

P. Arciniegas

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

DEPARTAMENTO DE  
GEOFISICA Y GEODESIA  
**CLIMATOLOGIA DE CHILE**

H. FUENZALIDA P.

SANTIAGO DE CHILE

PUBLICACION INTERNA

1971

Ricardo Muñoz M.  
Mayo 1994

# CLIMATOLOGIA DE CHILE

H. Fuenzalida P.

PUBLICACION INTERNA DE LA SECCION METEOROLOGIA

DEPTO DE GEOFISICA Y GEODESIA

UNIVERSIDAD DE CHILE

1971



## PREFACIO

El autor de esta obra es bien conocido por su capítulo de Climatología incluido en la Geografía Económica de Chile editada por CORFO. Este trabajo no es una revisión del anterior, sino un aporte original en el cual se plasman numerosos antecedentes nuevos.

Esta climatología de Chile tiene el mérito de reunir dos aspectos importantes: aunque escrita para una difusión general, posee una rigurosidad y una cantidad de elementos que esperamos sean útiles para aquellos especialistas en ramas de la ciencia que necesitan un apoyo básico en la climatología de nuestro país.

Por estar ausente del país, el autor no pudo revisar la impresión de esta obra. Por lo tanto, todo error es responsabilidad de los que tuvimos a cargo esa tarea.

P.U.

Stgo., 7 de mayo de 1971

## INDICE

	Pág.
Prefacio .....	ii
Indice .....	iii
Lista de Figuras .....	iv
1. Generalidades .....	1
2. Elementos del Clima .....	2
a) Presión atmosférica y los vientos .....	2
b) Temperaturas .....	7
c) Precipitaciones .....	11
3. Factores del clima en Chile .....	13
Latitud .....	14
Relieve .....	16
Proximidad del mar .....	19
Corrientes marinas .....	20
4. Climatología en Chile .....	21
5. Instituciones que realizan estudios sobre el clima.	24
6. Red de estaciones climatológicas .....	25
Lista de estaciones climatológicas .....	25
7. Sistemas de clasificación climática aplicados a Chile .....	28
a) Climas aridos subtropicales .....	29
b) Climas templados-cálidos con lluvia suficiente.	38
c) Climas templados lluviosos .....	41
d) Climas de hielo .....	45
Climas de territorios de ultramar .....	46
Bibliografía .....	50
Fuentes de datos climatológicos .....	52



## LISTA DE FIGURAS

- Fig.1 Distribución de la presión atmosférica reducido al ni vel del mar para el mes de Enero.
- Fig.2 Distribución de la presión atmosférica reducida al ni vel del mar para el mes de Julio.
- Fig.3 Trayectorias típicas de los sistemas migratorios en Enero.
- Fig.4 Trayectorias típicas de los sistemas migratorios en Julio.
- Fig.5 Situación sinóptica típica de verano
- Fig.6 Situación sinóptica típica de invierno
- Fig.7 Rosas de viento del área oceánica en el mes de Enero
- Fig.8 Rosas de viento del área oceánica en el mes de Julio
- Fig.9 Circulaciones dominantes en el Territorio Antártico  
Enero: línea continua  
Julio: línea de trazos
- Fig.10 Rosas de viento de estaciones costeras
- Fig.11 Isotermas medias de Enero
- Fig.12 Isotermas medias de Julio
- Fig.13 Temperaturas media y extremas medias de estaciones cos teras (líneas continuas).  
Líneas de trazos: promedios de temperaturas medias a lo largo de la costa, tomando fajas de 10° de latitud.  
Líneas de puntos: promedios de temperaturas medias para el Hemisferio Sur, tomando fajas de 10° de latitud.
- Fig.14 Variación de la temperatura con la altitud, en cortes que corren aproximadamente a las latitudes de 25°S, 33°S y 38°S.  
Líneas llenas: temperaturas media y extremas medias.  
Líneas de trazos: variación vertical normal de la tem peratura (5,5°C/Km).



- Fig.15 Mapa pluviométrico de Chile (según I.Font)
- Fig.16 Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 estaciones seleccionadas.
- Fig.17 Clima desértico con nublados abundantes (BWh)
- Fig.18 Clima desértico normal (BW)
- Fig.19 Clima de desierto marginal de altura (BWH), (precipitación estival).
- Fig.20 Clima de desierto marginal de altura (BWH), (precipitación invernal).
- Fig.21 Clima de estepa de altura (ETH)
- Fig.22 Clima desértico marginal bajo (BWh)
- Fig.23 Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn)
- Fig.24 Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSk)
- Fig.25 Clima templado-cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada y gran nubosidad (Csb<sub>n</sub>)
- Fig.26 Clima templado-cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada (Csb<sub>l</sub>)
- Fig.27 Clima templado-cálido con estación seca de 5 a 4 meses (Csb<sub>2</sub>)
- Fig.28 Clima templado-cálido con estación seca corta (Csb<sub>3</sub>)
- Fig.29 Clima templado lluvioso con influencia mediterránea (Cfsb)
- Fig.30 Clima templado frío de costa occidental con máximo invernal de lluvias (Cfb)
- Fig.31 Clima templado frío de costa occidental con máximo invernal de lluvias (Cfb)
- Fig.32 Clima de tundra (ETx)
- Fig.33 Clima continental transandino con degeneración esteparia (Cfc)



Fig.34 Clima de estepa fría (BSk)

Fig.35 Isla de Pascua

Fig.36 Archipiélago Juan Fernández

## CLIMATOLOGIA DE CHILE

1) Generalidades.- La climatología, el estudio del clima, es un aspecto del estudio de la atmósfera. Viviendo en el fondo de un océano gaseoso, todos estamos en directo contacto con el clima y no parece necesario explicar sus conceptos. Debido a que la parte de la atmósfera que más nos preocupa es tan accesible, es posible acumular cantidades inmensas de datos que pueden ser estudiados empíricamente, buscando relaciones y ciclos sin tener necesariamente una idea de sus causas. El empirismo es una parte importante del método científico y domina en las primeras etapas de toda ciencia. La climatología tiene una característica especial en cuanto que siendo una ciencia antigua aún sus métodos son casi completamente empíricos. Normalmente se enseña como parte de la geografía haciendo énfasis en su parte descriptiva.

El origen del ataque empírico se encuentra en la necesidad de resolver urgentes problemas prácticos de la vida cotidiana, la agricultura, la hidrología, etc. La posibilidad de dar respuesta a estos problemas por un simple tratamiento estadístico de la información meteorológica, sin buscar explicaciones que prometen ser complicadas, es útil y parece justo. La desventaja del método empírico es una carencia de leyes simples de carácter general, que impide relacionar fenómenos y dar una estructura simple a las respuestas.

Los elementos básicos del clima son los fenómenos meteorológicos y toda información sobre ellos y los procesos que los afecten es importante. La diferencia entre climatología y meteorología en muchos aspectos es sutil y a veces ambas se confunden. Sin embargo, considerada la climatología bajo su aspecto geográfico se



distingue por tender al estudio temporalmente integrado del tiempo atmosférico, en tanto que la meteorología trata normalmente con configuraciones instantáneas o sus evoluciones sobre períodos breves. Al geógrafo interesan los efectos capaces de modificar el paisaje y las costumbres por su persistencia o continuidad. Desde este punto de vista restringido la climatología es la meteorología considerada en lapsos de tiempo de meses o mayores.

Nuestro objetivo aquí es describir los diferentes climas de nuestro país. En su parte continental, sus islas lejanas y el Territorio Antártico.

**Rasgos** notables de la climatología de Chile son un régimen térmico muy homogéneo de Arica a Pta. Arenas, pero una pluviometría de contrastes. Mira al mayor y más desconocido océano y se apoya en el Cordón Andino, uno de los **rasgos** orográficos más notables del globo.

Se describirán primero los aspectos más notables de las distribuciones de los elementos climáticos más importantes, para en seguida comentar con mayor detalle cada variedad de clima dentro del cuadro general proporcionado por los elementos. Para este último objetivo nos guiaremos por la clasificación climática más difundida, la de Koeppen.

## 2. Elementos del Clima.-

- a) Presión atmosférica y los vientos.- La presión atmosférica representa el peso de la masa de aire que se encuentra por encima del nivel en que se efectúa la determinación, refleja por tanto el estado de toda la atmósfera y no solo el de la parte cercana a la superficie.



Ella es la fuerza que provoca los movimientos de la atmósfera. En particular los movimientos horizontales, o vientos, están relacionados con las diferencias horizontales de presión atmosférica. Resulta natural esperar que el aire se desplace desde las regiones de alta presión hacia las regiones de baja presión. Sin embargo, la rotación terrestre modifica los desplazamientos de un modo tan profundo que desvía los movimientos en prácticamente noventa grados, de modo que con una muy buena aproximación se puede afirmar que el aire se mueve paralelamente a las isóbaras en vez de hacerlo en forma perpendicular. Este hecho permite representar los vientos a través de las variaciones horizontales de presión (aproximación geostrófica).

La probada validez de la aproximación geostrófica confiere especial importancia al estudio climatológico de la presión atmosférica, ya que por su intermedio se puede realizar el análisis de los vientos dominantes. Para estudiar las variaciones horizontales de la presión atmosférica se debe eliminar el efecto de la altitud de las estaciones y para ello se efectúa una reducción de la presión al nivel medio del mar. Para apreciar la importancia de esta reducción se puede mencionar la diferencia que existe entre las variaciones horizontales y verticales de la presión; una variación típica de 1 milibar (mb) de presión en sentido horizontal se produce a través de una distancia de 100 kilómetros, en tanto que la misma variación en una dirección vertical se manifiesta en 8 metros, cerca del nivel del mar. Esta pronunciada diferencia de valores hace que la reducción de valores de presión al nivel del mar deba ser muy precisa. Ello se logra realmente para estaciones que no son muy altas, pero cuando exceden los 1000 metros de altitud se introducen errores apreciables.



La aproximación geostrófica de los vientos en las proximidades del suelo se ve afectada por una desviación hacia las bajas presiones ocasionada por la presencia de una fuerza de roce con la superficie terrestre.

Aparte de esta representación del viento, la presión atmosférica tiene un valor muy modesto dentro de un estudio climatológico.

Las Figs.(1) y (2) muestran los campos de presión atmosférica reducida al nivel del mar sobre Chile y su periferia para los meses de Enero y Julio respectivamente. Estos meses representan las condiciones extremas del verano e invierno.

Existen algunos rasgos comunes a ambas distribuciones que vale la pena comentar. El rasgo más conspicuo lo constituye la existencia de una gran región de alta presión o anticiclón que se ubica sobre el Pacífico frente al litoral norte del país. Su centro se ubica aproximadamente entre los 25 y 30 grados de latitud sur y a unos 90 grados de longitud oeste. Este sistema semi permanente se denomina anticiclón subtropical del Pacífico Sur Oriental. En esta extensa región el aire desciende desde niveles altos generándose masas de aire extremadamente secas y de una gran estabilidad atmosférica.

Al sur del anticiclón subtropical, las isóbaras se orientan de oeste a este presentándose más apretadas, o sea, existe una variación horizontal más pronunciada. A esta región se la denomina Zona de los "Oestes" en razón de los vientos asociados.

El descenso de la presión hacia el polo continúa hasta al rededor de los 70°S donde se ubica una región de bajas presiones elongada circumpolarmente, pero interrumpida en las proximidades



de la Tierra de O'Higgins. Este sistema de bajas presiones recibe la denominación de Vaguada Circumpolar.

Otro sistema que tiene importancia para el clima del país es la región de baja presión continental que aparece parcialmente en el norte argentino.

El clima de Chile continental está regido por los regímenes del anticiclón y el de los cestos y sus alternancias.

A pesar de la aparente similitud de los esquemas de distribución de presión en Enero y Julio, existen diferencias con repercusiones para los regímenes climáticos del país. La más importante de estas diferencias corresponde a la extensión del anticiclón subtropical. En la Fig.2 se puede apreciar que la influencia del sistema de alta presión alcanza hasta los  $38^{\circ}\text{S}$  y su posición se puede calificar de tangente al litoral. En contraste durante el mes de Enero el anticiclón se extiende más al sur de Chiloé y penetra decididamente el continente.

Por otra parte, en la región andina del extremo norte del país, el régimen anticiclónico se encuentra mejor definido en Julio por lo que a curvatura de las isobaras se refiere.

En el Sector Antártico, el desarrollo del anticiclón continental desplaza a la vaguada circumpolar levemente hacia el norte, con mayor énfasis sobre el Mar de Weddell.

Aplicando la aproximación geostrofica, corregida por efecto del roce superficial, se infiere de las Fig.(1) y (2) que el país se encuentra sometido en su mitad norte a vientos del S y SW durante todo el año. Estos vientos forman parte del gran sistema de los "alisios", aunque en estas regiones no muestren su componente del



E típica. En su mitad austral dominarán los vientos del W y NW. Entre ambos regímenes existirá una faja de calmas o vientos variables.

En forma aproximada se puede afirmar que en verano de los 45° al sur dominan los oestes y en invierno este límite se ha desplazado a los 38°. A estos sistemas de presión atmosférica susceptibles de mostrarse en un mapa medio mensual, se deben agregar los sistemas migratorios que portan el mal tiempo a la mayor parte del país. Las trayectorias típicas de estos sistemas son las indicadas en las Fig.(3) y (4) para los meses de Enero y Julio respectivamente. Es posible apreciar que en invierno existe una trayectoria que alcanza el continente alrededor de los 45 grados sur y que no se presenta en Enero. Este comportamiento de los sistemas migratorios se ve asociado a la extensión latitudinal del anticiclón subtropical ya comentado en la Fig.1. Aunque la relación causal no es clara, se suele afirmar que el anticiclón impide que las perturbaciones afecten la región central del país.

Algunas situaciones sinópticas típicas se muestran en las Fig. (5) y (6). Si bien es cierto que los vientos están estrechamente relacionados con el campo de presión horizontal, no se puede ignorar las múltiples influencias que la orografía y las variedades de superficie ejercen sobre los vientos que se miden en las proximidades del suelo. Por esta razón se debe ser cuidadoso en extremo al tratar de hacer inferencias sobre la base de lecturas de viento superficiales. Sobre los océanos las condiciones superficiales presentan una relativa homogeneidad, amén de la ausencia de orografía. Esto hace que sobre las áreas oceánicas exista concordancia entre los vientos y las presiones atmosféricas, sin olvidar el efecto del roce con el océano que desviará los vientos hacia las bajas presiones respecto de la dirección de las isóbaras.



Las Figs. (7) y (8) muestran rosas de viento para el área oceánica que enfrenta al litoral chileno. Al comparar estas figuras con las Figs. (1) y (2) se aprecia una correspondencia muy marcada. Para el Territorio Antártico las circulaciones dominantes se muestran en la Fig.(9).

En la Fig.(7), al norte de los  $35^{\circ}\text{S}$  dominan en las rosas los vientos con componentes del este en tanto que al sur de los  $40^{\circ}\text{S}$  dominan las componentes de oeste, presentándose entre estas latitudes una zona de vientos sin dirección dominante. En Julio, Fig.(8), las rosas de la región de los oestes se muestran relativamente bien distribuidas sobre todas las direcciones, como producto de las frecuentes perturbaciones migratorias; por otra parte, de los  $30^{\circ}$  al Norte se aprecia claramente el régimen de los alisios. Para afinar estas apreciaciones, en la Fig.(10) se incluyen algunas rosas de viento para estaciones costeras bien expuestas. Punta Tumbes, a los  $36^{\circ}\text{S}$ , muestra en Enero el dominio de los vientos del Sur y Suroeste; en Abril, junto a los anteriores empieza a aparecer la componente Norte, que en Julio es la más frecuente para retornar en Octubre al dominio del S y SW. En tanto que Punta Tortuga, a los  $30^{\circ}\text{S}$ , se encuentra durante todo el año bajo la influencia del régimen del SW. Evangelistas, a los  $52^{\circ}\text{S}$ , presenta una rosa prácticamente inalterada a lo largo de todo el año, con dominio de los vientos de componente W.

En el interior del país, la accidentada orografía impide ofrecer un esquema simple y aún en muchos lugares del litoral esta misma influencia sumada a las brisas de mar y tierra oscurecen el régimen general.

b) Temperaturas. - A diferencia de las presiones atmosféricas, las temperaturas no se suelen reducir a un nivel común, lo que dificulta un tanto su análisis ya que las influencias



de la altitud se mezclarán con las de otro origen.

Sobre los océanos las variaciones de la temperatura del aire cerca de la superficie se deben a las diferencias de radiación solar absorbida y a la influencia de las corrientes marinas y aéreas. Sobre los continentes, la disminución de la temperatura con la altura, con un valor medio de  $5,5^{\circ}\text{C}$  por kilómetro, puede dominar en el esquema general.

La absorción de radiación solar por la superficie depende de varios factores: estación del año, latitud, nubosidad y poder reflectivo de la superficie.

Las Figs.(11) y (12) muestran las isotermas medias para los meses de enero y julio. Es posible apreciar la deflección típica de la isoterma al pasar de los océanos a los continentes en verano e invierno. Los océanos reaccionan mucho más lentamente que los continentes a la radiación solar, de modo que en verano presentan temperaturas inferiores y en invierno mayores que los interiores continentales. En las figuras domina claramente la disminución paulatina de la temperatura hacia el polo, definida más perfectamente sobre los mares. Sin embargo, en la parte septentrional del litoral chileno, las isotermas muestran una deflección profunda hacia el ecuador revelando la presencia de aguas anormalmente frías propias de la Corriente de Humboldt. Este fenómeno se hace evidente en los mapas de isotermas marinas desde los  $42^{\circ}\text{S}$  al norte.

Dentro del cuadro general de temperaturas representado en las Fig. (11) y (12) existe una gran variedad de detalles que la escala del mapa no permite describir.

La variación latitudinal de la temperatura es mayor en la



periferia del continente Antártico, especialmente sobre el Mar de Bellinghausen.

Comparando ambas figuras se puede apreciar el efecto de continentalidad. Sobre el océano en latitudes medias y altas la amplitud térmica anual es alrededor de  $5^{\circ}\text{C}$ , en tanto que en el interior del continente alcanza a  $15^{\circ}\text{C}$ . Sobre la Antártida incluso es posible encontrar diferencias de  $20^{\circ}$ .

La línea de los hielos marinos no sigue fielmente a la isoterma cero. En invierno se encuentra más hacia los polos y en verano más próxima al ecuador evidenciando la inercia de la formación del hielo.

En la Fig.(13) se presentan en forma gráfica las temperaturas medias y extremas medias de estaciones costeras a diferentes latitudes; con fines de comparación se insertan además los valores medios para fajas de latitud de 10 grados de ancho y los valores normales para el Hemisferio Sur. Llama la atención las notables diferencias entre las temperaturas del litoral y los respectivos promedios hemisféricos. Entre  $20^{\circ}\text{S}$  y  $30^{\circ}\text{S}$  existe una diferencia de 2,8 grados centígrados en el sentido de valores menores que lo normal. Entre 50 y 60 grados Sur la diferencia es de sentido contrario con una magnitud de  $4,6^{\circ}\text{C}$ . De modo que el país está afectado por una anomalía térmica latitudinal del orden de  $7,4^{\circ}\text{C}$ . Su extremo norte presenta temperaturas más bajas que lo normal para el hemisferio y su extremo sur temperaturas más altas.

Es fácil imaginar que la anomalía del norte está provocada por los efectos de la corriente oceánica fría de Humboldt. La anomalía austral, que es incluso más importante, tiene su justificación en la carencia de tierras en estas latitudes. Esto hace que los



valores hemisféricos medios sean oceánicos típicos y que aún estaciones del litoral muestren discrepancias notables con ellos.

En todo caso la diferencia de temperaturas medias entre Arica e Isla Navarino es de  $12,8^{\circ}\text{C}$ . valor modesto para una diferencia de latitud de casi 37 grados.

En la misma Fig.(13) se puede apreciar que la diferencia entre las temperaturas medias extremas muestra una variación latitudinal normal en el sentido de disminuir hacia el polo.

En relación con la variación de la temperatura hacia el interior del país, la influencia de la altitud resulta preponderante. En la Fig.(14) se presentan tres gráficos que muestran la variación de la temperatura media entre estaciones que con latitudes semejantes presentan diferencias de altitud notables. El primero que incluye los valores de Antofagasta, Refresco y Potrerillos corresponde a una latitud aproximada de  $25^{\circ}\text{S}$ , el segundo con Valparaíso, Quillota y Los Andes está situado alrededor de los  $33^{\circ}\text{S}$  y el último con Contulmo, Traiguén y Lonquimay a unos  $38^{\circ}\text{S}$ . Además de las temperaturas medias y las extremas medias se presenta la variación vertical normal de  $5,5^{\circ}\text{C}$  por km como referencia. Las anomalías quedan de esta manera representadas por las distancias horizontales entre la curva de temperaturas medias y la de referencia. Concentrándonos en la variación de esta anomalía con la altura, observamos que su valor es notablemente mayor a los  $33^{\circ}\text{S}$  en donde además aumenta con la altura más rápidamente que en los otros casos. A los  $38^{\circ}\text{S}$ , en particular entre Traiguén y Lonquimay, la variación de la temperatura con la altura es prácticamente igual al valor normal.

Se puede apreciar que entre Quillota y Los Andes la temperatura aumenta en vez de disminuir con la altura en términos meteo



vológicos, existe una inversión. Si a los 25°S hubiésemos contado con una estación ubicada alrededor de los 1.000 m seguramente se habría detectado también una inversión. Este aumento de temperatura en los primeros 1.000 m de atmósfera es característico de la región donde domina el Anticiclón Subtropical, provocado por la subsidencia del aire. Puesto que el dominio del anticiclón a los 38°S es solo ocasional, su influencia no se hace sentir en los promedios anuales.

Las gráficas de la Fig.(14) sirven además para mostrar como el intervalo entre los extremos termométricos, en general, aumenta con la altitud, como consecuencia de la menor incidencia de la nubosidad baja. La excepción se presenta entre Refresco y Potrerillos que se encuentra en una región absolutamente carente de nubosidad de este tipo y donde los contrastes orográficos influyen notablemente.

