de explotación de minas y canteras superan significativamente al promedio nacional, lo que muestra su condición de actividades básicas de la región.

3.3 Educación

3.3.1 Condición de Alfabetismo

La población correspondiente a mayores de 15 años de edad, en la Vertiente del Plata, según el Censo Nacional alcanzó a 447,100 habitantes, de los cuales 215,100, o sea cerca del 48.1% son analfabetos.

Esta condición de analfabetismo incide significativamente con relación al sexo femenino que alcanzó el 65.6% del total de analfabetos. (Cuadro 3.3.1).

La distribución por área de residencia y por sexo de la población analfabeta, de la Vertiente del Plata, se detalla en el Cuadro 3.3.2. Al respecto se infiere que, en el área urbana, alcanzó en 1976, a 32,700 analfabetos o sea el 15.2% del total de analfabetos de la Vertiente y su distribución por sexos correspondió al sexo masculino, con 22.5%, y en mayor proporción al sexo femenino con 77.5%.

En la zona rural, con una población analfabeta de 182,400 habitantes, en la clasificación por sexos correspondió la mayor participación al sexo femenino con 63.9% del total de analfabetos del área rural.

3.3.2 Asistencia Escolar

La población en edad escolar o sea la comprendida entre los 5 y 24 años de edad, en el año 1976, correspondiente a la Vertiente del Plata, alcanzó a 339,800 habitantes; de los cuales concurren a centros educacionales 165,600, o sea el 48.8% de la población en edad escolar;

mientras que los restantes 174,200 habitantes que constituyen el 51.2% restante no concurren a ningún tipo de centro educacional, (Cuadro 3.3.3).

Respecto a la población en edad escolar que asiste a centros educacionales, corresponde al sexo masculino el 53.3% y el 44.2% del sexo femenino.

En el Cuadro 3.3.4 se indica la población, comprendida entre los 5 y 24 años de edad, por grupos de edad, según el nivel de escolaridad correlacionado por sexos y según asistencia escolar elaborado en base a los resultados del Censo Nacional realizado en Septiembre de 1976.

Al respecto cabe señalar lo siguiente:

- La población comprendida por ambos sexos, en el nivel básico corresponde a una población de 95,900 personas, de los cuales asisten el 79.5%; mientras del grupo de nivel superior y/o técnico, con una población de 64,300, solamente asiste 15.1%.
- La participación en términos de asistencia se dá marcadamente favorable al sexo masculino en todos los niveles.
- En la Lámina 3.3.1 se grafica la información contenida en el Cuadro 3.3.4, detallándose el porcentaje de asistencia por niveles de escolaridad, diferenciado por sexos.

3.4 Vivienda

3.4.1 Viviendas y Habitantes

La cantidad de viviendas estimada en la Vertiente del Plata, en el año 1976, alcanzó a cerca de 182,800 unidades, siendo habitadas por una población de 760,800 personas (*), con lo que se obtiene una relación de 4.2 habitantes por vivienda (Cuadro 3.4.1).

Respecto a la distribución de la vivienda por área de residencia, conviene señalar que cerca de 120,350 unidades, o sea cerca al 65.8% del total de la región, están localizados en la zona rural, siendo habita

(*) No se incluyen las personas censadas que declararon no tener vivienda.

das por una población del orden de 483,800 personas que representan 63.6% de la población de la región; obteniéndose una relación de 4.0 habitantes por vivienda, mientras que a la zona urbana esta relación alcanzó a 4.4.

Del Cuadro 3.4.2 se infiere que las viviendas particulares, representan casi la totalidad de las existentes de la Vertiente del Plata, en el año 1976.

Dentro de las viviendas particulares el tipo de choza y pahuichi, alcanzó a 93,700 unidades que representan el 51.3% del total de la región, siendo habitados por 384,400 personas, obteniéndose un índice de 4.1 habitantes por viviendas. El segundo lugar corresponde a viviendas del tipo de casa independiente, que alcanzó a 57,200 unidades habitadas por 247,600 personas, con un índice de 4.3 habitantes por vivienda.

En las áreas urbanas las casas independientes representan el 49.2% del total de viviendas localizadas en dicha área geográfica, siguiendo en orden los departamentos y habitaciones en casas de vecindad que participan en conjunto con un 42.5% del total. Los índices de habitantes por vivienda alcanzaron a 4.8 y 3.8, respectivamente.