La temperatura es un elemento que se encuentra muy afectado por las condiciones locales de exposición, altitud y naturaleza, por lo que sufre variaciones rápidas a través de distancias reducidas. Para un detalle mayor de los regímenes térmicos de Chile se puede consultar a Almeyda y Saez (1955).

c) Precipitaciones. - Del mismo modo que Chile presenta una notable homogeneidad térmica latitudinal, manifiesta una extraordinaria variación de la suma anual de precipitaciones. En el norte se encuentran los lugares más secos del mundo y en la región austral existen lugares donde caen más de 5 m de agua en un año. Aún más, estas sumas anuales ofrecen una distribución estacional de los tipos más diversos; en algunas regiones la estación lluviosa se presenta en verano, en otras en in



vierno y existen lugares en donde el régimen es homogéneo a tra vez del año.

La Fig.(15) corresponde al Mapa Pluviométrico de Chile di bujado por Font (1965), quién fuera Jefe del Proyecto Hidrometeorológico de las Naciones Unidas.

Desde el extremo norte hasta los 27°S la mayor parte del país tiene una precipitación menor de 50 mm demarcando una exten sa región desértica. Sólo en la Alta Cordillera de los Andes aparecen núcleos con precipitación importante. Más al sur, la precipitación aumenta paulatinamente para alcanzar los mayores valores en la zona insular comprendida entre 48° y 53°S.

La influencia de la orografía, como agente intensificador de las precipitaciones, se manifiesta sobre casi todo el territorio aumentando su monto desde el W hacia el E. En aquellas lati tudes donde las cumbres máximas se encuentran en territorio chi leno se aprecia la disminución del agua caída a sotavento (entre 43 y 47°S). Sin embargo, entre 48 y 53°S se sobrepasa el máximo de precipitación mucho antes de alcanzar las líneas de las cum bres; tal anomalía solo puede ser explicada por una deficiencia del contenido de vapor de agua del aire. Una revisión de las hu medades relativas de Evangelistas, San Pedro y Cabo Raper muestran alguna evidencia en este sentido.

Junto al valor de la suma anual se debe considerar la distri bución de ésta a lo largo del año. En tal sentido se puede hablar de tres variedades de régimen a lo largo de Chile; la primera que presenta las precipitaciones acumuladas en los meses de verano(di ciembre, enero, febrero y marzo), una segunda con las precipitaciones concentradas en invierno y la tercera con un régimen parejo a lo largo del año.



Las precipitaciones estivales son de carácter convectivo y se relacionan con el régimen de circulación de la Baja térmica continental. Son las que constituyen los núcleos de precipitación que se presentan en la Alta Cordillera del Norte Grande, entre 18 y 23°S. Visviri es buen ejemplo de este régimen, Fig.(16).

El régimen con las precipitaciones concentradas en invierno, llamado mediterráneo, se manifiesta desde el cese del desierto por el norte hasta la latitud del Golfo de Penas (48°S). Desde aquí al sur domina una distribución bastante homogénea de la precipitación en el año. Esta transición se ilustra en la Fig.(16) sobre la base de las estaciones de Valparaíso como representante del régimen mediterráneo y de Evangelistas e Isla Navarino del régimen homogéneo. Las precipitaciones de estos dos regímenes son de tipo frontal con las modificaciones que la orografía introduce. El dominio de uno u otro y su transición están estrechamente relacionados con la frecuencia de las tempestades ciclónicas o, de otra forma, con la influencia alternada del anticiclón subtropical y el régimen de depresiones migratorias.

### 3.- Factores del clima en Chile

Siendo el tiempo el objeto de estudio de la climatología, sus elementos se confunden. Sin embargo, por su aspecto aplicado se consideran más importantes los elementos que directamente inciden en el medio ambiente del hombre. Desde un punto de vista biológico son fundamentales la insolación, la temperatura, la humedad con todas sus manifestaciones, nubosidad, precipitación y contenido de vapor de agua de la atmósfera, y los vientos. Se suele agregar a estos la presión atmosférica que si bien no tie



ne relación directa con el ambiente, determina los movimientos de la atmósfera y con ello afecta a prácticamente todos los elementos mencionados.

Las variaciones y valores medios de los elementos dependen de una serie de factores como latitud y situación geográfica, orografía, proximidad del mar y sus corrientes.

Latitud.- La latitud influye sobre los regímenes de vientos a través de la ubicación que define dentro del cuadro general de la circulación de la atmósfera. Sobre la base de los vientos medios cerca del suelo, se puede dividir cada hemisferio en tres fajas latitudinales. Desde el Ecuador hasta los 30 grados de latitud se presenta la zona de los alisios del SE en el hemisferio sur y del NE en el norte, separados por una zona de convergencia conocida como zona de las calmas ecuatoriales o vaguada intertropical. Los alisios son los vientos de mayor persistencia del globo lo que permite inferir la presencia de una región de ascenso en la vaguada intertropical. De los 30° hasta los 60° se extiende la zona de los vientos oestes, o más brevemente, la región de los oestes, los vientos más violentos del globo. Por esta faja viajan los ciclones extratropicales interrumpiendo la continuidad de los oestes.

En la transición de los alisios a los oestes, alrededor de los 30°, se encuentra la faja de los anticiclones subtropicales en donde domina el descenso lento de aire, o subsidencia, que confiere a la región una gran estabilidad y sequedad.

Del paralelo 60 hasta los polos se encuentra la región de los vientos polares del Este, separados de los oestes por la zona del frente polar.



Extendiéndose Chile continental entre los 19 y los 55 grados de latitud podemos distinguir en primera instancia dos grandes regiones separadas aproximadamente por el paralelo 30. Al norte una región con deficiencia de precipitaciones y al sur otra caracterizada por la alternancia de períodos secos y con los despejados y períodos con lluvia, nubosidad y mal tiempo, provocada por el pasaje de los sistemas frontales de los ciclones extratropicales. Existe una faja intermedia, que debido a los desplazamientos latitudinales de los regímenes de la circulación general se encontrará en el régimen seco en la estación de verano y sometida al régimen de los oestes en las estaciones invernales. En general, dentro de la región de los oestes la frecuencia e intensidad de las manifestaciones frontales aumentará hacia el Sur, con la excepción del extremo austral del país en donde existirá un leve descenso de las precipitaciones en invierno al quedar más al Sur de la faja de mayor actividad ciclónica.

De este modo, la latitud determina primero el régimen de vientos de gran escala; vientos S en la parte norte del país, viento SW en una faja que va desde la latitud de Rancagua a la de Concepción y vientos del W en la parte austral.

Análogamente la circulación general de la atmósfera influye sobre la distribución de las precipitaciones originando una región desértica para el norte grande, una región muy lluviosa para el extremo sur y una región de transición para el centro del país, en donde dominará el régimen seco en verano y el húmedo en invierno.

Por otra parte la latitud ejerce una influencia capital sobre el régimen de temperatura y su causa, la insolación. Definiendo la insolación como la energía media recibida por la unidad



de área horizontal colocada a nivel del mar en la unidad de tiempo, la latitud influye primero, debido a la geometría celeste. La duración del día no es igual sobre todo el globo, **depende de** la latitud y de la estación. Sin embargo, si por energía media consideramos un promedio anual, podemos independizarnos del segundo factor y en gran medida de la duración del día, ya que los máximos de insolación del día polar se compensarán con los mínimos de la noche polar en latitudes altas. Por otro lado, el ángulo de incidencia de los rayos solares será siempre mayor en las regiones tropicales, con el consecuente mayor calentamiento neto de las latitudes bajas. Así en general la temperatura media disminuye desde las regiones tropicales hacia los polos.

Este contraste térmico latitudinal es más marcado en el hemisferio con sol bajo, lo que provoca una mayor actividad de intercambio a través de los sistemas ciclónicos extratropicales.

Relieve.- El relieve maestro de Chile lo constituye el macizo andino que se extiende de N a S como espina dorsal. Tanto su ancho E-W como su altura decrecen hacia el sur. Desde el extremo norte del país hasta los 28°S la pendiente andina limita una ancha meseta con una altura entre los 3 y 4 km conocida como Altiplano Boliviano. Desde los 28°S el macizo andino se adelgaza y aunque no merma ostensiblemente en altitud paulatinamente va perdiendo extensión E-W hasta los 39°S. Desde aquí al sur pierde altitud a tal punto que sólo en forma esporádica supera los 2000 m.

Un segundo rasgo orográfico de importancia es la Cordillera de la Costa que con interrupciones y menores altitudes corre paralela a la Cordillera de los Andes. En el extremo norte del país la Cordillera de la Costa está mal definida ya que la costa se



eleva rápidamente por sobre los 1000 m y sin una depresión intermedia apreciable, da origen a la Pampa de Tamarugal que termina con un segundo peldaño que nos eleva por encima de los 2000 m. La Cordillera de la Costa se hace presente sólo a través de algunas cumbres que exceden los 1500 m. Esta situación se mantiene hasta los 22°S donde se eleva por sobre los 1500 m en una extensión considerable.

En las inmediaciones de la Península de Mejillones el relieve desciende y, por vez primera, el acusado ascenso costero se suaviza. Luego de las Sierras de V. Mackenna y del Muerto, vuelve a descender para dar origen a las alternancias de los Valles Transversales. Al sur, la Cordillera de la Costa continúa sin alcanzar niveles notables salvo frente a Santiago y en la Cordillera de Nahuelbuta. Su última manifestación aparece en Chiloé como la Cordillera de Piuchue con alturas que escasamente superan los 500 m.

Entre las dos Cordilleras, de los Andes y de la Costa, se desarrolla el Valle Transversal a partir de los 33°S y hasta su mergirse en el mar frente a Puerto Montt.

Entre los 26 y 33°S existe una serie de Valles Transversales que interrumpiendo el Cordón de la Costa penetran hacia el interior.

De esta breve descripción de los relieves más importantes del país hay algunos aspectos de relevante importancia climática que conviene tener presente más adelante.

El relieve modifica la distribución de insolación debido a tres hechos. Primero por la altitud, ya que cuanto más elevado el lugar, menor es el espesor de atmósfera que la radiación solar



debe cruzar; segundo, altera el ángulo de incidencia de los rayos solares haciendo que las laderas se vean favorecidas en mayor o menor grado según la hora del día y su orientación y, tercero, modifica la duración de la insolación diaria al ocultar prematuramente el sol en las tardes y demorar su salida en las mañanas.

Estas influencias sobre la insolación no se hacen sentir íntegramente en las temperaturas del aire, debido a que éste al ser calentado por el suelo inicia movimientos de convección que lo mezclan; sin embargo, cuando se trata de un enfriamiento, el aire más frío (más denso) se ubica en las partes más bajas, en donde permanece estancado. El ejemplo típico de tal situación lo provoca un enfriamiento radiativo nocturno que trae consigo las temperaturas mínimas en los fondos de los valles. El resultado de este fenómeno es que lugares resguardados están sometidos a temperaturas mínimas muy rigurosas, en tanto que las localidades altas tienen un régimen térmico diario más homogéneo, haciendo que incluso las temperaturas medias sean mayores en estos últimos.

El relieve también influye en los vientos. Las grandes cadenas montañosas, por obstrucción directa, canalizan los grandes flujos atmosféricos, acentuando, por ejemplo, en el Valle Central de nuestro país, la constancia de los vientos del S y extendiéndolos a regiones que de otro modo deberían mostrar vientos del SW. A este efecto directo se deben agregar otros de explicación más elaborada. La diferencia de insolación ya mencionada de las laderas provoca la alternancia de las brisas de valle y montaña: vientos que desde el centro del valle soplan hacia las laderas en las horas de insolación y el drenaje de aire frío hacia el fondo del valle en la noche.

La orografía modifica el régimen de precipitaciones. En ge



neral se observa que la precipitación es mayor a barlovento que a sotavento, ello se debe al ascenso forzado que el relieve genera y a la menor distancia entre la base de la capa nubosa y el suelo que reduce las posibilidades de evaporación. Un ejemplo de como la orografía se eleva hasta alcanzar una capa de nubes y lograr de ella una humedad que de otro modo no precipitaría, lo encontramos en la costa del norte, donde el relieve intercepta la capa de estratocumulos característica de la región, obteniendo una cantidad de agua que si bien magra sirve para alimentar alguna vegetación cuando la frecuencia del fenómeno es importante.

La Cordillera de la Costa, el Valle Transversal y la Cordillera de los Andes constituyen una sucesión de relieves de poderosa influencia sobre la precipitación. Esta brusca elevación del litoral en el norte del país hace que la delgada capa de aire húmedo y relativamente frío que existe bajo la inversión de subsidencia afecte solo a una estrecha faja costera, quedando el interior del país dominado por la masa superior seca y estable. Por otro lado, la presencia de la cumbre andina impide el libre acceso hacia Chile de las masas de aire tropicales que se generan en el sur del Brasil y sobre el Atlántico, y modifica la evolución normal de los sistemas ciclónicos o retarda su avance con las consiguientes **repercusiones** para la región próxima y al W de la Cordillera.

Proximidad del mar.- La diferencia de comportamiento térmico de los océanos y continentes se puede sintetizar en una gran inercia térmica de las masas de agua, es decir, una reacción muy lenta a los cambios de insolación jugando así un papel de reguladores frente a las variaciones diarias y estacionales de temperatura. Retardan y atenuan los valores ex



tremos. Es importante tener presente que la acción reguladora se extiende por el transporte de masas de aire desde las regiones oceánicas hacia las continentales, de modo que en las regiones de los oestes en ausencia de obstáculos orográficos la influencia marítima será sentida en mayor intensidad y más al interior en las costas occidentales que en las orientales. Sin embargo, la misma diferencia de comportamiento térmico origina un juego de brisas marítima y terral que contribuye a atenuar esta diferencia entre las dos costas durante el día cuando domina la brisa de mar. Estas brisas suelen adoptar formas suficientemente intensas para oscurecer los vientos generales a lo largo de las costas.

En cuanto a la precipitación, ya hemos mencionado un caso en que la presencia de una nubosidad propia del océano, por contacto con la orografía, puede dar cantidades pequeñas de precipitación en el norte del país.

En Chile la proximidad del mar casi siempre existe y su efecto en el termómetro se manifiesta en casi todo el territorio.

Corrientes marinas.- Cuando la influencia oceánica es importante, la calidad térmica de las aguas próximas a la costa juega un papel que hay que considerar.

En la costa de Chile a partir de la latitud de Valdivia al norte las aguas son anormalmente frías, lo que es razón de una mayor estabilidad del aire en contacto directo con ellas y de una menor capacidad para retener vapor de agua.

Estas aguas anormalmente frías constituyen la llamada Corriente de Humboldt o del Perú que corresponde a una rama de la cir



culación general del Pacífico Sur. Se trata de una corriente superficial guiada por los vientos, a la que se agregan fenómenos de surgencia de aguas frías. La surgencia no es pareja a lo largo de la costa apareciendo zonas en que la desusada frialdad de las aguas parece indicar una mayor intensidad del fenómeno. Sverdrup menciona dos centros de surgencia moderada en la costa chilena, uno a los 30°S y otro entre 22 y 23°S; en el resto las aguas serían menos frías.

La presencia de la Corriente de Humboldt suaviza las temperaturas del Norte del país, confiriendo así una gran homogeneidad térmica a la costa y al país. La presencia de zonas más frías combinada con un flujo de aire S debe generar neblinas en aquellas zonas en que la surgencia sea más enérgica.

En los lugares del norte donde la Cordillera de la Costa está interrumpida, la influencia de la masa de aire húmeda y de los estratocumulos penetra hacia el interior alcanzando hasta a 100 km de la costa por el fondo de los valles.

4.- Climatología en Chile.- Es difícil fijar el inicio de los estudios climatológicos en Chile. El explorador que se aventura en parajes desconocidos inevitablemente en sus descripciones incluye factores climáticos y en medida modesta hace climatología. Así, desde los conquistadores, pasando por las exploraciones de Humboldt y Fitz Roy, hasta nuestros días, las descripciones climatológicas forman parte de la bitácora de los viajeros.

Las observaciones climatológicas sistemáticas se inician con Don Ignacio Domeyko (1869) y por la misma época Don Benjamín Vicuña Mackenna escribe su "Meteorología" que bien puede caracte



rizarse como una colección de crónicas, por cierto no de escaso valor. La llegada de Domeyko impulsa la aparición del primer Anuario de Observaciones en 1870. Sin embargo, estos esfuerzos se interrumpen alrededor de 1891.

En 1910 se crea el Instituto Central Meteorológico y Geofísico que reúne a las diferentes instituciones que en ese entonces realizaban labores meteorológicas. En su dirección se coloca a Don Walter Knoche quién publica trabajos e impulsa nuevamente la recolección de observaciones y la impresión de Anuarios. Entre este año y 1930 aproximadamente es Jefe de la Sección Climatología Don Miguel Wittaker que publica algunos trabajos sobre las depresiones que afectan al territorio chileno y una "Barografía de Chile" en 1943.

Alrededor de 1935 aparece la figura del primer hombre de estudios dedicado casi exclusivamente a este tema, Don Elías Almeyda Arroyo, quién siendo Profesor de la Universidad de Chile realiza una serie de publicaciones en diversos niveles que aún son textos de consulta sobre esta materia. En general la investigación climatológica en Chile no se presenta como un esfuerzo continuo. Ha avanzado sobre la base de impulsos esporádicos ocasionados por la visita de alguna eminencia extranjera. Escapa a este comentario la figura de Don Elías Almeyda Arroyo quién se dedicó en forma intensa al tema. Entre sus obras más notables se encuentra la "Biografía de Chile, "Geografía Agrícola de Chile", Estudio sobre la variabilidad de la lluvia en Chile", "Clima de las Costas bañadas por corrientes marinas frías", "Irregularidad de las lluvias chilenas", "Pluviometría de las zonas de desierto y estepas cálidas de Chile" y en colaboración con el Ingeniero Fernando Saez la "Recopilación de Datos Climáticos de Chile".



En 1950 aparece la Geografía Económica de la Corporación de Fomento que incluye un capítulo dedicado al clima de Chile redactado por el Profesor Humberto Fuenzalida Villegas. Con le vísimas modificaciones su contenido sigue vigente en la actualidad.

Chile, con su gran diversidad de climas, ha sido siempre una atracción para los entendidos y sus variedades son citadas con frecuencia por climatólogos eminentes como Koeppen y Trewartha. Otros nombres ligados a la fenomenología climática de Chile son Lauer, Weischet y discípulos de éstos.

En 1960 se inicia el Proyecto Hidrometeorológico de Chile que respaldado por las Naciones Unidas, aumenta notablemente la red de observatorios y da impulso a las publicaciones. **Entre** és tas se cuentan: la "Climatología de Chile, Fascículo I" que in cluye valores normales para 36 estaciones seleccionadas para el período que va desde 1916 hasta 1945; "El clima de Chile" por el Dr. Inocencio Font a la sazón Jefe del Proyecto, y a tra vés de la Oficina Meteorológica de Chile, dos volúmenes de pluviometría.

Al mismo tiempo la Oficina Meteorológica de Chile publica algunos trabajos de **Pizarro** y Rivas acerca de la "Irregularidad de las precipitaciones en el Norte Chico" y "La influencia de los bosques sobre los climas".

Recientemente ha aparecido un interesante trabajo de H. Schneider sobre el "Clima del Norte Chico" y otro sobre la "Distribución de la radiación solar global sobre Chile" de **Dobosi** y **Ulriksen**.



5.- Instituciones que realizan estudios sobre el clima.-

Entre las instituciones que efectúan investigaciones sobre el clima de Chile destaca la Oficina Meteorológica de Chile (O.M.C.) que cuida de la publicación de Anuarios y centraliza la recolección de información. Ocasionalmente también publica trabajos de su personal. La Empresa Nacional de Electricidad (Endesa), a través de su División de Hidrología, mantiene algunas estaciones climatológicas y confecciona las estadísticas correspondientes.

La Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas también mantiene algunas estaciones climatológicas para fines específicos.

Entre las instituciones estatales que realizan trabajos de climatología se puede mencionar al Instituto de Recursos Naturales (IREN) y la Corporación de Fomento.

Entre las universidades cabe citar a la Universidad de Chile que realiza trabajos de climatología del Balance de Energía y de Radioclimatología a través del Departamento de Geofísica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. En el Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Educación de la misma Universidad también se efectúan trabajos esporádicos sobre el clima y en la Facultad de Veterinaria existe un grupo de Ecología que ha publicado en el tema.

Por su parte, la Universidad Católica de Chile a través del Instituto de Geografía y en combinación con la O.M.C. realiza investigaciones climatológicas. Otras universidades que recolectan datos e imprimen informes de ellos son la Universidad de Con



cepción y la Universidad Austral.

6.- Red de estaciones climatológicas.- La red nacional de observatorios climatológicos se caracteriza por una notable concentración de ellos en las regiones más pobladas. Las razones son obvias. En la lista de estaciones que sigue se las presenta en tres grupos. En la I Parte están aquellas estaciones que aparecen en los Anuarios de los últimos tres años, por lo que se las considera como actualmente en funcionamiento. En la II Parte se enumeran las estaciones que hasta este año pertenecen a ENDESA y cuyas estadísticas se encuentran en esa institución. Se trata de observatorios relativamente nuevos que en general no tienen más de seis años de registros. En la III Parte se han agregado estaciones que actualmente no están en operación, pero que en alguna época funcionaron por un período mayor de 10 años. Muchas de las estaciones incluidas en la I Parte tienen períodos breves de funcionamiento y por ello no se han incluido en el trabajo de clasificación climática que sigue.