En las áreas rurales destacan las chozas y pahuichis que representaron el 74.6% de las viviendas rurales de la Vertiente, siguiendo en segundo término las casas independientes con 22.0% de participación. Las relaciones de habitantes por vivienda, alcanzaron a 4.1 y 3.7, respectivamente.

Según el régimen de tenencia de las viviendas particulares, en la región, sobre un total de 169,900 unidades declaradas en el Censo Nacional de 1976, cerca de 120,500 son de propiedad privada, cantidad que representa el 70.9% del total de la región. En relación a viviendas en condición de alquiler y/o contrato anticrético su número alcanzó a 29,450 unidades, que representa 17.3% del total de la Vertiente.

CUADRO No 3.3.1POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS DE EDAD, EN LA VERTIENTE DEL PLATA, SEGÚN CONDICIÓN DE ALFABETISMO - 1976 (E)

<u>Sexos</u>	<u>Alfabetos</u>	<u>Analfabetos</u>	<u>Total</u>
Varones	138,920	73,266	212,186
Mujeres	<u>93,055</u>	<u>141,834</u>	<u>234,889</u>
Ambos Sexos	231,975	215,100	447,075
%	51.89	48.11	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.3.2POBLACIÓN MAYOR DE 15 AÑOS DE EDAD DE LA VERTIENTE DEL PLATA, EN CONDICIÓN DE ANALFABETOS, SEGÚN AREA DE RESIDENCIA, POR SEXOS - 1976 (ESTIMADO)

<u>Sexos</u>	<u>Urbano</u>	<u>Rural</u>	<u>Total</u>
Varones	7,348	65,918	73,266
Mujeres	<u>25,352</u>	<u>116,482</u>	<u>141,834</u>
Ambos Sexos	32,700	182,400	215,100
%	15.20	84.80	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.3.3POBLACIÓN DE 5 A 24 AÑOS DE EDAD, SEGÚN ASISTENCIA ESCOLAR POR SEXOS - 1976 (ESTIMADO)

<u>Sexos</u>	<u>Asisten</u>	<u>No Asisten</u>	<u>Total</u>
Varones	90,438	79,391	169,829
Mujeres	<u>75,188</u>	<u>94,763</u>	<u>169,951</u>
Ambos Sexos	165,626	174,154	339,780
%	48.75	51.25	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