#### LISTA DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS

ESTACION	LAT S	LONG W	ALT.s.n.m. m
I PARTE			
Arica	18 29	70 19	35
Iquique (Cavanha)	20 13	70 09	8
Iquique (Los Cóndores)	20 15	70 03	515
Pica	20 30	69 21	1280
Calama	22 28	68 55	2270
San Pedro de Atacama	22 55	68 11	2436
Antofagasta	23 28	70 26	122
Potrerrillos	26 20	70 37	2850
Chañaral	26 21	70 41	13
Caldera	27 03	70 51	14
Isla de Pascua	27 10	109 26	41



Copiapó	27 21	70 20	283
Vallenar	28 35	70 46	469
La Serena	29 54	71 15	139
Punta Tortuga	29 57	71 22	25
Ovalle	30 34	71 11	335
Los Vilos	31 55	71 32	38
Quintero	32 47	71 32	3
Cristo Redentor	32 50	70 07	3830
Montemar	32 57	71 33	12
Valparaíso			
(Punta Angeles)	33 01	71 39	41
El Belloto	33 03	71 24	121
Pudahuel	33 23	70 47	475
Santiago (Quinta Normal)	33 27	70 47	520
Santiago (Los Cerrillos)	33 30	70 42	506
Santiago (El Bosque)	33 34	70 41	580
Archipiélago Juan			
Fernández	33 37	78 50	6
Santo Domingo	33 38	71 80	70
San José de Maipo			
(Guayacán)	33 42	70 21	1060
El Teniente (Sewell)	34 05	70 23	2154
Rancagua	34 10	70 45	500
Parrón	34 16	70 40	692
San Fernando	34 35	71 00	350
Curicó	34 58	71 13	225
Constitución	35 20	72 26	7
Punta Carranza	35 36	72 38	30
Panimávida	35 45	71 24	197
Linares	35 52	71 34	156
Chillán	36 36	72 02	129
Punta Tumbes	36 37	73 06	100
Concepción (Carriel Sur)	36 46	73 04	10
Concepción			
(Hualpencillo)	36 47	73 07	9
Concepción (Universidad)	36 50	73 02	15
Concepción (Bellavista)	36 47	73 01	15
Isla Santa María	36 59	73 32	79
Los Angeles	37 26	72 22	139
Victoria	38 13	72 21	360
Isla Mocha	38 22	73 54	15
Lonquimay	38 26	71 15	926
Puerto Saavedra	38 46	73 24	5
Temuco	38 46	72 39	114
Pucón	39 16	71 58	230
Loncoche	39 33	72 38	111
Valdivia (Pichoy)	39 37	73 04	50
Valdivia (O.M.C.)	39 48	73 14	13



Valdivia (Isla Teja)	39 49	73 14	9
Osorno	40 35	73 09	24
Puerto Montt	41 28	72 56	110
Punta Corona	41 46	73 52	56
Ancud	41 54	73 48	11
Castro	42 29	73 48	55
Quellón	43 10	73 43	4
Futaleufú	43 12	71 52	330
Isla Guafo	43 34	74 45	140
Alto Palena	43 34	74 08	200
Río Cisnes	44 32	71 24	700
Puerto Aysén	45 24	72 42	10
Coyhaique	45 35	72 03	140
Balmaceda	45 54	71 43	520
Chile Chico	46 36	71 43	520
Cabo Raper	46 50	75 36	40
Isla San Pedro	47 43	75 55	22
Puerto Edén	49 08	74 25	6
Cerro Guido	50 55	72 30	815
Evangelistas	52 24	75 06	58
Punta Dúngenes	52 24	68 26	5
Punta Arenas (Chabunco)	52 29	70 58	34
Puerto Williams	55 02	68 06	8
Diego Ramírez	56 32	68 43	42

## II PARTE

Parinacota	18 12	69 16	4392
Murmuntane	18 22	69 34	3280
Molles de Bocatoma	30 45	70 26	2620
Quelentaro	34 02	71 35	260
Puente Arqueado	34 17	71 22	120
Armerillo	35 42	71 08	450
Laguna Invernada	35 44	70 47	1325
Polcura en Balseadero	37 19	71 32	740
Desagüe Lago Laja	37 22	71 22	1375
Ralco	37 53	71 37	550
Central Pullinque	39 35	72 13	145
Central Pilmaiquén	40 38	72 40	210
Antillanca	40 45	72 14	1100
Lago Chapo (Desagüe)	41 26	72 35	245
Colonia	47 20	72 51	105



## III PARTE

Refresco	25 19	69 52	1850
Taltal	25 25	70 34	39
Vicuña	30 02	70 44	610
Zapallar	32 32	71 30	30
Los Andes	32 50	70 36	816
Quillota	32 53	71 16	130
Cauquenes	35 58	72 20	142
Punta Lavapié	37 08	73 35	31
Angol	37 48	72 42	72
Contulmo	38 02	73 13	30
Traiguén	38 15	72 40	170
Puerto Dominguez	38 54	73 14	5
Punta Galera	40 02	73 44	40
Río Bueno	40 18	72 55	58
Melinka	43 54	73 46	5
Cabo San Isidro	53 47	70 58	
Puerto Bories	51 42	75 31	22
Isla Navarino	55 10	67 30	8

7.- Sistemas de clasificación climática aplicados a Chile.-

De los numerosos sistemas de clasificación de climas que existen, el de Koeppen es sin duda el más divulgado. Su facilidad de aplicación, objetividad y cómoda especificación lo ponen por encima de otros tal vez más racionales y más modernos. Esta clasificación ha sido modificada por diversos autores para adaptarla a determinadas condiciones locales, pero su esencia se mantiene inalterada. Para sus detalles se puede consultar por ejemplo: "Climatology" de Haurwitz y Austin, "Introduction to Climate" de Trewartha o "Climatología" de Koeppen.

Recientemente Mauro y Vidal (1970) han aplicado las clasificaciones de Thornthwaite a Chile y Schneider (1969) ha aplicado diversos criterios de aridez al Norte Chico. Sin embargo, para los efectos de la regionalización climática de Chile que sigue, se usará la clasificación de Koeppen con variantes menores.



Los climas de la parte continental del país se han agrupado en cuatro categorías:

Climas Aridos Subtropicales  
 Climas Templados-Cálidos con humedad suficiente  
 Climas Templados lluviosos  
 Climas de Hielo

Finalmente se agregan los Climas de las regiones de ultramar: Isla de Pascua, Archipiélago Juan Fernández y Territorio Antártico.

a) Climas Aridos Subtropicales.- Dentro de los climas áridos subtropicales existen diversos matices de humedad. En Chile la orografía y la latitud son las causas de esta gama. En forma bastante singular la orografía genera una diferenciación de occidente a oriente perpendicular a la de la latitud.

En el Norte Grande la orografía permite distinguir a partir de la costa: un clima desértico con nublados abundantes, luego un desierto de inusitado rigor que por efecto de la altitud va degenerando en un desierto marginal y una estepa. Hacia el Sur y por la costa, el clima desértico con nublados se transforma en una estepa de iguales características, en tanto que por el interior se encuentra un desierto marginal bajo y una estepa con humedades muy bajas.

Clima desértico con nublados abundantes (BWn).- Desde el límite norte del país hasta aproximadamente la latitud de 30°S por el litoral, se extiende una angosta faja de territorio cuya altitud es inferior a la



altura climática de la inversión de los alisios. Esta parte del país queda así sometida al dominio de una masa húmeda y bien mezclada aunque relativamente fría. El espesor vertical de esta capa de aire es del orden de los 1000 metros y presenta variaciones diarias, estacionales y latitudinales. Rutllant y Sippa (comunicación personal) dan en Antofagasta cifras de 1000 a 1200 metros para la mediana (con desviaciones standard de 250 a 350 metros), en Quintero la altura de la inversión ha disminuido a valores que fluctúan entre 600 metros para los meses cálidos y alrededor de 950 metros para los meses fríos. En Lima la altura de la inversión es ostensiblemente igual a la de Antofagasta. El cuadro general es pues una inversión cuya altura desciende hacia el Sur en forma más acusada durante el verano.

Convencionalmente tomaremos como valor climático de altura de la inversión los 1000 metros y por lo tanto aquellas partes de la costa con alturas menores estarán dentro del clima que nos ocupa. El valor fijado puede ser criticado, pero su alteración en algunas centenas de metros no altera el criterio meteorológico que separa el clima desértico con nublados abundantes del clima desértico propiamente tal y modifica en forma modesta el área ocupada por cada uno de ellos.

El reducido espesor de esta masa de aire y la extraordinaria estabilidad de la superpuesta limitan drásticamente los movimientos verticales impidiendo que la condensación de la humedad del aire pueda producir gotas de lluvia. Los movimientos turbulentos que se desarrollan en el seno de esta delgada masa de aire originan una capa de estratocumulos de algunas centenas de metros de espesor que cubren el litoral durante la noche y se retiran mar adentro en la mañana confirmando a la nubosidad un ciclo diario característico. La capa de nubes intersecta la orografía generando neblinas ocasionales en algunos sitios y frecuentes en



otros.

Para fijar ideas, en la Tabla I se presentan valores de la nubosidad a través del número de días por año en que los cielos se presentan cubiertos en menos de un 20% o más de un 80%, frecuencia de nieblas expresada también a través de los días que se manifiesta en el curso de un año típico y valor medio de la humedad relativa.

TABLA I

Estación	Latitud	Nubosidad		Niebla	Humedad
	°S	N < 2	N > 8		
Arica	18	37,5	77,3	0,5	72
Iquique	20	67,6	103,0	0,1	74
Pica		(220)	(32)		(30)
Ollagüe	21	(344)	(11)		(40)
Antofagasta	24	93,0	45,0	1,3	76
Refresco	25	309,5	4,8	2,2	39
Potrerrillos	26 $\frac{1}{2}$	263,7	16,0	1,6	28
Caldera	27	44,0	101,6	12,4	74
La Serena	30	74,3	113,8	28,8	78
Valparaíso	33	117,6	94,3	52,7	76
P. Carranza	35 $\frac{1}{2}$	119,8	102,9	60,8	84
P. Galera	40	55,0	151,7	49,0	86
I. Guafo	43 $\frac{1}{2}$	10,5	196,0	108,0	86
C. Raper	47	9,8	257,7	96,2	88
Evangelistas	52 $\frac{1}{2}$	3,5	291,0	24,6	82

Con la excepción de Antofagasta los días nublados son del orden de una centena (Arica, Iquique, Caldera) y las humedades



relativas promedian un 75%. Luego este clima se caracteriza por una alta humedad relativa, gran frecuencia de días nublados, carencia de lluvias y régimen térmico homogéneo, debido a la proximidad del mar en donde la presencia de la Corriente de Humboldt moderará aún más las temperaturas. Los vientos dominantes son del S y SW con alguna interferencia de brisa de mar y tierra.

Iquique es un buen exponente de este clima y será utilizado como ejemplo. En la Fig.(17) se muestra la marcha anual de la temperatura media mensual y de la suma de precipitaciones. Además en la parte central del cuadro se incluyen los valores de las amplitudes térmicas anual ( $\Delta Ta$ ) diaria media ( $\Delta Td$ ), días con nubosidad (N) mayor de 80% y menor de 20%, humedad relativa media (HR) y dirección dominante del viento. Se agregan los valores de temperatura media anual y de la suma anual de precipitación.

Este clima se presenta desde Arica a Caldera. En este desarrollo latitudinal las temperaturas atenuadas por las aguas frías costeras varían entre 18,7 y 16,1°C. Las amplitudes térmicas anuales son modestas, los 5,6° de Iquique se pueden considerar característicos. La nubosidad típica de este clima son los estratocumulos con bases alrededor de 800 m de altura, pero que descienden en la noche para elevarse en la madrugada retirándose simultáneamente hacia el interior del océano. En ocasiones este ciclo no se cumple y los cielos permanecen cubiertos durante el día, situación que se presenta de preferencia en los meses de invierno.

Dentro del cuadro general de nubosidades importantes, Antofa gasta es una excepción con solo 45 días de cielos cubiertos. La región de la península de Mejillones tiene, en este sentido, un comportamiento anormal. Al parecer existe allí una tendencia a



disipar la nubosidad más temprano por causas no precisadas.

Clima desértico normal (BW)..- Por encima del nivel de la inversión de los alisios, según nuestra convención sobre los 1000 m, domina la masa de aire seca y estable propia del anticiclón. Bajo su influencia se desarrolla el desierto en todo su vigor. Cielos claros, humedad relativa reducida (ver valores en la Tabla I para estaciones de Pica, Ollagua, Refresco y Potrerillos), y ausencia de precipitación caracterizan este clima.

La carencia casi absoluta de nubosidad deja vía libre a la radiación solar durante el día y a la emisión durante la noche, las temperaturas en consecuencia presentan un ciclo diario de amplitud importante. Refresco presenta  $17,3^{\circ}\text{C}$  en tanto que Iquique tenía solo  $6,5^{\circ}\text{C}$ .

La influencia directa del mar está impedida por la presencia constante de la inversión de los alisios. Sin embargo, no existe un contraste térmico estacional acusado, aunque la radiación global recibida fluctúa entre 600 y 300  $\text{cal}/\text{cm}^2$  día para los meses de Enero y Julio (Dobosi y Ulriksen, 1970).

Al igual que en la costa las modestísimas sumas de precipitación son producto de algunos temporales ciclónicos que logran alcanzar la región a intervalos de varios años y sin regularidad ninguna. Estos temporales lejos de producir algún beneficio provocan daños importantes con sus corrientes de barro y sus efectos generales sobre instalaciones y construcciones que no están diseñadas para estas eventualidades.

En este clima existen pocas estaciones climatológicas con buena serie de datos, Refresco con observaciones entre 1916 y



1933 es tal vez la mejor y la usaremos para tipificar este clima, Fig.(18).

Este clima se extiende por el centro del país hasta la latitud de Copiapó donde el aumento de las lluvias señala, por lo menos, una merma en el rigor del desierto. Por el Oriente es la altitud la que lo limita dando origen a un desierto marginal de altura.

Clima de desierto marginal de altura (BWH).- Al avanzar hacia el Este el nivel del terreno aumenta al aproximarnos a la Cordillera de los Andes, con lo cual se traspone la parte de la atmósfera más estable y seca del aire anticiclónico. Paralelamente el dominio de la alta presión va siendo reemplazado por una transición al dominio de la baja continental. De este modo al superarse los 3000 metros las condiciones de extraordinaria estabilidad atmosférica se han atenuado a tal punto de permitir una actividad convectiva que en los meses de verano y a las horas siguientes al medio día provoca el desarrollo de grandes masas de nubes que eventualmente precipitan. Esta precipitación convectiva se manifiesta claramente hasta la latitud  $24^{\circ}\text{S}$  sector más próximo a la baja continental. Sin embargo, a los  $28^{\circ}\text{S}$  hay algunos indicios de regímenes de precipitación estival a través de algunas observaciones de la Laguna del Negro Francisco. De la Fig.(15) es posible apreciar que la isoyeta de 50 mm sigue muy aproximadamente el nivel de 3000 m hasta el paralelo 23. Más al Sur se empieza a manifestar el régimen ciclónico de lluvias con un máximo en invierno, por ejemplo en Potrerillos. La región del Salar de Atacama parece señalar la separación de los regímenes estival e invernal. Así dentro de este desierto marginal uno puede distinguir dos sub-tipos uno al norte del paralelo 24 con un máximo de lluvias estival (o de otro modo con precipitaciones convectivas) y otro



al Sur con precipitaciones frontales y un máximo pluviométrico invernal. Las sumas anuales de precipitación en ambos regímenes aumentan hacia el Este y pronto alcanzan valores propios de la estepa.

Al interior de la provincia de Tarapacá la actividad con vectiva es notablemente mayor que en el resto de esta faja, sal vo las nacientes del río Loa, y en ella este clima se manifiesta a altitudes menores. En esta región la vegetación es modesta y aun no alcanza a formar una cubierta estacional preservando las características del desierto aunque suavizado. En las provincias de Antofagasta y Atacama la precipitación desarrolla una faja de pasto estacional.

Para representar este clima se ha elegido Murmuntane, Fig. (19), para el sector con régimen estival de precipitación y Potre rillos, Fig.(20), como una aproximación del régimen invernal.

Las temperaturas de estos climas son relativamente bajas debido a la altitud. Los dos regímenes pluviométricos se diferen cian también en la frecuencia y tipo de nubosidad. En el régimen estival la nubosidad presenta un marcado ciclo diario cúmuli forme que en general no cubre el cielo. En cambio en el régimen de llu vias invernales dominan los cielos claros y solo ocasionalmente con la visita de sistemas frontales el cielo se cubre con nubosi dad estratiforme.

Clima de estepa de altura (ETH)..- Al seguir remontando la Cordi llera, las precipitaciones con vectivas aumentan, pero simultáneamente las temperaturas descien den. Normalmente un suavizamiento de las condiciones desérticas debe originar un ambiente estepario, sin embargo, en el presente caso el descenso de la temperatura hace que al desierto suceda



una tundra de altura según los límites de la clasificación de Koeppen. Este fenómeno puede ser objetivizado por el análisis de los registros de Ollahue que la sitúan justamente en el límite del desierto y la tundra. No obstante, la vegetación típica de la alta cordillera al interior de la Provincia de Tarapacá y de una faja en la Provincia de Antofagasta es propia de un clima de estepa. Esta estepa no se extiende hacia el Sur porque el descenso de la temperatura limita el desarrollo vegetal. Este clima puede ser ejemplificado por Parinacota, Fig.(21) a casi 4400 m de altura sobre el nivel del mar. A estas elevaciones es de esperar que la amplitud térmica diaria sea importante, con noches muy frías.

Clima desértico marginal bajo (BWh)..- El aumento de la precipitación hacia el Sur debido a la visita de algunos sistemas frontales da 22 mm anuales para Copiapó y 50 mm para Vallenar un poco más al Sur. Si bien es poca esta suma dulcifica algo el rigor del desierto.

Al mismo tiempo la orografía costera cambia de orientación y la masa de aire húmedo y con nublados frecuentes ubicada por debajo de la inversión de los alisios tiene posibilidades de penetrar al interior por los Valles Transversales. De este modo Copiapó y Vallenar situados a 30 y 20 km del mar, presentan una alta frecuencia de nublados matinales.

La precipitación y la influencia de la masa de aire húmedo permiten la existencia de alguna vegetación de matorral rastrero, que marca una diferencia con la aridez absoluta del Norte Grande.

Sin embargo, la frecuencia de cielos nublados y la influencia marítima no es una tónica general ya que los terrenos eleva



dos no están afectados por ellas.

Hacia la Cordillera de los Andes las precipitaciones aumentan alcanzando los 150 mm, circunstancia que permite algunos cursos permanentes hacia el mar.

Vallenar, ubicada en el Valle del río Huasco puede citarse como ejemplo de este clima. Fig.(22).

El régimen térmico presenta temperaturas mínimas moderadas por la influencia marítima nocturna y la cobertura nubosa, y temperaturas máximas relativamente elevadas por la libre exposición diurna a la radiación solar.

Este clima alcanza hasta aproximadamente los 31°S donde los montos de la precipitación, 200 mm, dan origen a la estepa.

Clima de estepa con nubosidad abundante (BSn).- Por el litoral el desierto da cabida a la estepa a partir de Tongoy donde precipitan 150 mm al año. Como en el litoral norte, existe una alta frecuencia de días nublados y la nubosidad presenta la misma fluctuación diaria característica. Este clima se extiende por la costa hasta Zapallar aproximadamente y penetra hacia el interior por los valles. Así, por ejemplo, en Vicuña y Ovalle se reconoce la influencia marítima con frecuentes cielos cubiertos en las mañanas.

En este sector de la costa la base de la capa de estratocu mulos se presenta muy baja y al alcanzar el suelo ocasiona las frecuentes neblinas costeras. En lugares señalados la humedad aportada por las neblinas origina asociaciones boscosas, como en Fray Jorge y Talinay, situación sorprendente considerando que su



cede en el límite del desierto. Los requerimientos de agua de estos bosques han sido estimados en más de 1000 mm por año lo que habla de la frecuencia de las neblinas y nubosidad baja. Para representar este clima, por aproximación geográfica, a falta de una estación dentro del clima mismo se usará La Serena, Fig.(23). Al respecto vale la pena mencionar que los vientos en esta región son del SW como lo muestran los registros de Punta Tortuga, la componente dominante de La Serena parece deberse a una mala exposición del instrumento o un efecto muy local. Las estaciones más al interior muestran como diferencia fundamental con las costeras una oscilación diaria del termómetro más marcada y vientos dominados por el relieve.

Clima de estepa con gran sequedad atmosférica (BSk).- Al lado de la estepa con nublados abundantes, cuando el relieve se eleva por encima del nivel de la inversión térmica, existe otra estepa con cielos predominantemente despejados y humedades relativas bajas. Esta estepa se inicia algo al sur de Ovalle y se extiende por el centro del país hasta algo al norte de Santiago. Es posible ejemplificarlo a través de Los Andes, Fig.(24), aunque esta estación presenta valores climáticos que la ubican en el límite entre los climas áridos y los con humedad suficiente. Las precipitaciones son levemente superiores sino iguales a las del clima anterior, así también las temperaturas medias, pero las oscilaciones térmicas son mayores en especial la diaria.

b) Climas templados-cálidos con lluvia suficiente.- Al Sur de los climas áridos subtropicales se extienden los climas templados-cálidos con lluvia suficiente. En esta terminología el calificativo suficiente se refiere al período anual globalmente y no excluye la posibilidad de algún período seco o con deficiencia de humedad de



tro de él. Precisamente es la ubicación e intensidad del período seco el criterio que permite hacer diferencias entre las variedades de este clima. Para el caso de Chile la estación seca se ubica en los meses de verano debido a la interacción entre el Anticiclón Subtropical y el Régimen de los Oestes. La duración de esta estación seca puede ser muy variable y en general disminuye de Norte a Sur y de Oeste a Este. Este clima se ha subdividido según el número de meses que la constituyen: de 8 a 7 meses secos, de 6 a 4 y menos de cuatro. Dentro de la primera subdivisión se ha diferenciado entre el clima costero y el del interior, en una última prolongación del criterio usado en los desiertos y las estepas.