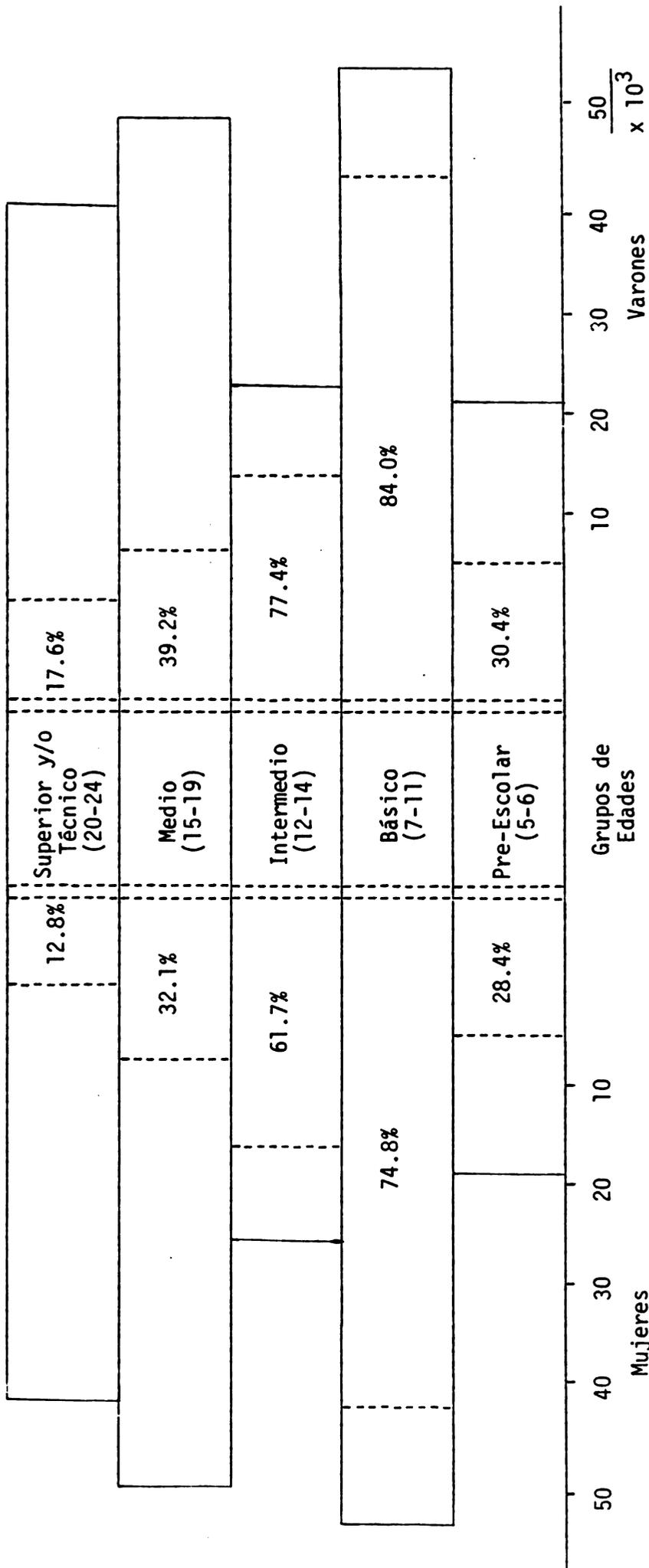
CUADRO No 3.3.4POBLACIÓN DE 5 A 24 AÑOS, POR GRUPOS DE EDAD, SEGÚN NIVEL ESCOLAR, POR SEXOS,
SEGÚN ASISTENCIA ESCOLAR - 1976 (E)

Nivel Escolar (Grupo de Edades)	Población (5-24 Años)		Varones		Mujeres				
	Total	Asisten	No Asisten	Total	Asisten	No Asisten			
Pre-Escolar (5-6 Años)	44,388	13,063	31,325	22,500	6,847	15,653	21,888	6,216	15,672
Primaria:									
- Básico (7-11 Años)	95,892	76,216	19,676	48,606	40,827	7,779	47,286	35,389	11,897
- Intermedio (12-14 Años)	54,043	37,733	16,310	27,944	21,623	6,321	26,099	16,110	9,989
Medios (15-19 Años)	81,188	28,903	52,285	40,091	15,726	24,365	41,097	13,177	27,920
Superior y/o Técnicos (20-24 Años)	<u>64,269</u>	<u>9,711</u>	<u>54,558</u>	<u>30,688</u>	<u>5,415</u>	<u>25,273</u>	<u>33,581</u>	<u>4,296</u>	<u>29,285</u>
Total (5-24 Años)	339,780	165,626	174,154	169,829	90,438	79,391	169,951	75,188	94,763

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

LÁMINA No 3.3.1 - PIRAMIDE DE POBLACIÓN ESCOLAR Y ASISTENCIA A CENTROS EDUCACIONALES DE 5 A 24 AÑOS DE EDAD, SEGÚN SEXOS Y NIVEL - 1976 (ESTIMADO)



UENTE: Elaborado en base al Cuadro 3.3.2.

CUADRO No 3.4.1VIVIENDAS SEGÚN EL NÚMERO DE HABITANTES Y CANTIDAD DE
VIVIENDAS URBANAS Y RURALES - 1976 (ESTIMADO)

<u>Area de Residencia</u>	<u>Habitantes</u>	<u>Viviendas</u>		<u>Habitantes por Vivienda</u>
		<u>Número</u>	<u>%</u>	
Urbano	277,023	62,450	34.16	4.4
Rural	483,795	120,343	65.84	4.0
Total	760,818	182,793	100.00	4.2

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y
Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.4.2

CANTIDAD DE VIVIENDAS PARTICULARES Y COLECTIVAS DE LA VERTIENTE DEL PLATA, POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN NÚMERO DE HABITANTES POR ÁREA DE LOCALIZACIÓN - 1976 (E)