Clima templado-cálido con lluvias invernales, estación seca prolongada (8 a 7 meses) y gran nubosidad.(Csbm).- Este clima que

se extiende por

el litoral desde Zapallar hasta una latitud difícil de definir con precisión, pero alrededor de 35°S, se diferencia del clima del interior solo en los aspectos que la cercanía del mar determina. Abarca las últimas regiones costeras donde la nubosidad típica del Anticiclón se hace sentir con cierta persistencia. Este hecho se puede comprobar por ejemplo en los registros de Valparaíso que si bien señalan una nubosidad, en absoluto más marcada que otras estaciones de su periferia, muestran una oscilación diaria típica del régimen anticiclónico, en particular en los meses de verano cuando la cobertura de cielo de origen frontal es menos frecuente. Así por ejemplo, en Enero, Febrero y Marzo las nubosidades medias a las 7, 13 y 18 horas dan 5,5, 3,8 y 2,6 decimos de cielo cubierto. En cambio en Punta Carranza las cifras análogas dan 4,2, 3,2 y 3,1. Para ejemplificar este clima se ha usado Valparaíso, Fig.(25). La proximidad del mar también modera los contrastes térmicos que en Valparaíso son de 6,4 para la amplitud anual y 8,3 para la diaria.



Clima templado-cálido con lluvias invernales y estación seca prolongada (8 a 7 meses).-(Csb1).- Las características de este clima **son similares a las del** anterior, como se puede apreciar de las Figs.(25) y (26) que muestran estaciones representativas. Así la temperatura media de ellas es prácticamente la misma, pero el régimen termométrico de Valparaíso está marcado por la proximidad del mar en tanto que en Santiago la amplitud de temperatura anual dobla a la de Valparaíso, la amplitud diaria también es notablemente mayor. En esta región el clima mediterráneo se desarrolla con todas sus características: precipitación concentrada en los meses de invierno y una estación muy seca producida por un dominio anticlónico ininterrumpido. La precipitación proviene de la visita de algunos sistemas frontales. Los vientos dominantes son del SW y en el Valle Central se **caracterizar** por una alta frecuencia de calmas originándose condiciones en extremo favorables para la acumulación de polutantes atmosféricos. Esto no ocurre en el litoral donde se presentan algunos temporales de viento muy intensos conocidos como "surazos" y donde las brisas de mar y tierra **proveen** una renovación del aire.

Clima templado-cálido con estación seca de 5 a 4 meses.(Csb2).-

Este clima se presenta en una faja de territorio orientada desde el NE al SW. Nuevamente se podría diferenciar las regiones litorales con las del Valle Central por el régimen termométrico. En la Costa las amplitudes anual y diaria son modestas como lo señalan los valores de Punta Carranza, Fig.(27), 4,8 y 6,4 respectivamente, en tanto que en Talca sus homólogos son 13,6 y 14,3. Sin embargo, la nubosidad anticiclónica alcanza la costa solo excepcionalmente.



El viento dominante es Sur y su continuidad se hace más notoria en los meses de verano cuando las perturbaciones son in frecuentes. Las precipitaciones alcanzan valores superiores a los 700 mm y continúan mostrando un régimen mediterráneo con una estación seca bien definida.

Clima templado-cálido con estación seca corta (menos de 4 meses).-

(Csb3).- Los climas templados cálidos con lluvia suficiente terminan por el Sur alrededor del paralelo 38 donde ya no se puede hablar de meses secos (con precipitación menor de 30 mm). El límite austral es algo tortuoso debido a la presencia de la Cordillera de Nahuelbuta que llega a ocasionar una isla climática en las proximidades de Angol. La influencia del elemento orográfico en esta zona es tal vez más marcado que en el resto del país. En las cumbres de la Cordillera se señalan pluviosidades de 3000 mm en tanto que a sotavento se presentan valores de 1200 mm. La vegetación también refleja este hecho, a los bosques de barlovento suceden pastizales tras el cordón montañoso. Traiguén nos servirá para ilustrar este clima, Fig.(28). Es posible apreciar como la precipitación de los meses estivales ha aumentado limitando el período de sequía. El régimen térmico no ha sufrido más alteración que la debida a su distancia al mar.

c) Climas templados lluviosos.- Trasponiendo el límite de los climas templados con lluvia suficiente se entra en el dominio de los templados lluviosos que cubren el resto del territorio continental. Dentro de este grupo el primer factor de diferenciación será la distribución de la precipitación en el año. De este modo distinguiremos primero un clima templado lluvioso con influencia mediterránea y luego uno en que el máximo invernal de precipitación está menos definido, el clima templado frío de costa occidental. Siguiendo por el lito



ral hacia el Sur las bajas temperaturas se presentan como un factor determinante condicionando la presencia de una tundra isotérmica. La región andina y transandina con una suma de precipitación mucho menor que el lado a barlovento tenderá a generar una estepa.

Clima templado lluvioso con influencia mediterránea.-(Cfsb).-

Este clima que sucede a los templados con lluvia suficiente se extiende hasta la Isla Guafo por el litoral, hasta Puerto Montt por el Valle Central y hasta Alto Palena por la región andina. Aunque en estos climas la altura pluviométrica es notablemente menor en los meses de verano, no se puede hablar con propiedad de una estación seca. Así por ejemplo, en Valdivia las precipitaciones en Enero y Febrero suman 64,6 y 68,9 respectivamente, en tanto que en Junio y Julio alcanzan a 415,9 y 368,2 mm. Para ilustrar este clima se ha elegido justamente Valdivia, Fig.(29), que termométricamente no presenta mayor diferencia con, por ejemplo, Temuco o Traiguén. Sin embargo, la suma de agua se ha duplicado. El viento muestra direcciones dominantes del Oeste y Sur en los meses de verano y del Norte en invierno.

La inflexión del límite Sur de este clima ha sido dibujada sobre la base de las pocas observaciones que se tienen de Alto Palena y debe ser considerada como tentativa.

Clima templado frío de costa occidental con máximo invernal de lluvias.-(Cfb).- Este clima abarca una extensa región del sector insular chileno. En términos aproximados desde 43 a 52°S. Sin embargo, dentro de esta extensión es posible distinguir dos áreas según el máximo invernal de precipitación se presente o no. La transición se produce en las cerca



nías del Golfo de Penas (47°S). Dado lo subido de las sumas mensuales de precipitación esta diferenciación no tiene importancia geográfica y resulta un tanto académica. Ilustrarán este tipo de clima Puerto Aysén y San Pedro, Figs.(30) y (31), la primera en el fondo de un fiordo y la segunda en el borde sur del Golfo de Penas. Los regímenes pluviométricos muestran en el caso de Puerto Aysén un máximo irregular **centrado** en los meses de invierno **en tanto** que en San Pedro la distribución anual es mucho más homogénea aunque se puede advertir una tendencia a un descenso en la primavera; **este rasgo** es típico de las estaciones del extremo sur. Además esta última estación se encuentra en las regiones más lluviosas del continente, su suma anual de 4266 mm no deja de ser impresionante.

En el régimen térmico se hace sentir la proximidad del océano en San Pedro con una amplitud térmica anual de casi seis grados, frente a casi diez de Puerto Aysén. El viento de esta estación no es representativo ya que su ubicación la deja afectada por la orografía local condicionando incluso una alta frecuencia de calmas. San Pedro en tanto si bien muestra una dirección dominante SW, dominan en verano los vientos del W y en invierno los del N. Esta región se caracteriza además por la fuerza del viento que se transforma en el limitante más energético de la vida. Aunque San Pedro no está expuesta al W anota 35,4 días con viento superior a 60 km/h.

Este clima se extiende hacia el Sur por el litoral hasta que las temperaturas descienden lo suficiente para definir un clima de tundra, lo que sucede alrededor de los 52°S.

Clima de tundra.- (ETx).- La primera estación litoral que manifiesta un régimen térmico de tundra



es Evangelistas (Fig.32) a la entrada del Estrecho de Magallanes. El límite oriental de este clima queda por otra parte definido por las estaciones de Cabo San Isidro e Isla Navarino que poseen valores muy próximos al límite. Este clima como los anteriores muestra una precipitación distribuida muy homogéneamente en el año. La suma anual es menor que en San Pedro. El régimen térmico también es bastante parejo debido a la presencia del mar.

Dominan en forma amplia los días nublados: así se observan casi 300 días con más de 8/10 y solo 3,5 días despejados. La velocidad del viento logra valores muy altos; existen 69 días en que su fuerza supera los 60 Km/h y 183 con velocidades mayores de 40 Km/h. La dirección dominante del viento es del NW, pero en los meses de invierno se alternan con la SW.

#### Clima continental transandino con degeneración esteparia.(Cfc).-

En aquellas latitudes en que Chile logra un desarrollo transandino se produce la concurrencia de valores modestos de la precipitación con regímenes de distribución anual muy homogénea y temperaturas bajas, originándose un clima frío con humedad suficiente que se aproxima al de una estepa. Este clima se desarrolla entre 44 y 49°S y entre 52°S y el extremo del país. En la primera región las precipitaciones alcanzan valores del orden de 1000 mm en Coyhaique con un máximo entre Abril y Agosto y un mínimo absoluto en Octubre. Las temperaturas de la misma localidad promedian 9°C con una amplitud anual del 13,0°C y una diaria de 10,5°C, valores desconocidos en la vertiente occidental de los Andes.

Para ilustrar la región al Sur de 52°S usaremos Punta Arenas, Fig.(33). Es notable la diferencia de precipitación entre esta estación y Coyhaique. La amplitud térmica anual es algo me



nor, 9°C. La distribución de la precipitación es muy pareja aunque el mínimo absoluto vuelve a presentarse en Octubre.

Clima de estepa fría.- (BSk).- Al avanzar hacia el Atlántico la aridez ya insinuada en el clima anterior se hace más marcada y en Puerto Bories, por ejemplo, ya se manifiesta una transición a la estepa. En la entrada del Estrecho de Magallanes por el Este se encuentra Punta Dúngenés que nos servirá para ilustrar este clima, Fig.(34). Con los valores del período 1916-45 esta estación se clasifica dentro de la estepa, sin embargo, con valores de 1931-60 aparece como clima con humedad suficiente (Cfc). En todo caso su situación es marginal. Su precipitación para el primer período es de 247 mm valor proprio de las estepas. La distribución anual de ella es análoga a la de Punta Arenas solo que la disminución de marzo a octubre está mucho mejor definida. Análogamente la termometría de estas dos estaciones es muy parecida.

d) Climas de hielo.-

Clima de hielo por efecto de altura.- (EFH).- Es difícil de finir las extensiones en que domina este clima. Un índice indirecto puede ser la línea de las nieves eternas. Las fotografías de satélites muestran que al norte de 38°S no existen campos de hielo que perduren y que tengan una magnitud apreciable desde la altura de un satélite artificial. Al sur de Puerto Montt se presentan las acumulaciones de hielo y que deben ser regiones donde domina este clima. Sin embargo, la relación entre las nieves eternas y el clima en cuestión no es muy directa. El clima está definido por lugares en donde la temperatura del mes más cálido del año es inferior a 0°C y las nieves pueden estar ausentes debido a una escasez de precipitación, aunque se cumpla el requisito térmico.



Aparte de la dificultad que se presenta en la limitación de las áreas con este clima conocemos muy poco de sus características.

### Climas de Territorios de Ultramar.-

Isla de Pascua.- (Afa).- Situada a  $109^{\circ}\text{W}$  y  $27^{\circ}\text{S}$  a unas 2000 millas de Caldera, presenta un clima que oscila entre un templado con humedad suficiente y un clima tropical (Afa). Si se considera la información 1931-60 se clasifica como un clima tropical con precipitación regularmente distribuida dentro del año. Su régimen térmico muestra toda la influencia del océano: meses extremos retrasados y una modesta oposición térmica, Fig.(35).

Por su latitud debe dominar un régimen anticiclónico, solo que debido a su ubicación recibe la influencia de su borde occidental donde no existe una estabilidad atmosférica que inhiba la convección. Su precipitación debe **ser pues** de origen convectivo, en particular en verano. En invierno la visita de algunos sistemas depresionarios traen consigo precipitación de origen frontal.

La carencia de asociaciones arbóreas típicas se debe a un problema de suelo y no es un efecto del clima.

Archipiélago Juan Fernández.- (Csb2).- Ubicada a  $33^{\circ}37'\text{S}$  y  $78^{\circ}52'\text{W}$  se encuentra sometida al régimen de alternancia de condiciones anticiclónicas ininterrumpidas en verano y la visita de sistemas depresionarios relativamente frecuentes en invierno. Sus 922 mm se distribuyen así con un máximo invernal y una estación seca que dura 4 meses, Fig.(36).



Al igual que Pascua su termometría muestra la influencia marítima en todo su rigor: los meses de temperaturas extremas son Febrero y Agosto-Septiembre, además las amplitudes anual y diaria tienen valores modestos.

Territorio Antártico.- En las Figs.(1) y (2) aparecen los campos de presión a nivel del mar para los meses de Enero y Julio sobre la Península Antártica. ~~Se~~ se ha comentado que la diferencia más notable entre ellos es el desplazamiento de la vaguada circumpolar hacia el Sur en los meses de invierno. En verano la orientación de las isobaras en el extremo sur del continente americano tiende a ser WSW en tanto que en invierno es zonal. En cuanto a la variación meridional de la presión ésta resulta ser máxima en los meses de primavera.

El viento medido en las bases ubicadas en el Territorio Antártico en general carece de representatividad ya que la influencia de la orografía local afecta los valores de su velocidad y dirección. Su influencia puede alterar las mediciones de maneras en extremo opuestas si la ubicación de la estación es al pie de montañas o glaciares. Puede darse el caso que cerca del suelo existan vientos extremadamente fuertes y calma en la atmósfera libre o bien medirse calmas cerca del suelo y presentarse vientos enérgicos a alguna altura. Los vientos catabáticos, vientos muy veloces pero que solo ocupan una delgada capa de aire próxima al suelo, son los fenómenos locales que hacen más complicada la interpretación de observaciones de superficie. Así por ejemplo, en la costa occidental de la península es de esperar que existan vientos catabáticos locales del E y en la costa oriental vientos similares del W que oscurecerán el análisis general.

La pronunciada orografía de la Península Antártica tiene



una profunda influencia sobre el régimen térmico. Al W de la Península domina un régimen marítimo en tanto que en la Costa del Mar de Weddell se manifiesta una continentalidad derivada de la cobertura helada del océano. En estas latitudes el tipo de clima está totalmente determinado por los valores de la temperatura. El extremo norte de la península queda bajo el dominio de los climas de tundra y a partir de la ubicación de la isoterma cero en Enero, que se considera en primera aproximación el mes más cálido, se puede hablar de un clima de hielo polar (EF). Las variaciones de la temperatura en estas regiones presenta algunas características muy particulares. Desde luego el ciclo diario del termómetro prácticamente no existe. Por encima de las fluctuaciones debidas al ciclo diario de radiación solar dominan aquellas provocadas por un cambio de masa de aire o un cambio en el estado del ciclo.

Por otra parte el invierno no muestra un mes más frío que el resto en forma definida (invierno sin núcleo).

La nubosidad en la Antártica alcanza un máximo en la zona del Canal de Drake y disminuye hacia el interior del continente. En el extremo norte de la península alcanza valores muy altos que permanecen durante todo el año. En términos generales la nubosidad media mensual nunca es menor de seis octavos y en los meses de verano supera los 7/8. Esta cobertura casi completa del cielo en su mayor parte es de nubes bajas que impiden observar la nubosidad superior. Las precipitaciones en la Península Antártica son difíciles de determinar primero porque en su gran mayoría son sólidas y se producen con vientos fuertes que hacen difícil una medida representativa con los métodos tradicionales y segundo porque es difícil diferenciar lo que es realmente precipitación de la nieve levantada por el viento. Las mediciones efectuadas se



deben considerar en forma cautelosa y arrojan valores de 400 y 1000 mm para estaciones en la Península.



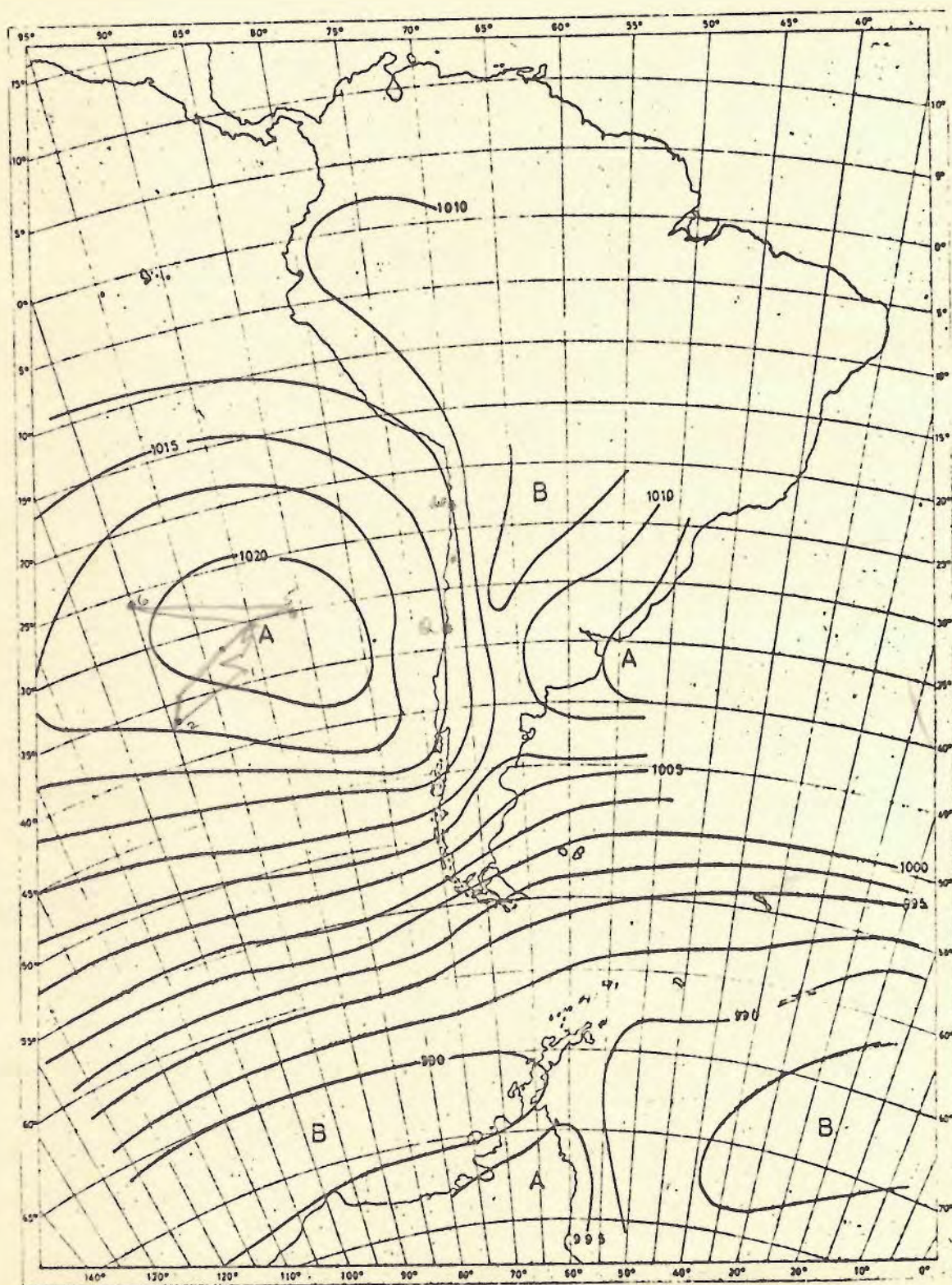


Fig.1. Distribución de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de Enero.



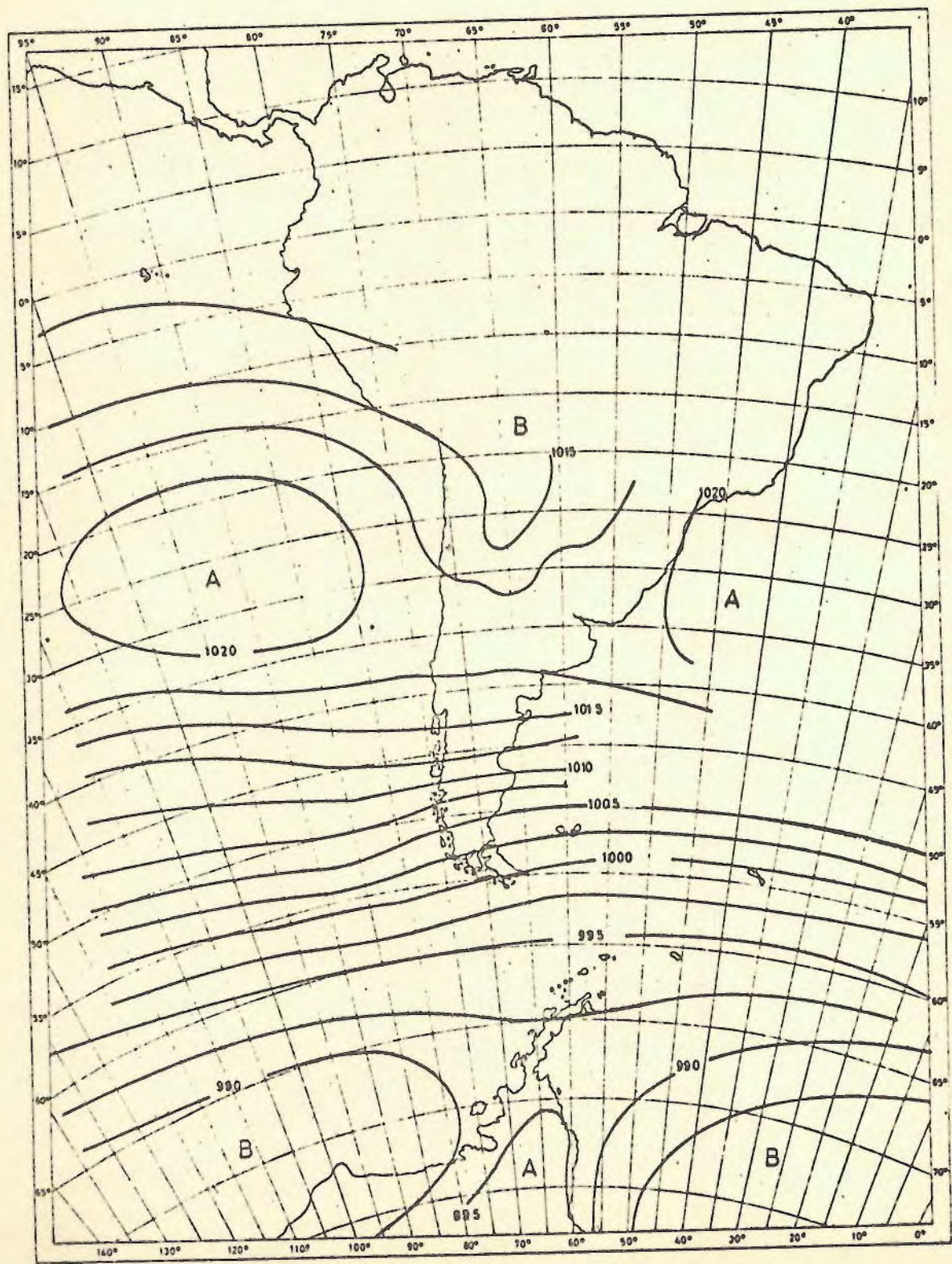


Fig.2. Distribución de la presión atmosférica reducida al nivel del mar para el mes de Julio.