Tipo de Vivienda	Urbana		Rural		Total		Estructura Vivienda
	Habitantes	Viviendas	Habitantes	Viviendas	Habitantes	Viviendas	
Particular:	266,586	62,028	479,183	120,045	745,769	182,073	99.61
- Casa Independiente	148,378	30,697	99,176	26,491	247,554	57,188	31.29
- Departamento y Habitación en Casa de Vecindad	99,708	26,540	8,108	2,378	107,816	28,918	15.82
- Choza - Pahuichi	16,171	3,979	368,221	89,725	384,392	93,704	51.26
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otro	2,329	812	3,678	1,451	6,007	2,263	1.24
Colectiva:	10,437	422	4,612	298	15,049	720	0.39
Total	277,023	62,450	483,795	120,343	760,818	182,793	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

A nivel urbano, en el Cuadro 3.4.3, se indica que, sobre un total de 60,500 unidades, corresponden 26,600 a régimen de propiedad privada, y en alquiler y/o anticrético cerca de 24,600 viviendas, que en términos relativos representan el 44.0% y 40.7% de las viviendas urbanas de la región.

A nivel rural de 109,350 viviendas, el 93.9% de ellas o sea 93,900 corresponden a propiedad privada.

Correlacionando los tipos de viviendas particulares con el régimen de tenencia, conforme se señala en el Cuadro 3.4.4, de un total de 120,500 viviendas en propiedad privada, 78,300 corresponden a chozas y pahuichis y 33,800 a casas independientes o sea 65.0% y 28.1% respectivamente del total de viviendas en propiedad.

En el caso de las viviendas con régimen de tenencia en forma de alquiler y/o contrato anticrético, sobre un total de 29,450 unidades censadas, corresponden 17,750 al tipo de departamento o habitación en casa de vecindad, cantidad que representa 60.2%, y a casas independientes 7,500 viviendas que representan el 25.5% del total.

En el área urbana, sobre el total de viviendas habitadas, en 1976, el 40.7% están en condición de alquiler o contrato anticrético y corresponden al tipo de departamento o habitación en su mayoría y el resto a casas independientes, o sea el 69.0% y 25.0% respectivamente del total de viviendas urbanas en dicha condición. Conviene señalar que el 28.8% de las viviendas urbanas particulares corresponden a casa independiente en propiedad privada.

En el área rural, el 85.9% de las viviendas están en régimen de propiedad privada, las que corresponden básicamente a viviendas del tipo choza o pahuichi y cerca del 15.0% de las viviendas rurales a casas independientes en propiedad privada.

Con relación al número de habitantes por hogar, según el número de dormitorios, de un total de 868,000 personas, cerca de 667,000, o sea 76.8% de las personas habita en hogares de 0 a 1 dormitorios, el 15.7% en hogares de 2 dormitorios y solamente el 7.4% del total en hogares de 3 y más dormitorios.

CUADRO No 3.4.3VIVIENDAS PARTICULARES DE LA VERTIENTE DEL PLATA, SEGÚN
REGIMEN DE TENENCIA, URBANAS Y RURALES - 1976 (E)

Regimen de Tenencia	Urbana		Rurales		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- En Propiedad	26,616	43.98	93,895	85.86	120,511	70.94
- En Alquiler o Contrato Anticréd- ticio	24,618	40.68	4,829	4.41	29,447	17.33
- Cedido por Servi- cio	7,429	12.27	9,698	8.87	17,127	10.08
- Otra Forma	<u>1,858</u>	<u>3.07</u>	<u>943</u>	<u>0.86</u>	<u>2,801</u>	<u>1.65</u>
Vertiente	60,521	100.00	109,365	100.00	169,886	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.4.4

VIVIENDAS PARTICULARES, DE LA VERTIENTE DEL PLATA, POR TIPO DE VIVIENDA, SEGÚN REGIMEN DE
TENENCIA DIFERENCIADO POR AREA URBANA Y RURAL - 1976 (E)