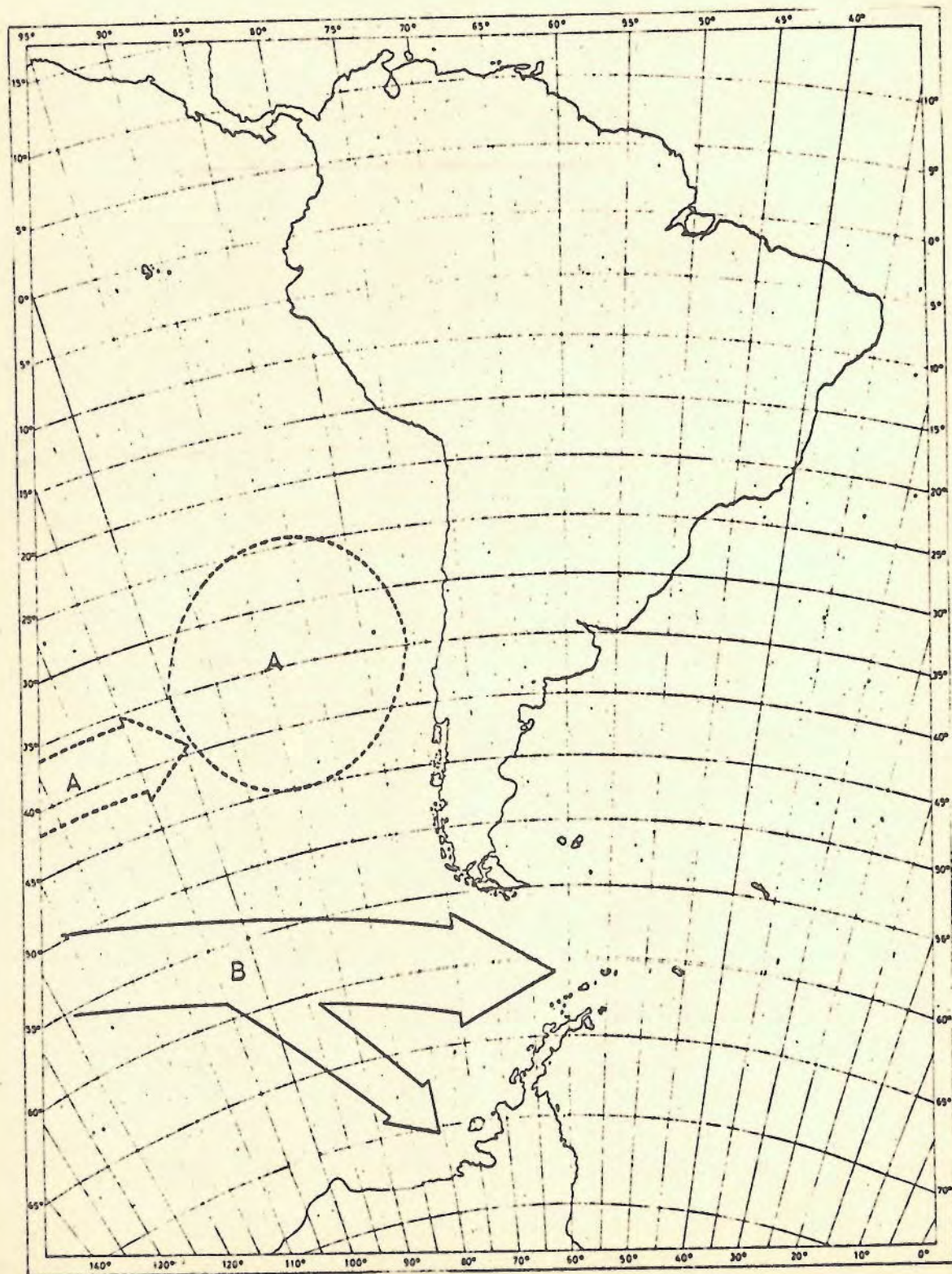


Fig.3. Trayectorias típicas de los sistemas migratorios en Enero.



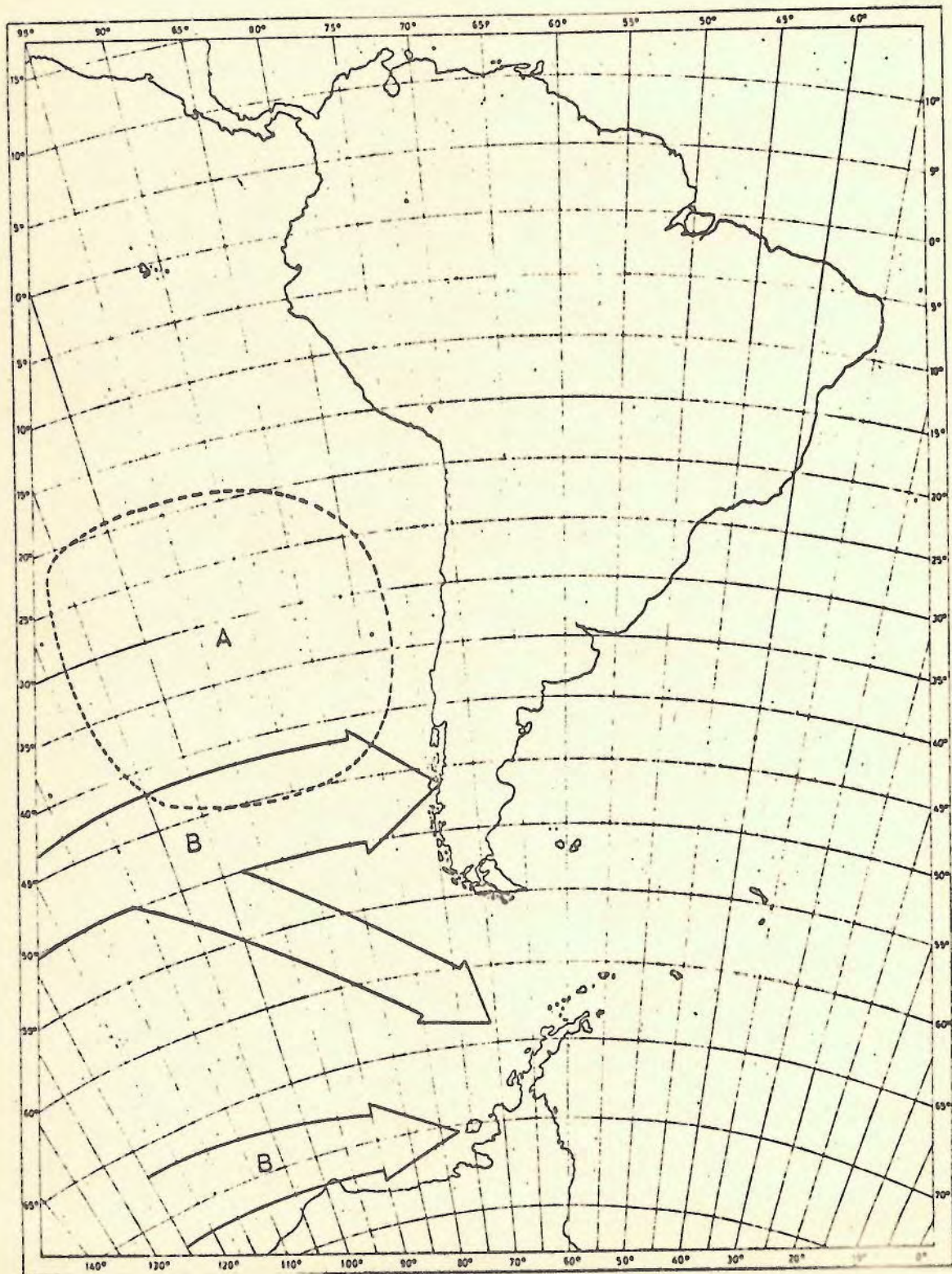


Fig.4. Trayectorias típicas de los sistemas migratorios en Julio.



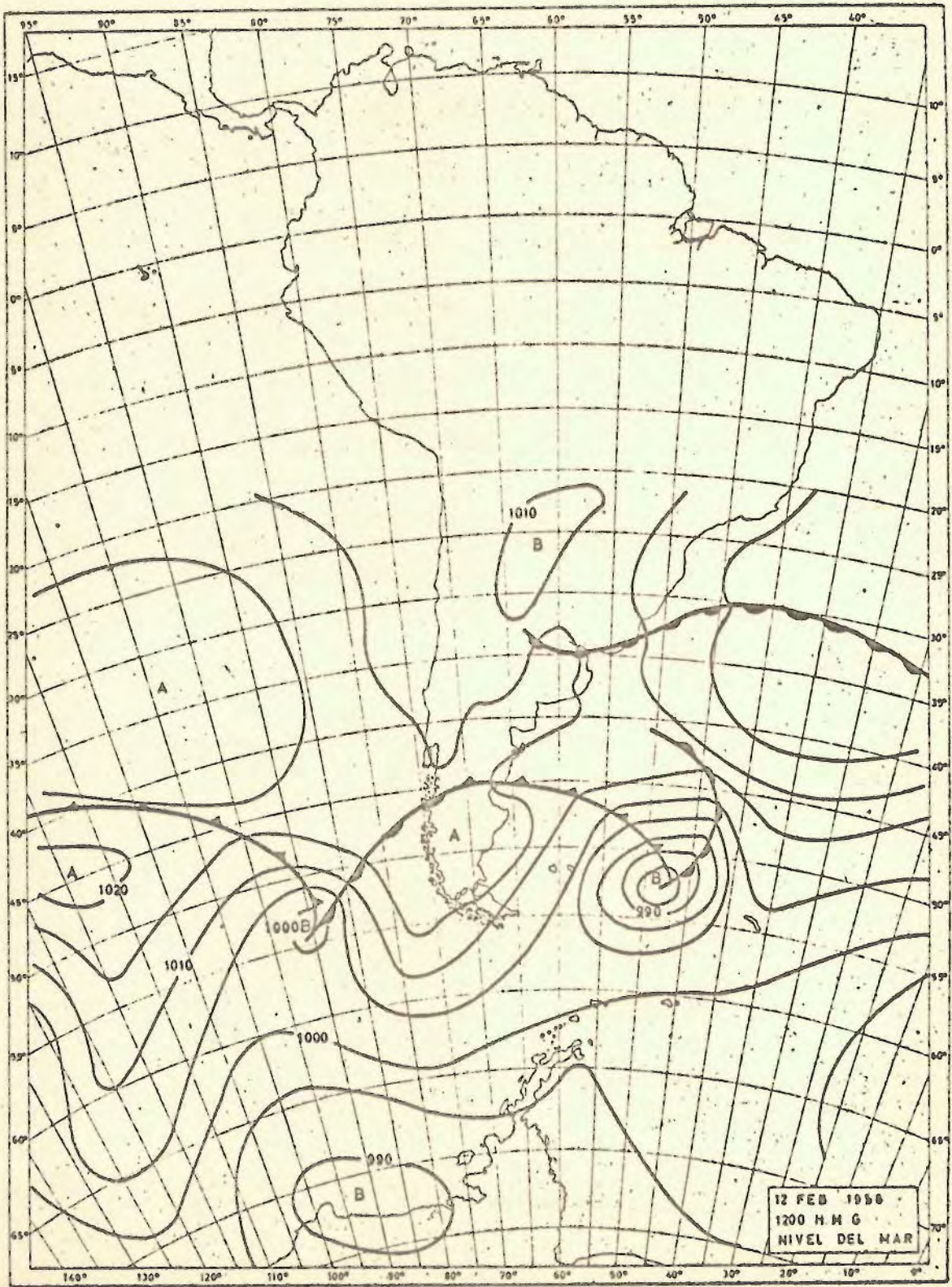


Fig.5. Situación sinóptica típica de verano.



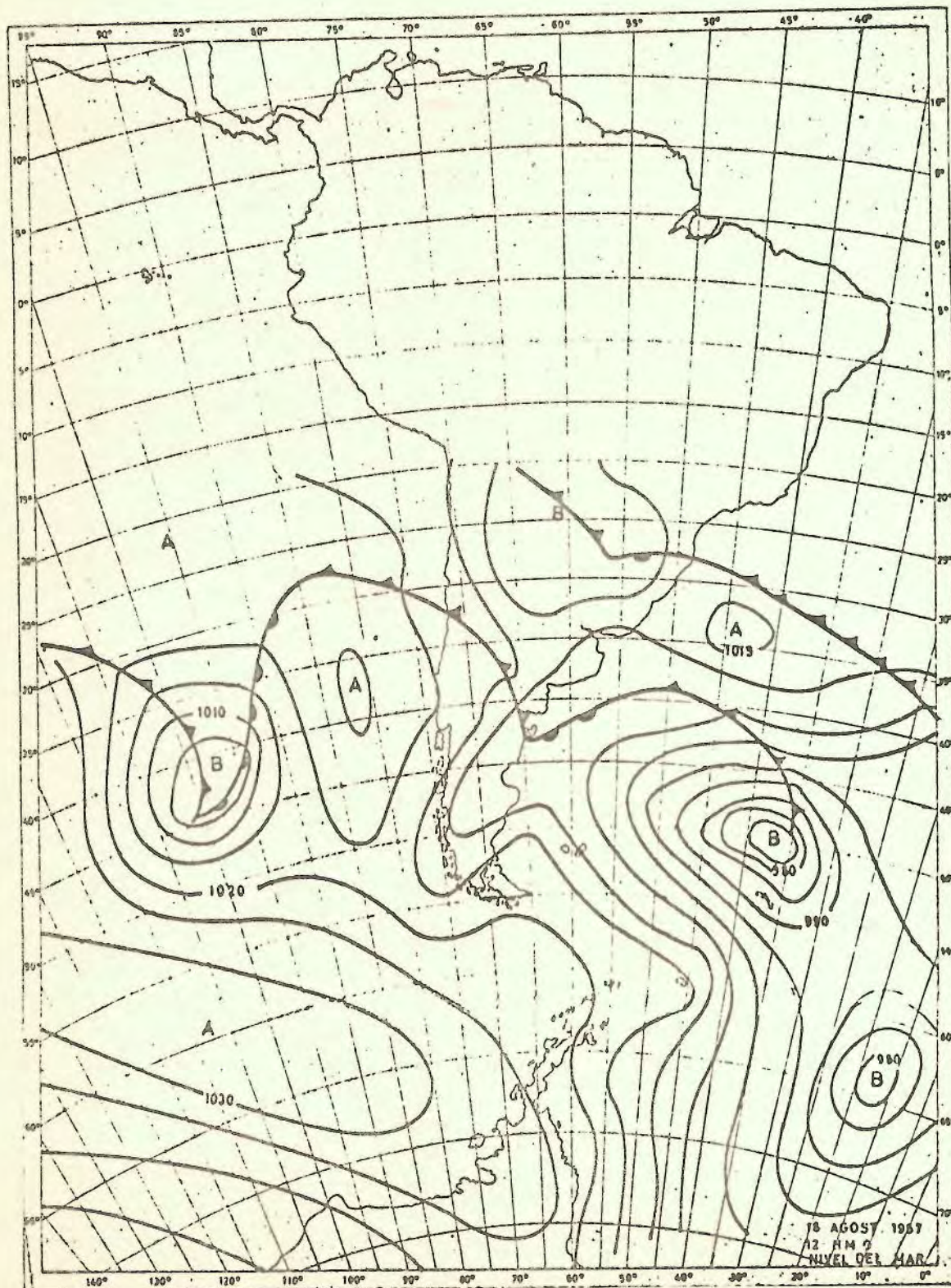


Fig.6. Situación sinóptica típica de invierno.



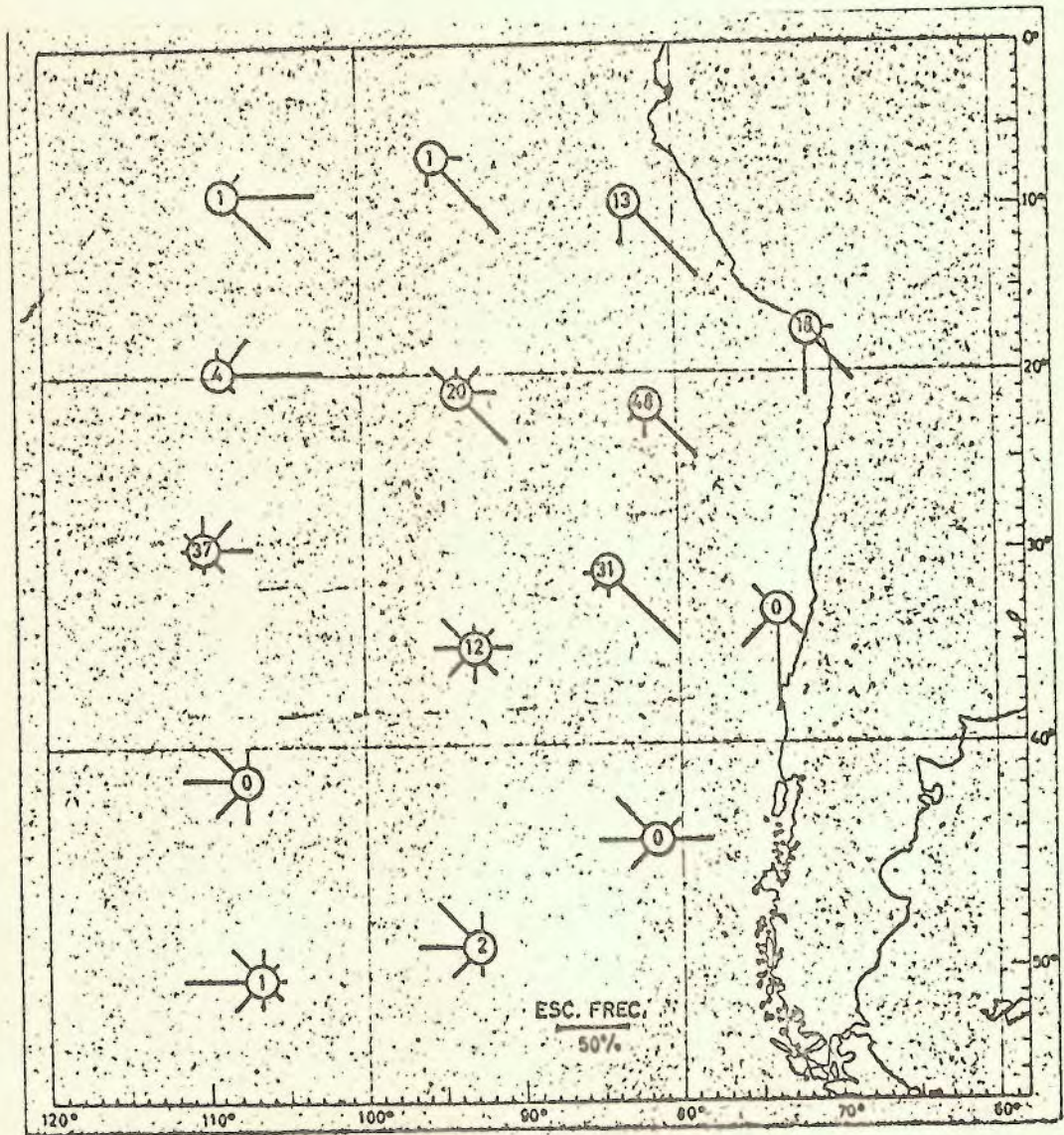


Fig. 7. Rosas de viento del área oceánica en el mes de Enero.