Tipo de Vivienda Particular	U r b a n o				R u r a l			
	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros
- Casa Independiente	17,416	6,173	5,080	762	16,392	1,343	3,440	205
- Departamento y Habitación en Casa de Vecindad	7,345	16,988	1,442	887	724	743	761	40
- Choza - Pahuichi	1,742	1,249	625	162	76,530	2,700	4,775	615
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otros	113	158	282	47	249	43	722	83
Vertiente del Plata	26,616	24,618	7,429	1,858	93,895	4,829	9,698	943
	T o t a l							
Tipo de Vivienda Particular	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros	Propiedad	Alquiler Anticrético	Servicios	Otros
- Casa Independiente	33,808	7,516	8,520	967				
- Departamento y Habitación en Casa de Vecindad	8,069	17,731	2,203	927				
- Choza - Pahuichi	78,272	3,999	5,400	777				
- Vivienda Improvisada, no Destinada y Otros	362	201	1,004	130				
Vertiente del Plata	120,511	29,447	17,127	2,801				

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.4.5HABITANTES POR HOGAR, SEGÚN NÚMERO DE DORMITORIOS EN ÁREAS URBANA Y RURAL, EN LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Número de Dormitorios en el Hogar	Urbano		Rural		Total	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
0	120,483	30.99	153,884	32.11	274,367	31.61
1	139,093	35.77	253,556	52.91	392,649	45.24
2	78,830	20.28	57,575	12.02	136,405	15.71
3	32,801	8.44	10,053	2.10	42,854	4.94
4	11,293	2.90	2,827	0.59	14,120	1.63
5	3,727	0.96	599	0.13	4,326	0.50
6 a Más	2,586	0.66	689	0.14	3,275	0.37
Total	388,813	100.00	479,183	100.00	867,996	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3.4.6VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE TECHO, SEGÚN ÁREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (E)

Tipo de Techo	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Calamina, Tejas	51,541	87.61	23,101	21.55	74,642	44.96
- Losa de Hormigón	213	0.36	34	0.03	247	0.15
- Paja, Caña, Palma	3,655	6.21	73,175	68.26	76,830	46.27
- Sin Especificar	3,422	5.82	10,897	10.16	14,319	8.62
Total	58,831	100.00	107,207	100.00	166,038	100.00

(e) Estimado.

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

Tomando la zona urbana, cerca del 31.0% de la población urbana habita en hogares sin dormitorio, 35.8% en hogares de un dormitorio y 20.3% en hogares de 2 dormitorios y solamente el 13.0% de la población urbana en hogares con 3 o más dormitorios.

En relación a la vivienda rural, el 85.0% de la población rural de la Vertiente del Plata habita en hogares de 0 a 1 dormitorios, correspondiendo el 12.0% a hogares de 2 dormitorios y solamente el 3.0% a hogares de 3 o más dormitorios.

3.4.2 Materiales de Construcción

Las características generales de los materiales utilizados en la construcción de viviendas, en la Vertiente del Plata, están señalados en los Cuadros 3.4.6, 3.4.7 y 3.4.8.

Según el tipo de techo utilizado en las viviendas, podemos indicar que de un total de 166,000 viviendas, corresponde 46.3% a paja, caña o palma, y 45.0% a calamina o tejas. Con relación a las viviendas urbanas, de un total de 58,800 unidades, cerca del 87.6% corresponde a techo de calamina y tejas; mientras que en las viviendas rurales, de un total de 107,200, corresponden 68.3% al tipo de techo de paja, caña, palma y 21.6% a calamina y tejas.

La construcción de viviendas con techo de losa de hormigón armado apenas alcanza al 0.2% del total de la región.

Según el tipo de paredes utilizados se puede señalar que el 71.3% utiliza paredes de adobe con o sin revoque y tapial. La utilización de este material, representa el 83.1% de las viviendas urbanas y el 64.8% de las viviendas rurales.

Poca ha sido la utilización de materiales tales como madera, caña, palma y troncos en la edificación de las paredes en las viviendas, tanto en el área urbana como rural.

En relación al tipo de piso utilizado, casi el 60.0% de las viviendas de la Vertiente posee pisos de tierra, diferenciándose de la zona urbana en que el 71.7% de las viviendas tienen pisos de madera, mosaico,



baldosas, cemento o ladrillo y en segundo lugar el 22.5% de las viviendas urbanas con piso de tierra. Mientras que en las viviendas rurales el 80.5% posee piso de tierra y solamente el 9.3% tienen pisos de mejor calidad.

3.4.3 Sistemas Sanitarios y Energía

a) Sistema de Abastecimiento de Agua.