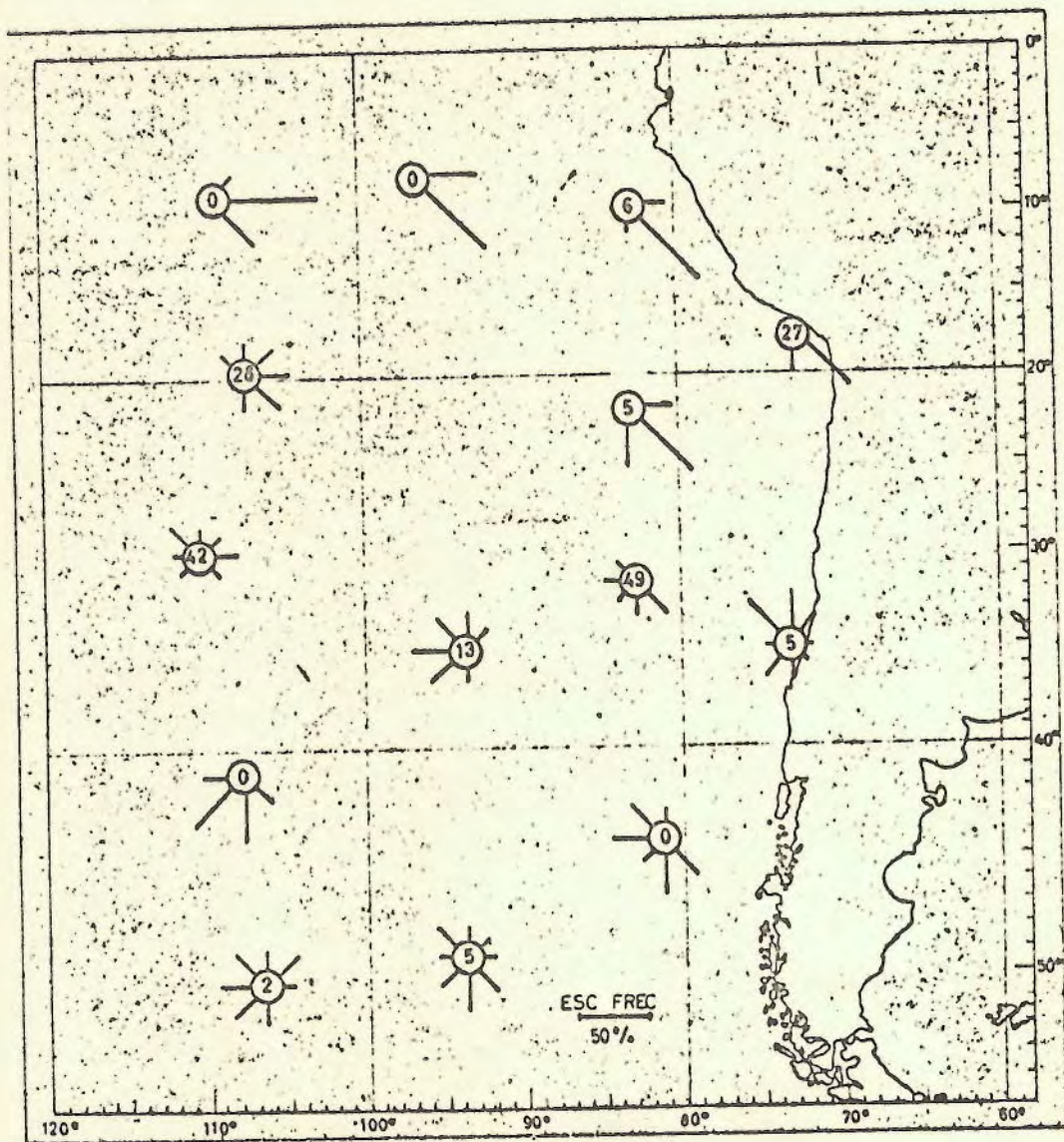


Fig. 8. Rosas de viento del área oceánica en el mes de Julio.



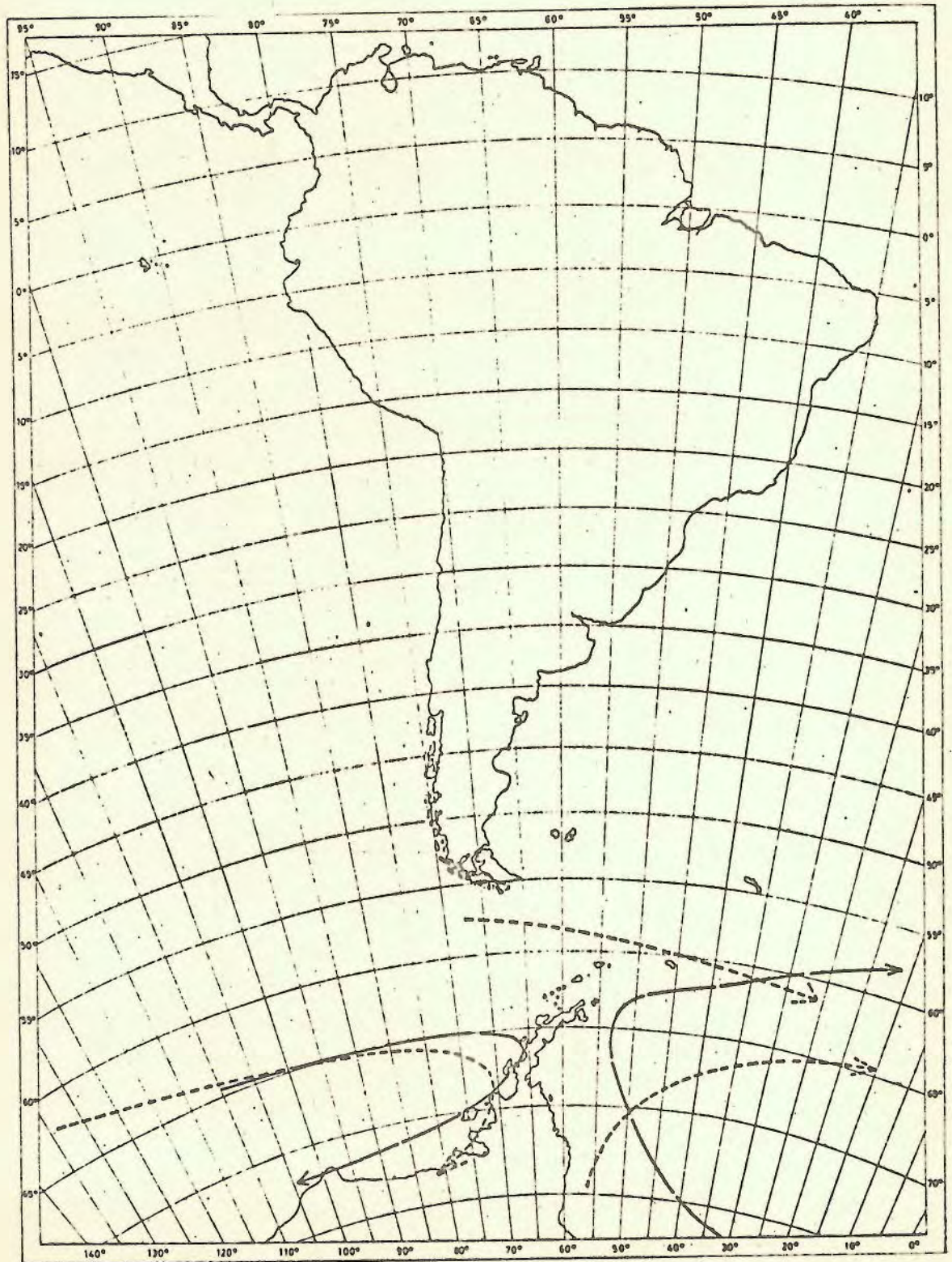


Fig.9. Circulaciones dominantes en el Territorio Antártico.  
 Enero: línea continua  
 Julio: línea de trazos



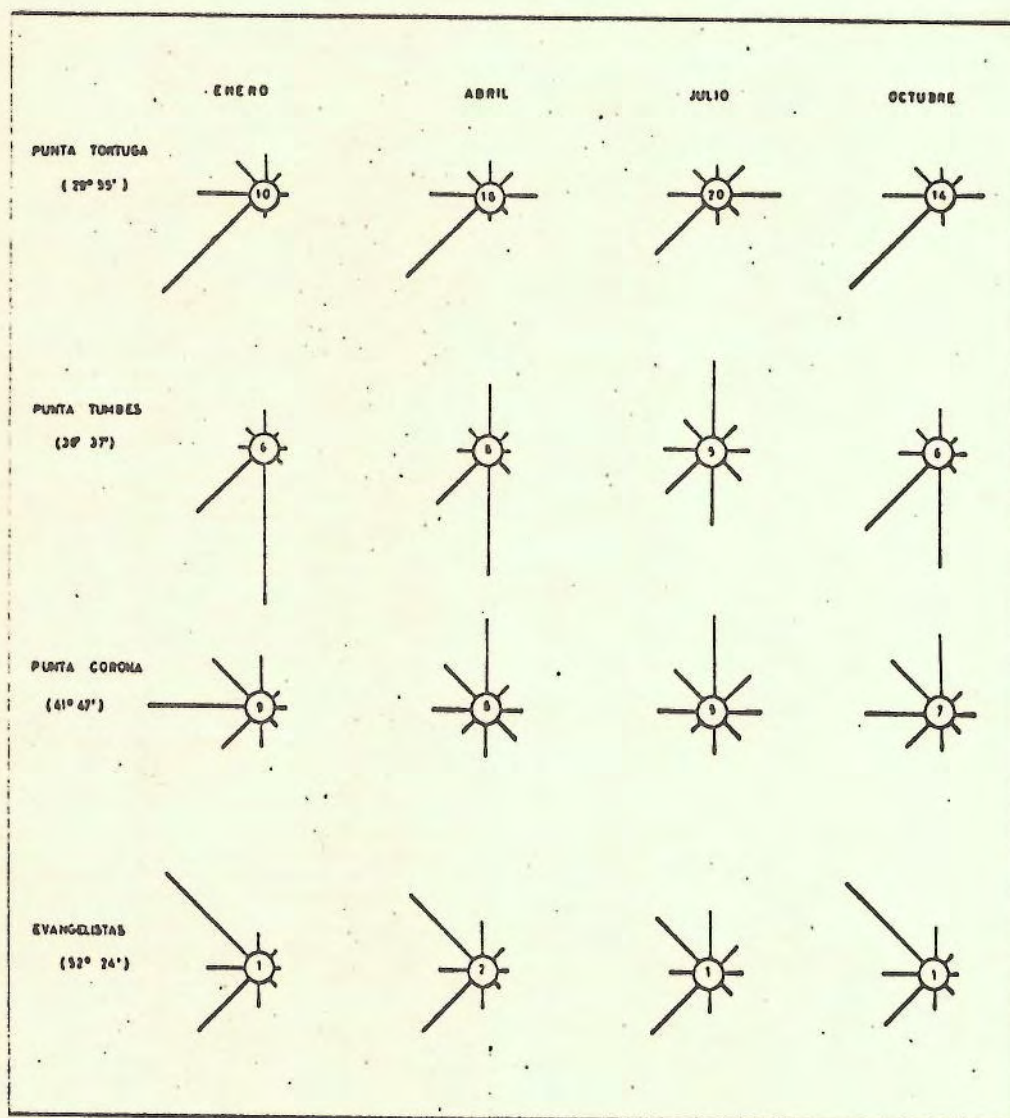


Fig.10. Rosas de viento de estaciones costeras.



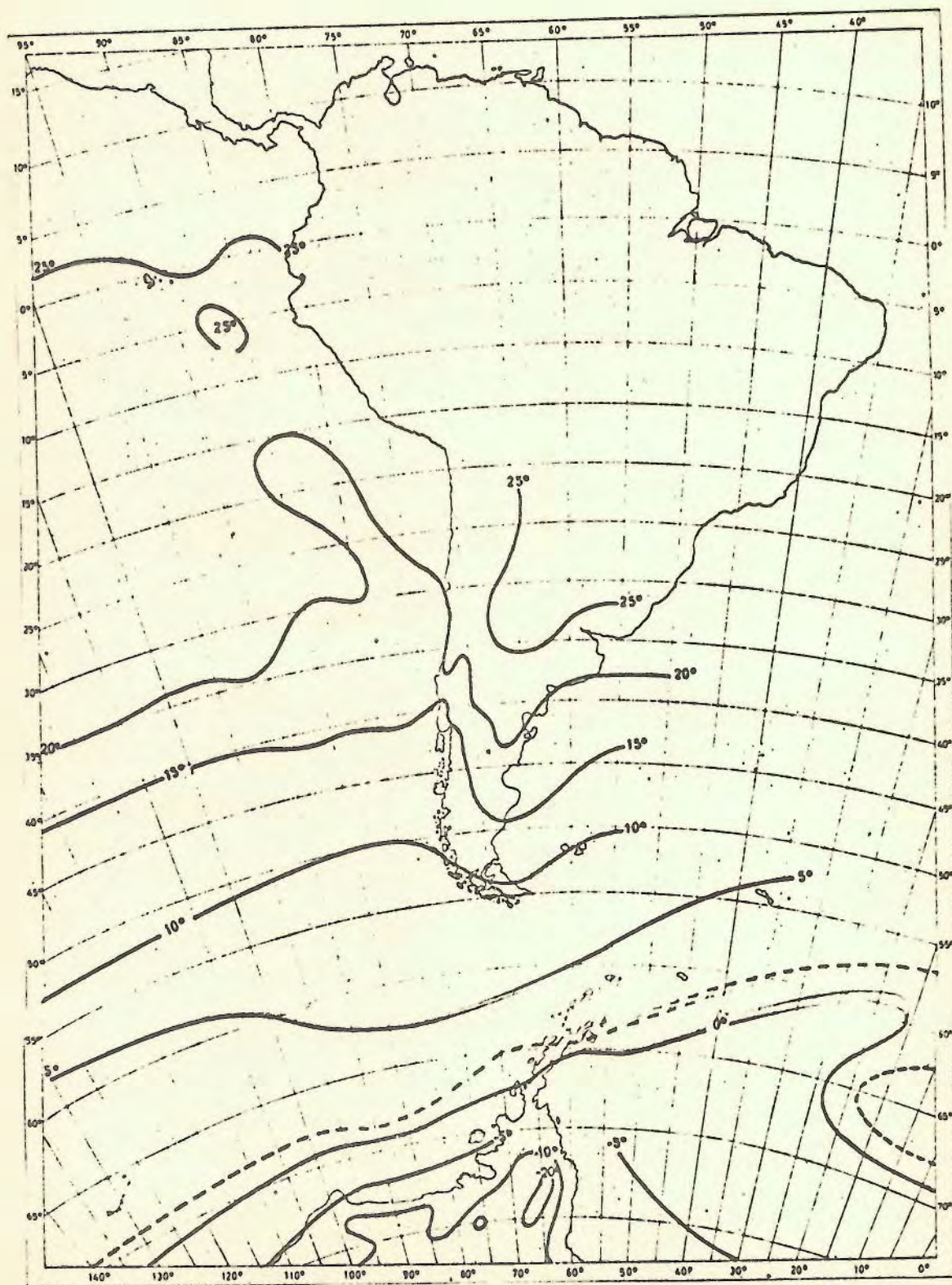


Fig.11. Isotermas medias de Enero.



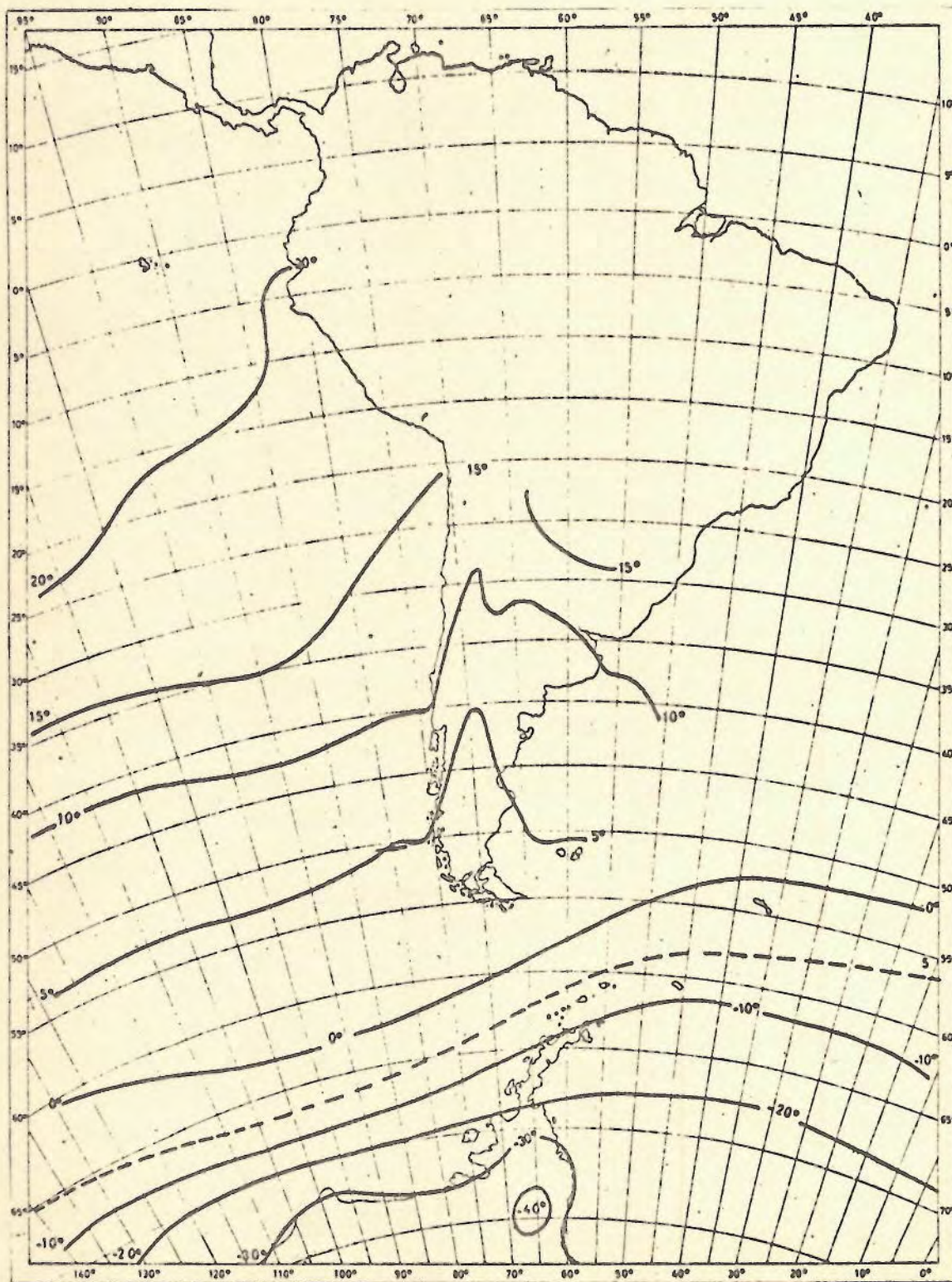


Fig.12. Isotermas medias de Julio.



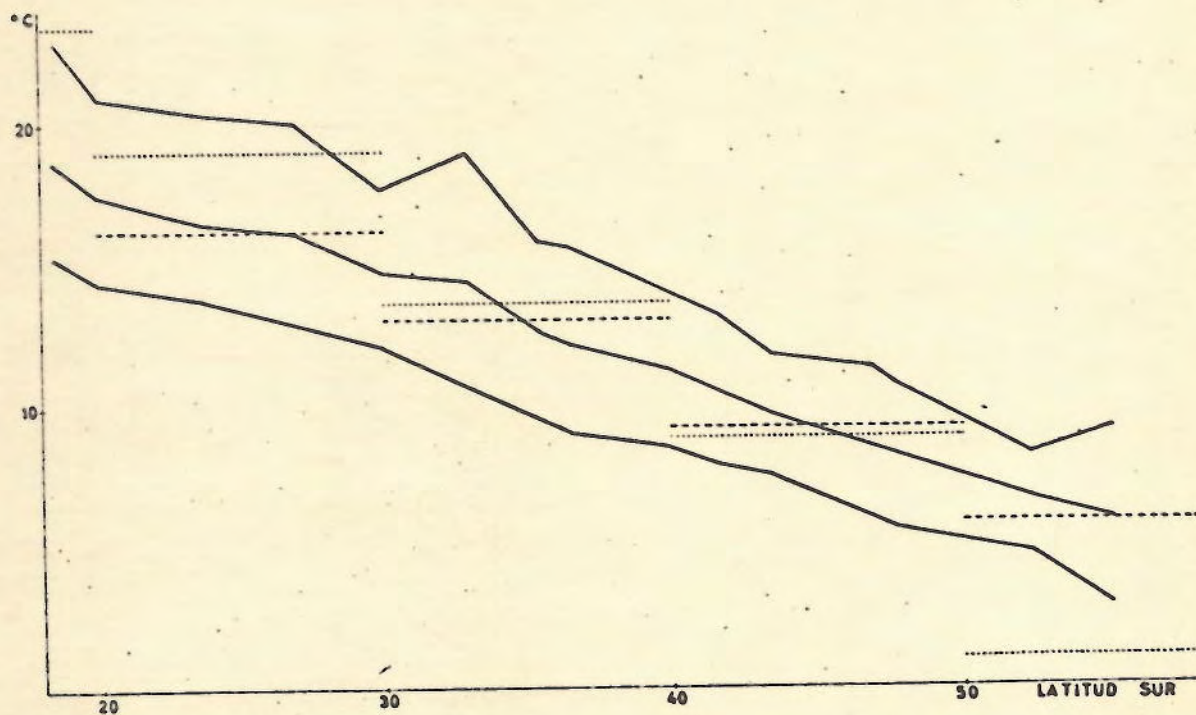


FIG. 13

Fig.13. Temperaturas media y extremas medias de estaciones costeras (líneas continuas).  
 Líneas de Trazos: promedios de temperaturas medias a lo largo de la costa, tomando fajas de  $10^{\circ}$  de latitud.  
 Líneas de puntos: promedios de temperaturas medias para el Hemisferio Sur, tomando fajas de  $10^{\circ}$  de latitud.