Se desprende del Cuadro 3.4.9 que de 169,900 hogares particulares, solamente 59,300 reciben suministro de agua por cañería sea dentro o fuera de la vivienda; de los cuales 16,200 o sea 27.3% lo reciben dentro de la vivienda. El resto de las viviendas, o sea 110,600 que representa el 65.10% del total de la región no reciben agua por cañerías.

En el área urbana, es interesante acotar que sobre un total de 60,500 hogares urbanos, 51,900 o sea 85.8% disponen del servicio de suministro por cañerías dentro o fuera de su vivienda.

Mientras que en el área rural, de 109,400 viviendas, disponen de suministro de agua por cañería, sea dentro o fuera de la vivienda, solamente 7,300 o sea 6.7% de las viviendas rurales de la región.

b) Sistema de Eliminación de Aguas Servidas.

En el Cuadro 3.4.10, se señala, que de un total de 169,900 hogares particulares de la Vertiente del Plata, 31,500 disponen de dicho servicio, sea en forma de alcantarillado público, cámara séptica, letrina o pozo ciego, cantidad que representa el 18.6% del total de los hogares particulares de la región.

En el área urbana, de un total de 60,500 hogares particulares, 29,000 gozan de dicho servicio, cifra que representa el 48.0% de los hogares particulares urbanos. Lo contrario sucede en el ámbito rural, en que de un total de 109,400 hogares rurales, 106,900, o sea el 97.7%, no disponen de dicho servicio.

CUADRO No 3.4.7VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE PAREDES, SEGÚN ÁREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Paredes	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Ladrillo, Bloques de Cemento, Piedra	5,262	8.94	20,166	18.81	25,428	15.32
- Adobe con/sin Revoque y Tapial	48,898	83.12	69,418	64.75	118,316	71.26
- Madera	943	1.60	1,615	1.51	2,558	1.54
- Caña, Palma, Troncos	306	0.52	5,112	4.77	5,418	3.26
- Sin Especificar	<u>3,422</u>	<u>5.82</u>	<u>10,896</u>	<u>10.16</u>	<u>14,318</u>	<u>8.62</u>
Total	58,831	100.00	107,207	100.00	166,038	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO No 3.4.8VIVIENDAS PARTICULARES POR TIPO DE PISOS, SEGÚN ÁREAS GEOGRÁFICAS DE LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Tipo de Pisos	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
- Madera, Mosaico, Baldosas, Cemento o Ladrillo	42,181	71.70	9,997	9.33	52,178	31.43
- Tierra	13,228	22.48	86,314	80.51	99,542	59.95
- Sin Especificar	<u>3,422</u>	<u>5.82</u>	<u>10,896</u>	<u>10.16</u>	<u>14,318</u>	<u>8.62</u>
Total	58,831	100.00	107,207	100.00	166,038	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3,4,9HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUAS EN LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Sistema de Abastecimiento de Aguas	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Suministro por Cañerías	<u>51,939</u>	<u>85.82</u>	<u>7,335</u>	<u>6.71</u>	<u>59,274</u>	<u>34.89</u>
a) Dentro de la Vivienda	15,339	25.34	865	0.79	16,204	9.54
b) Fuera de la Vivienda	36,600	60.48	6,470	5.92	43,070	25.35
No Reciben Agua por Cañerías	<u>8,582</u>	<u>14.18</u>	<u>102,031</u>	<u>93.29</u>	<u>110,613</u>	<u>65.11</u>
Total	60,521	100.00	109,366	100.00	169,887	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

CUADRO Nº 3,4,10HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SISTEMA DE ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Sistema de Eliminación de Aguas Servidas	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Con Sistema de Eliminación	<u>29,018</u>	<u>47.95</u>	<u>2,509</u>	<u>2.29</u>	<u>31,527</u>	<u>18.56</u>
a) Alcantarillado Público	21,343	35.27	278	0.25	21,621	12.73
b) Cámara Séptica, Letrina o Pozo Ciego	7,675	12.68	2,231	2.04	9,906	5.83
No Tienen	<u>31,503</u>	<u>52.05</u>	<u>106,857</u>	<u>97.71</u>	<u>138,360</u>	<u>81.44</u>
Total	60,521	100.00	109,366	100.00	169,887	100.00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1976 - I.N.E.

c) Sistema de Suministro de Energía Eléctrica.