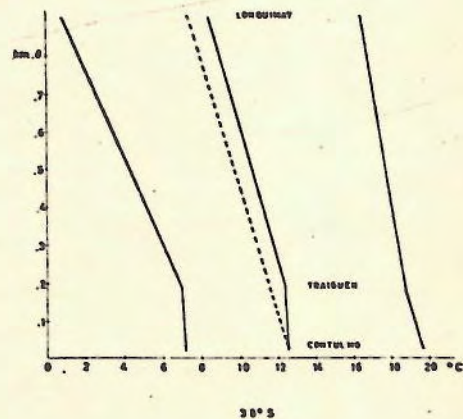
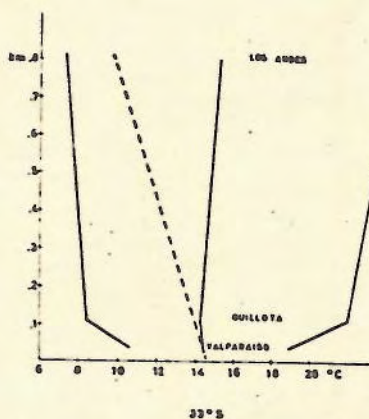
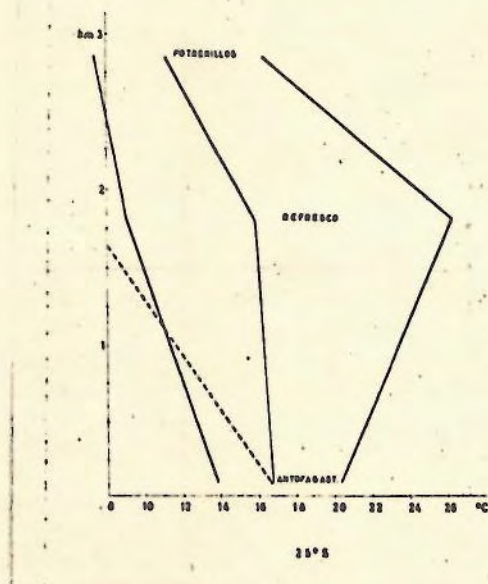


Fig.14. Variación de la temperatura con la altitud, en cortes que corren aproximadamente a las latitudes de 25°S, 33°S y 38°S.

Líneas llenas: temperaturas media y extremas medias.  
Líneas de trazos: variación vertical normal de la temperatura (5,5°C/Km).



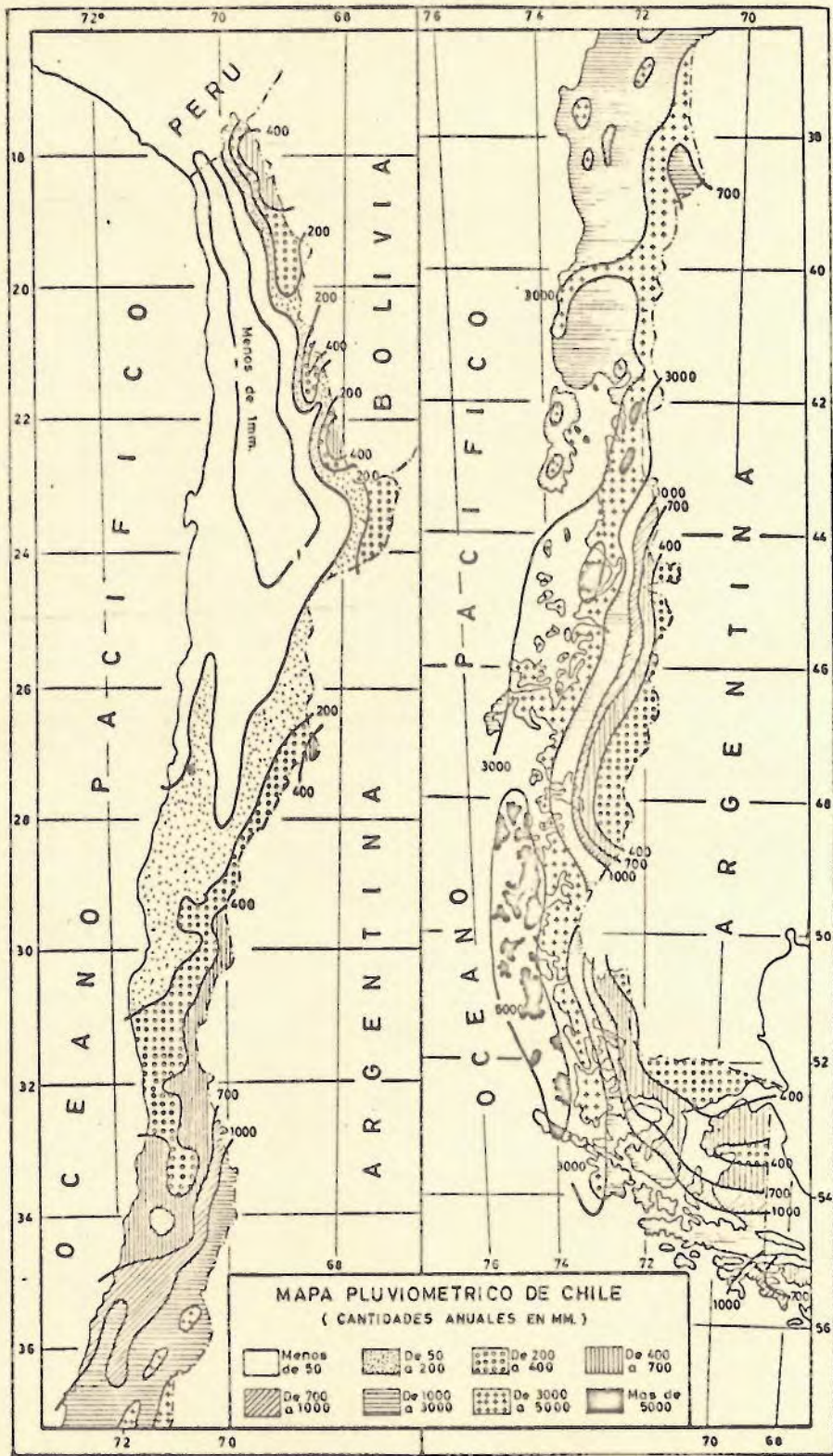


Fig.15: Mapa pluviométrico de Chile (según I.Font).



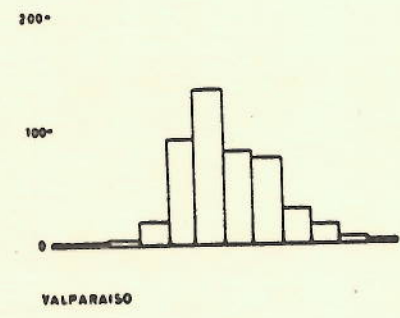
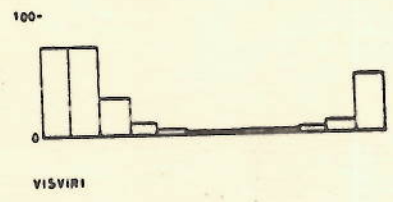
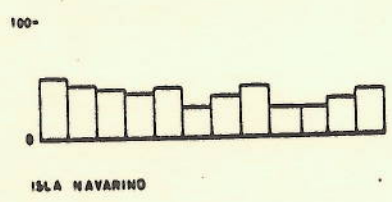
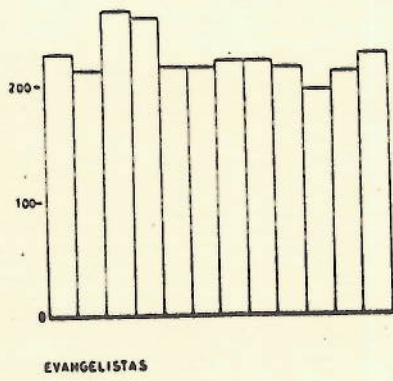


FIG. 16

Fig.16. Distribución de la precipitación a lo largo del año en 4 estaciones seleccionadas.



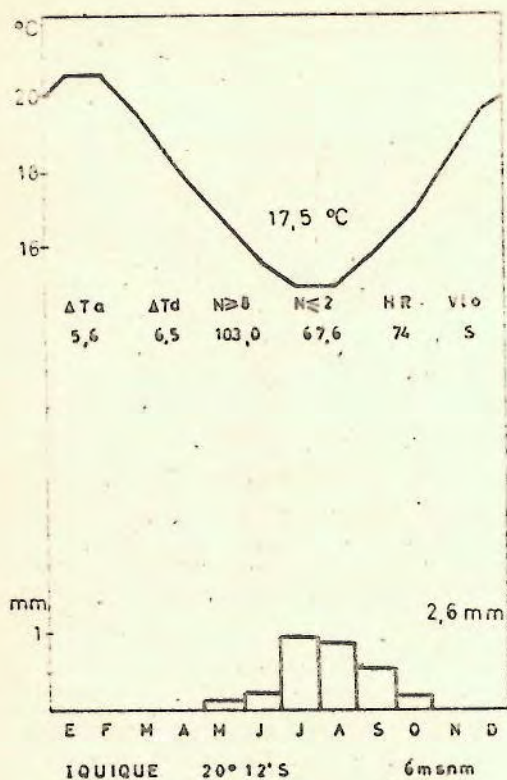


Fig.17.

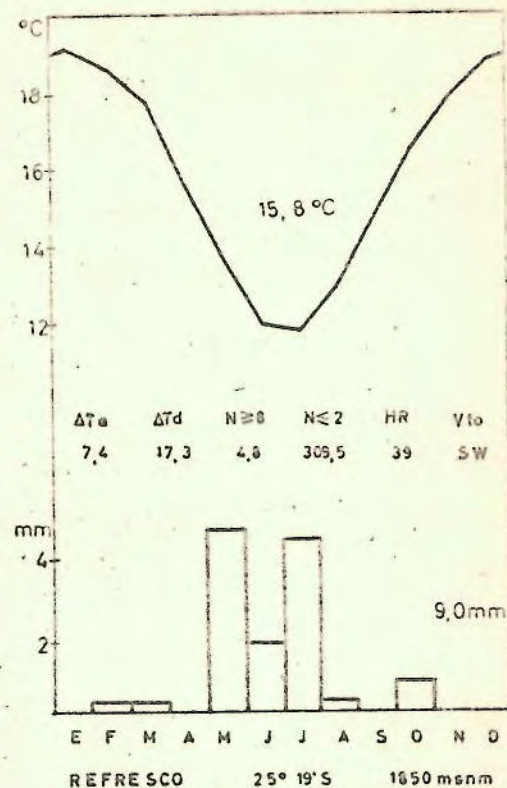


Fig.18.

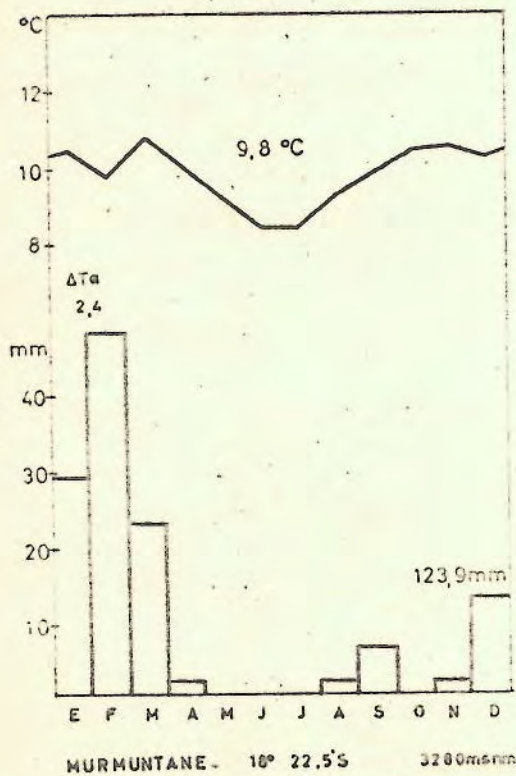


Fig.19.

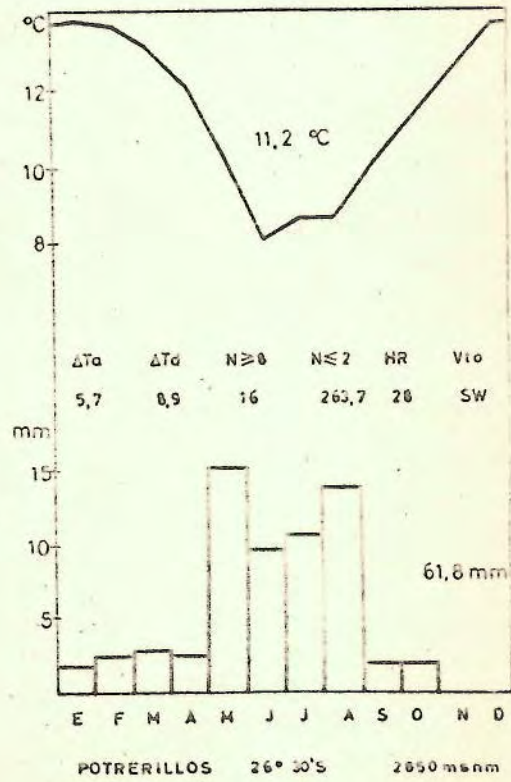
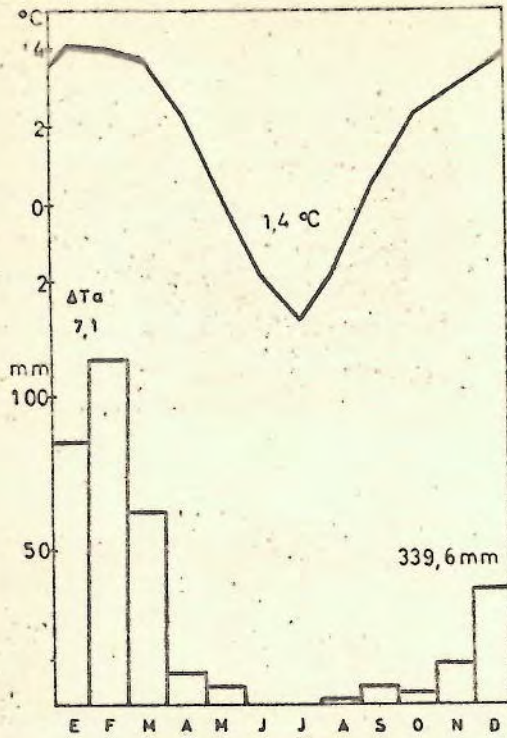


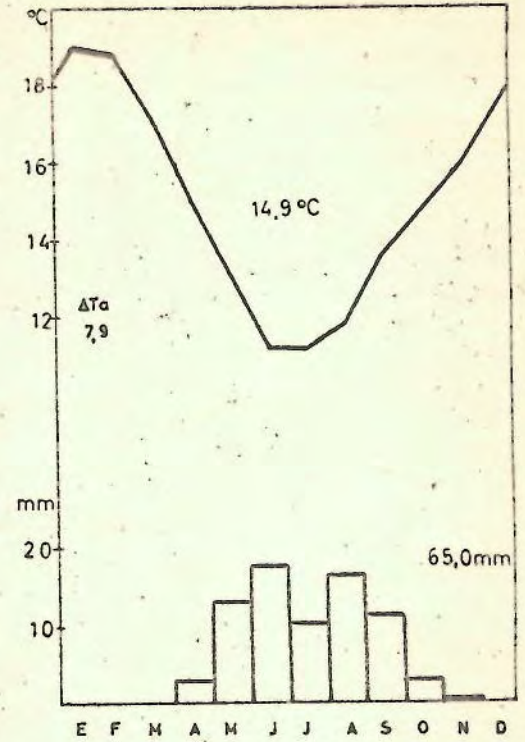
Fig.20.





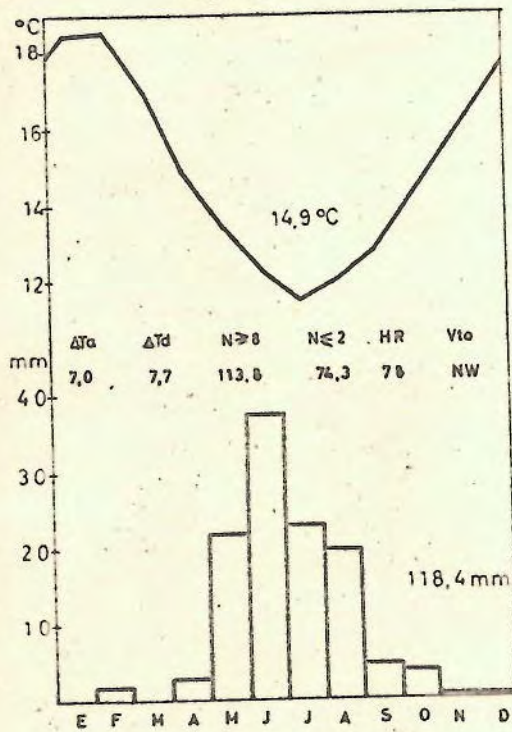
PARINACOTA 18° 12' S 4392 msnm

Fig.21.



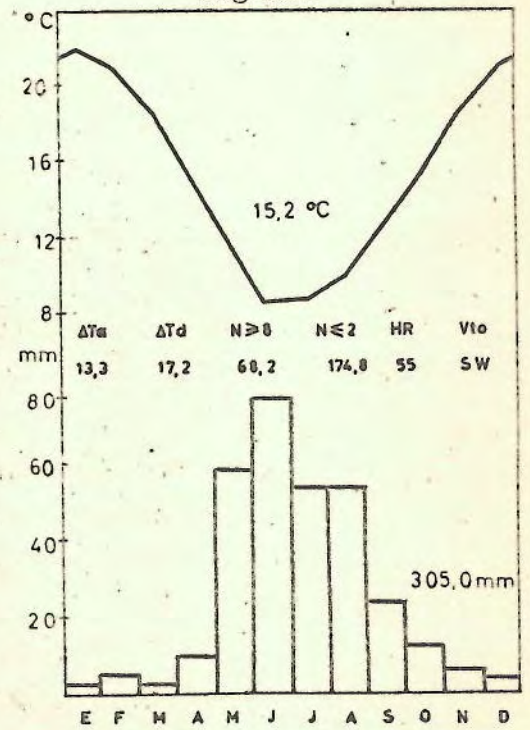
VALLENAR 28° 34' S 470 msnm

Fig.22.



LA SERENA 29° 54' S 32 msnm

Fig.23.



LOS ANDES 32° 50' S 816 msnm

Fig.24.



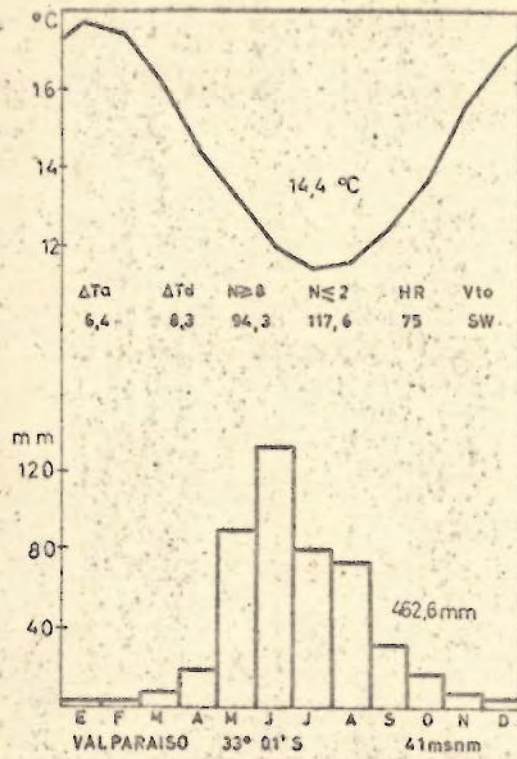


Fig. 25.

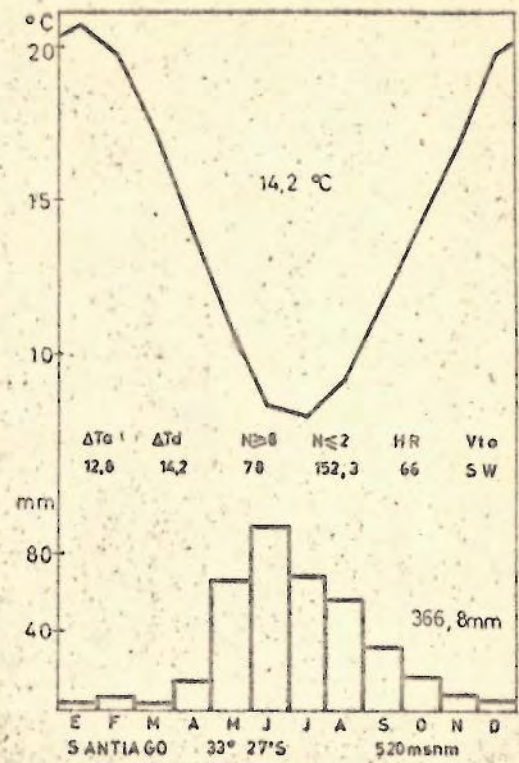


Fig. 26.

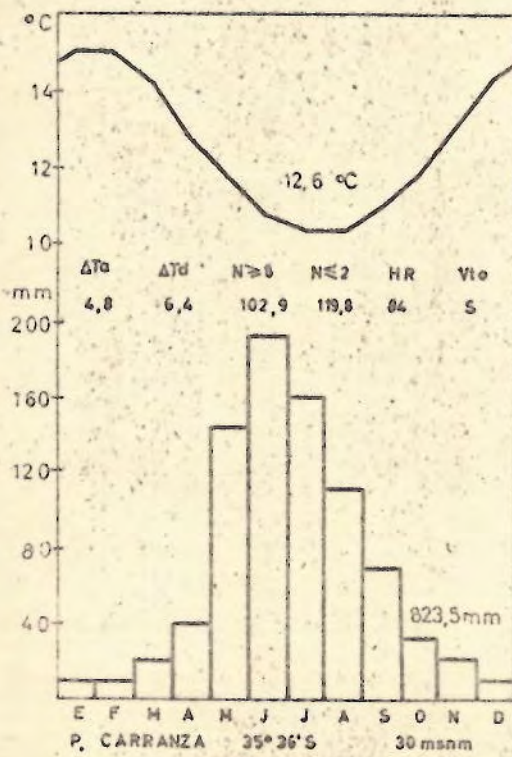


Fig. 27.