La disponibilidad de energía eléctrica en los hogares particulares se señala en el Cuadro 3.4.11. En líneas generales se observa que el 72.3% de los hogares de la Vertiente no disponen de energía eléctrica. Conviene aclarar que en la zona urbana el 70.9% de los hogares disfrutan de dichos servicios, mientras que en la zona rural solamente el 3.8% de las viviendas rurales cuentan con el servicio.

CUADRO No 3.4.11

HOGARES PARTICULARES, SEGÚN SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA VERTIENTE DEL PLATA - 1976 (ESTIMADO)

Suministro de Energía Eléctrica	Urbano		Rural		Total	
	Viviendas	%	Viviendas	%	Viviendas	%
Tienen	42,894	70,88	4,185	3,83	47,079	27,71
No Tienen	17,627	29,12	105,181	96,17	122,808	72,29
Total	60,521	100,00	109,366	100,00	169,887	100,00

FUENTE: Elaborado en base a los resultados del Censo Nacional de Población Vivienda de 1976 - I.N.E.

CAPÍTULO IV

ASPECTOS AGROPECUARIOS

4. ASPECTOS AGROPECUARIOS

Esta vertiente en su mayoría está formada por Valles y Altiplano y en menor proporción por el Chaco y Llanos; comprende los Departamentos de Chuquisaca, Potosí y Tarija, en proporciones que se indican en la participación por provincias en el Capítulo de Metodología para la Identificación y Priorización de Proyectos y el respectivo mapa. La superficie cultivada total de la vertiente para 1980, se muestra en el Cuadro 4.1 y alcanza a 250,583 ha., de las cuales el 50.4% corresponde a cereales, principalmente cebada en grano, maíz blando y trigo; el 20.6% a tubérculos y raíces, principalmente papa; el 13% a forrajes, principalmente maíz duro, el 7% a productos industrializables, principalmente, caña de azúcar y maní (Tarija); el 6.5% a hortalizas, principalmente habas frescas y choclo; 2.5% a frutas, principalmente uva y durazno.

La superficie utilizada en cultivos agrícolas es mayor en esta vertiente, en relación a la Vertiente Cerrada; sin embargo, es posible incrementarla aún más, incorporando las tierras en barbecho, principalmente en los Valles de Tarija y Chuquisaca, así como en nuevas áreas del Chaco y los Llanos, de los mismos departamentos; pudiendo triplicarse la superficie cultivada en la vertiente, lo cual permitiría la sustitución de importaciones de frutales, así como un incremento considerable de la producción de los demás rubros. Las frutas, hortalizas y productos industrializables, como oleaginosas, son los que tienen menor superficie lo cual se explica por falta de obras de riego que viabilicen el mejoramiento tecnológico y una asistencia técnica y crediticia oportuna y adecuada a la región.

En cuanto a los rubros indicados, es necesario considerar de establecer agroindustrias que garanticen mercados estables y a precios justos en condiciones de competitividad.

Los rendimientos agrícolas son aún bajos, dependiendo su variación de los cambios climáticos; sin embargo, potencialmente es posible incrementar dichos rendimientos, introduciendo la aplicación de agua de riego y técnicas apropiadas a la realidad, tomando en cuenta la tecnología que actualmente usa el campesino.



En la vertiente existen posibilidades para industrializar los cereales con miras a la producción de alimentos para humanos y alimentos balanceados para el desarrollo ganadero, así como la producción en gran escala de oleaginosas, los que actualmente se importan; los frutales de pepita y carozo también son susceptibles para su industrialización. Como se podrá apreciar, los rubros señalados anteriormente tienen buenas perspectivas, si se implantan proyectos racionales de desarrollo agrícola, que se pueden constituir en la base económica del desarrollo rural de la vertiente.

Actualmente existen algunos proyectos en preparación y otros ya concluidos, que una vez se inicie su ejecución podrán ser de impacto, tales como por ejemplo los proyectos Sachapera-Villamontes, Sur de Chiquisaca, Valle Central de Tarija, Cuenca del Río Camacho y otros.

CUADRO No 4.1 - PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, AÑO 1980

Productos	Vertiente del Plata											
	Departamento Chuquisaca				Departamento Potosí (1)				Departamento Tarija (2)			
	Sup/Has	Rendimiento Kg/Ha	Producción TM	Sup/Has	Rendimiento Kg/Ha	Producción TM	Sup/Has	Rendimiento Kg/Ha	Producción TM	Sup/Has	Rendimiento Kg/Ha	Producción TM
Cereales:												
Cebada en Grano	9,055	724	6,556	25,900	681	17,640	1,740	649	1,130	126,224	690	101,938
Maíz Blanco	20,134	1,250	25,167	14,490	900	13,040	14,535	901	13,095	36,695	1,043	25,326
Trigo	16,750	565	9,464	9,250	700	6,475	14,255	650	9,265	49,159	626	51,302
Arroz Chala	-	-	-	-	-	-	25	1,000	25	40,255	1,000	25,204
Avena Grano	90	900	81	-	-	-	-	-	-	25	900	25
										90		81
Forrajes:										32,553		
Maíz Duro	716	1,602	1,147	-	-	-	22,625	1,675	37,885	23,341	1,672	39,032
Cebada Berza	3,636	3,018	10,973	-	-	-	1,600	3,200	5,120	5,236	3,073	16,093
Alfalfa Verde	880	17,500	15,400	1,150	15,700	18,055	1,945	20,766	41,390	3,975	18,829	74,845
Tubérculos y Raíces										51,487		
Papa	16,203	4,450	72,102	25,060	6,301	157,903	8,045	6,204	49,910	49,308	5,677	279,916
Yuca	60	7,000	42	-	-	-	330	8,894	2,935	390	7,634	2,977
Oca	223	3,256	726	240	3,290	790	310	3,500	1,085	773	3,365	2,601
Camote	62	6,000	372	-	-	-	325	5,923	1,925	387	5,935	2,297
Papaliza	409	2,956	1,209	220	3,320	730	-	-	-	629	3,083	1,939
										17,697		
Industriales:										5,492		
Maíz	1,832	1,167	2,138	-	-	-	3,660	1,322	1,840	5,492	1,270	6,978
Caña de Azúcar	-	-	-	-	-	-	9,705	73,320	711,575	9,705	73,320	711,575
Soya	-	-	-	-	-	-	2,500	1,400	3,500	2,500	1,400	3,500
										16,271		
Hortalizas:										4,126		
Choclo	1,736	3,397	5,897	1,440	2,695	3,880	950	3,510	3,335	4,126	3,178	13,112
Habas Frescas	2,290	2,050	4,694	3,610	1,800	6,498	1,025	2,010	2,060	6,925	1,914	13,252
Arvejas Frescas	1,035	2,900	3,000	500	1,185	592	1,255	1,845	2,315	2,790	2,117	5,907
Cebolla	409	5,500	2,250	-	-	-	905	6,475	5,860	1,314	6,172	8,110
Zanahoria	-	-	-	-	-	-	220	6,864	1,510	220	6,864	1,510
Tomate	136	7,500	1,020	-	-	-	475	6,200	2,945	611	6,489	3,965
Frijol y Poroto	285	1,196	340	-	-	-	-	-	-	285	1,193	340
										6,352		
Frutas:										17,544		
Naranja	40	16,750	670	-	-	-	300	17,650	5,295	340	17,544	5,965
Mandarina	50	9,000	450	-	-	-	135	14,704	1,985	185	13,162	2,435
Limon	40	8,500	340	-	-	-	85	8,353	710	125	8,400	1,050
Lima	22	9,500	209	-	-	-	185	15,838	2,930	207	15,164	3,139
Uva	806	4,549	3,670	90	4,500	405	1,500	6,997	10,495	2,396	6,081	14,570
Durazno	384	6,000	5,000	450	4,000	1,800	1,800	5,995	6,625	2,389	5,619	13,425
Manzana	280	7,000	1,960	50	5,000	250	380	6,000	2,280	710	6,324	4,490
Total	78,013		174,878	82,450	5,000	228,058	90,120	6,000	932,025	250,523		1,334,961

FUENTE: Elaborado en base a datos del Departamento de Estadísticas de la MACA.

(1) Incluye Valles y Altiplano;

(2) Incluye Valles, Chaco y Llanos.

DOCUMENTO
MICROFILMADO

Fecha: 7 JUL 1983