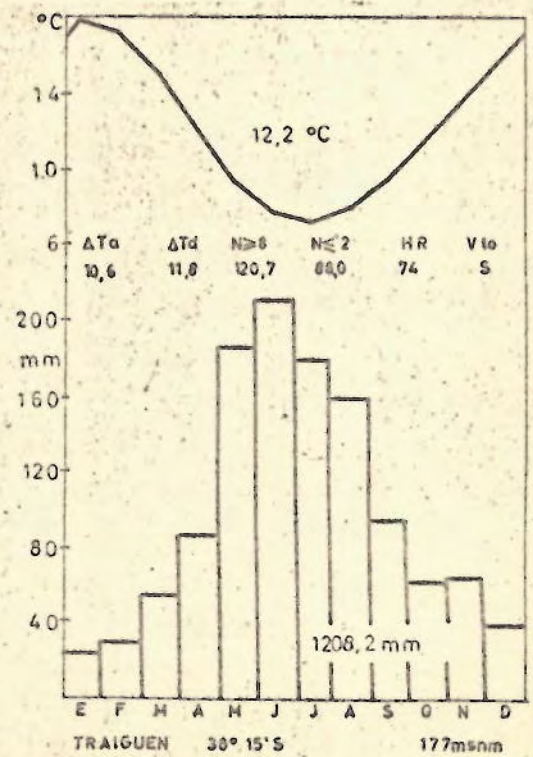


Fig. 28.



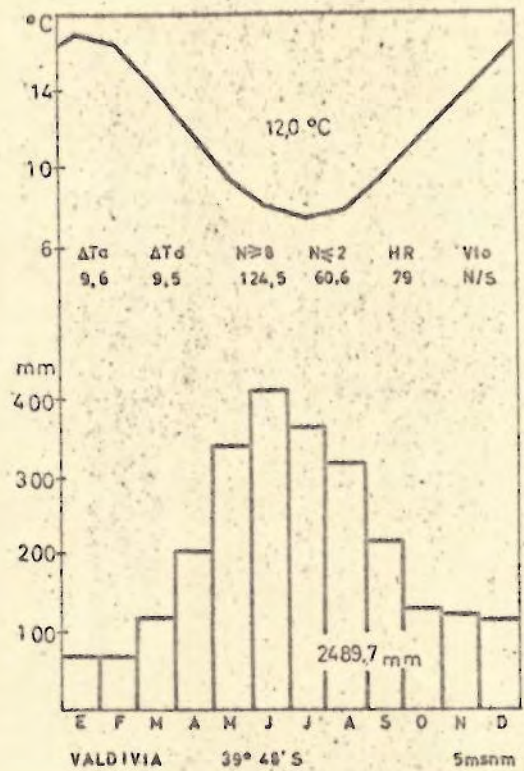


Fig. 29.

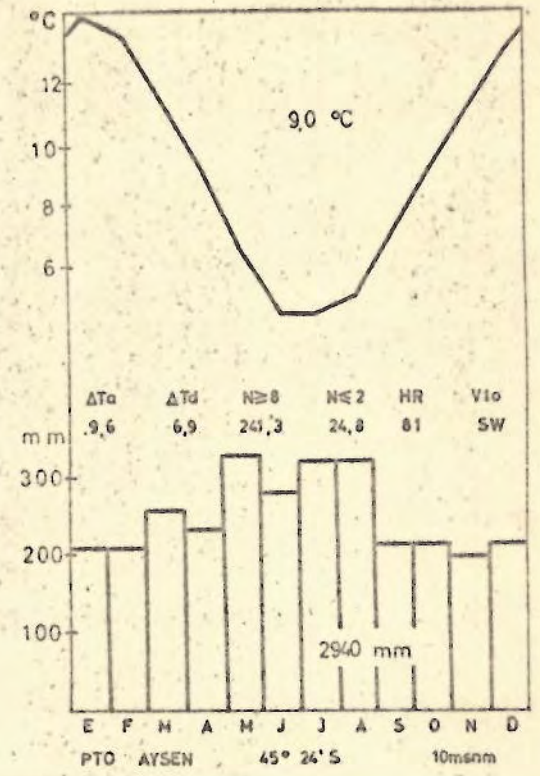


Fig. 30.

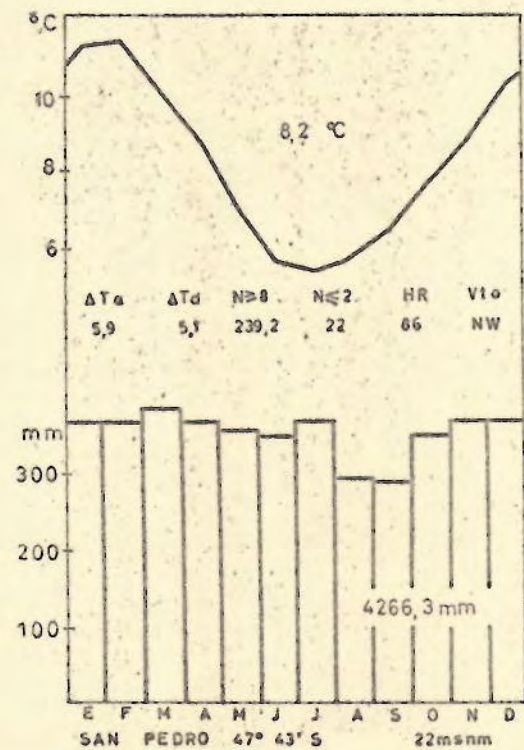


Fig. 31.

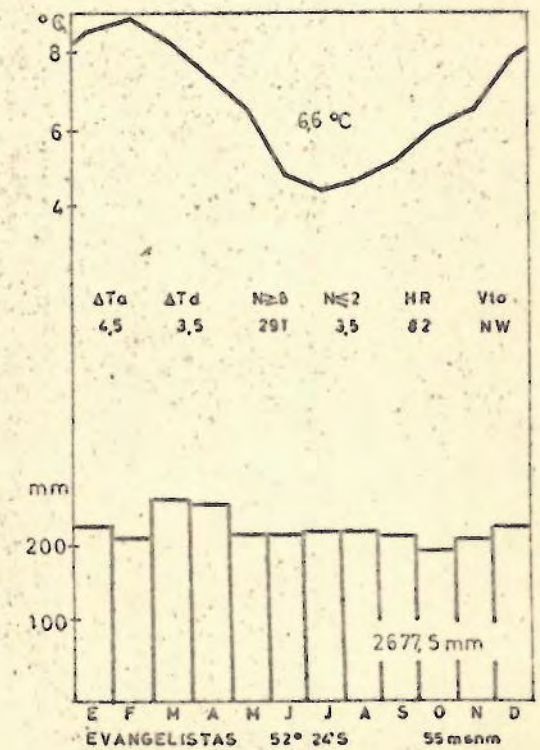


Fig. 32.



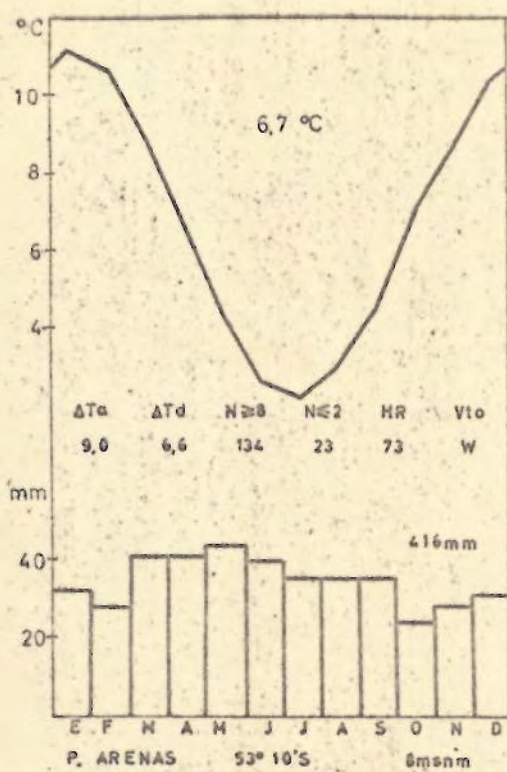


Fig.33.

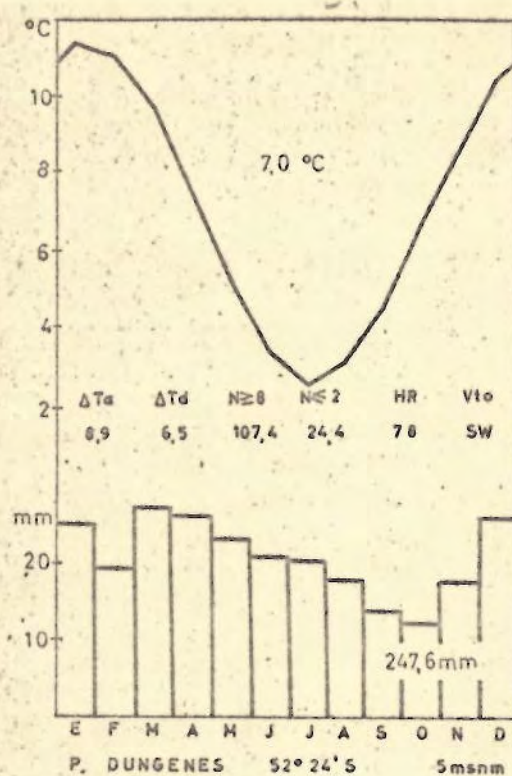


Fig.34.

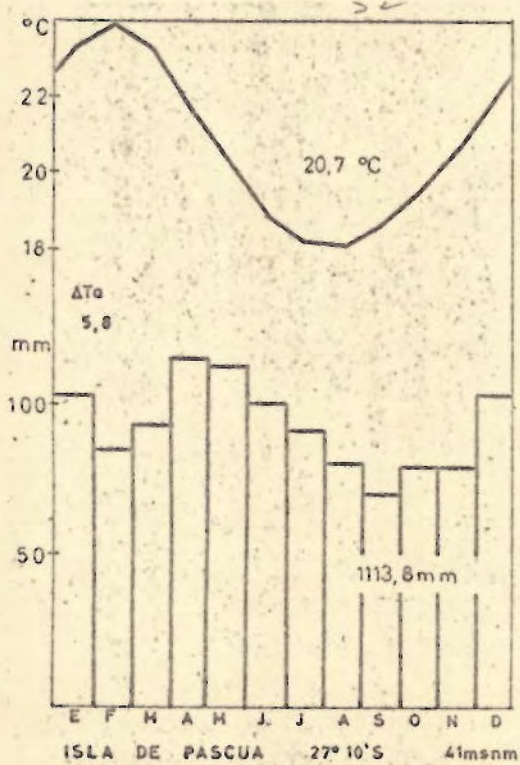


Fig.35.

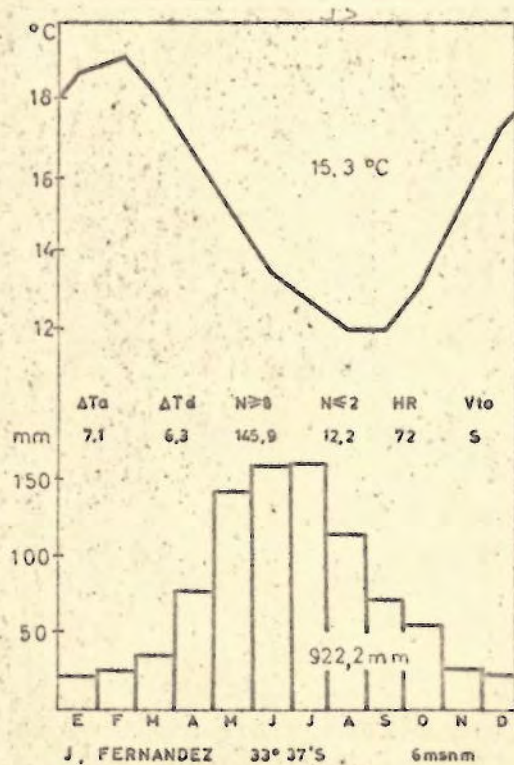
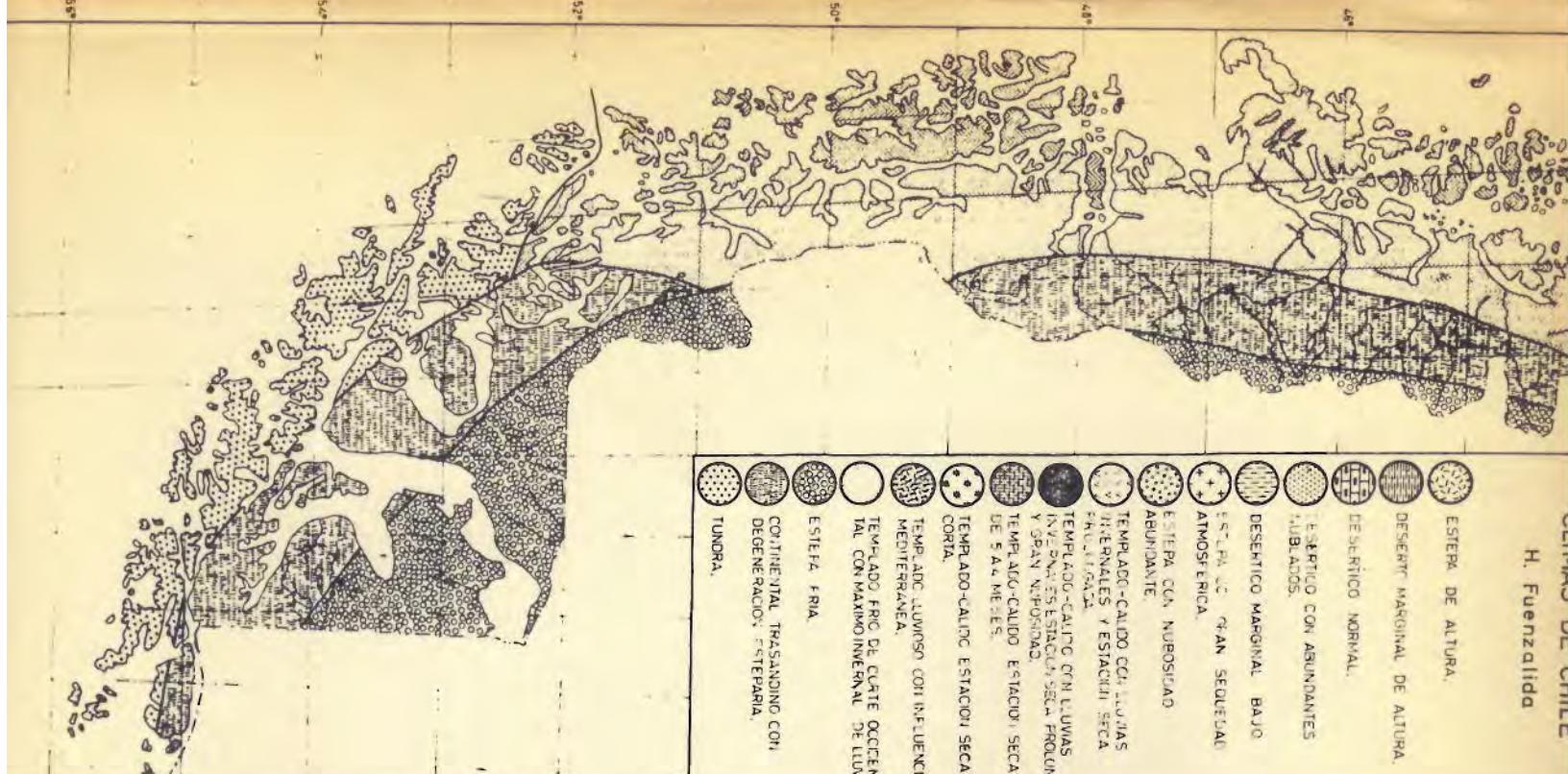
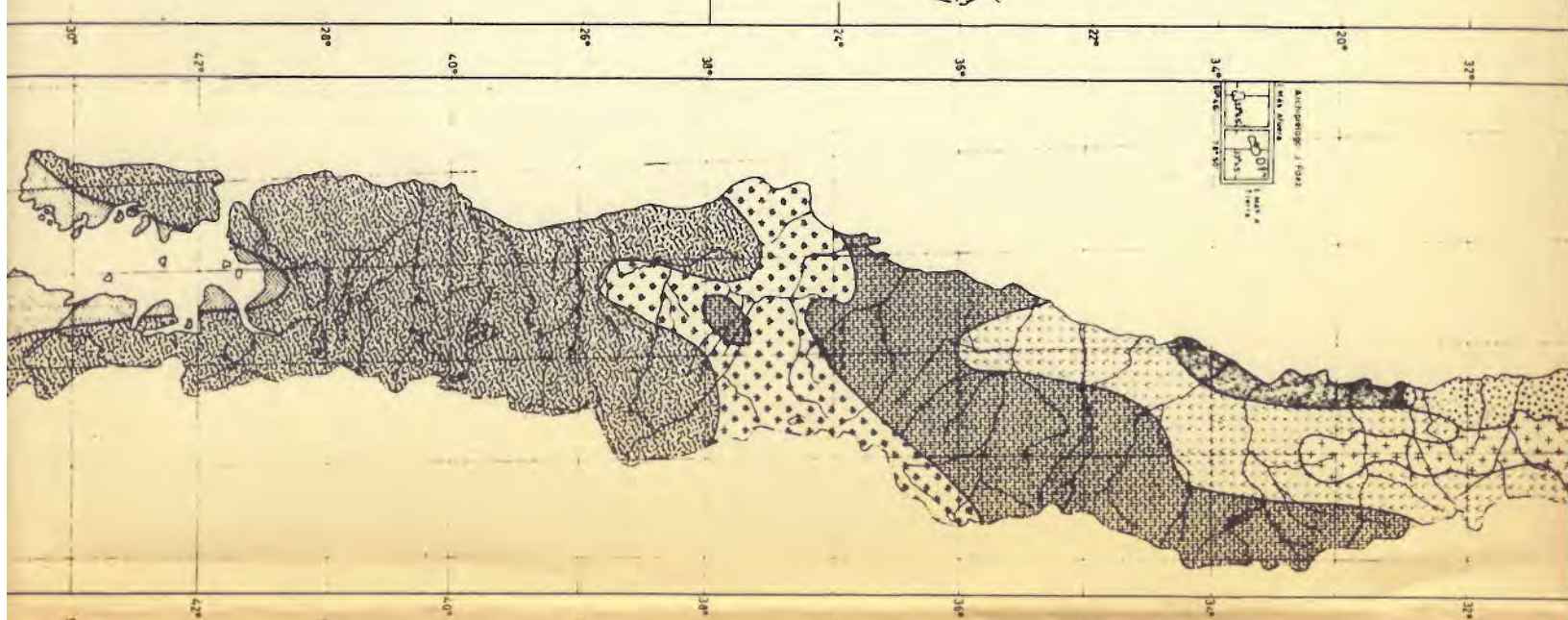


Fig.36.





- H. Fuenzalida**
- ESTEPA DE ALTURA.
  - DESERTO MARGINAL DE ALTURA.
  - DESERTICO NORMAL.
  - DESERTICO CON ABUNDANTES HIEBADOS.
  - DESERTICO MARGINAL BAJO.
  - ESTEPA DE GRAN SEQUEZAL ATMOSFERICA.
  - ESTEPA CON NEBOSIDAD ABUNDANTE.
  - TEMPERADO-CALDO CON Lluvias INVERNALES Y ESTACION SECA PAUCIPLUVIAL.
  - TEMPERADO-CALDO CON Lluvias INVERNALES ESTACION SECA PROLONG Y GRAN NEBOSIDAD.
  - TEMPERADO-CALDO ESTACION SECA DE 5 A 6 MESES.
  - TEMPERADO-CALDO ESTACION SECA CORTA.
  - TEMPERADO-LUVIOSO CON INFLUENCIA MEDITERRANEA.
  - TEMPERADO FRIO DE CLATE OCCIDENTAL CON MAXIMO INVERNAL DE LUVIA.
  - ESTEPA FRIA.
  - CONTINENTAL TRANSANDINO CON DEGENERACION ESTEPARIA.
  - TUNDRA.



BIBLIOGRAFIA

- Dobosi, Z. y P. Ulriksen , 1970, Territorial Distribution of Global Radiation over Chile, Dep. Geofísica, Univ. de Chile, Santiago.
- Font Tullot, I. , 1971, El Clima de Chile, Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, Santiago (en prensa).
- Fuenzalida V., H. , 1950, Geografía Económica, Clima, Corporación de Fomento, Santiago.
- Haurwitz, B. y J. Austin , 1944, Climatology, Mc Graw-Hill Book Co. Inc., New York, 410 pp.
- Koeppen, W. , 19 , Climatología, Fondo de Cultura Económica, México.
- Mauro, A. y F. Vidal , 1970, Clasificación Climática de Chile, Memoria de Título, Escuela Técnica Aeronáutica, Dirección de Aeronáutica, Santiago. (en prensa).
- Schneider, H. , 1969, El Clima del Norte Chico, Facultad de Filosofía y Educación, Universidad de Chile, Santiago.
- Schwerdtfeger, W., de la Canal, L.M. y Scholten, J. , 1969, Meteorología Descriptiva del Sector Antártico Sudamericano, Publicación N°7, Instituto Antártico Argentino.
- Taljaard, J.J. y H. Van Loon , 1962, Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during Winter and Spring, 1957: Notos, Pretoria, 11(1/4), 3-20.
- , 1963, Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during Summer 1957/58, Notos, Pretoria, 12(1/4), 37-50.



Taljaard, J.J.

, 1964, Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during Autumn, 1958; Notos, Pretoria, 13(1/4), 31-36.

, 1965, Cyclogenesis, cyclones and anticyclones in the Southern Hemisphere during the period June to December 1958, Notos, Pretoria, 14, 73-84.

Trewartha, G.

, 1954, An Introduction to Climate, Mc Graw-Hill Book, Co.Inc. New York, 402 pp.



FUENTES DE DATOS CLIMATOLOGICOS

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Oficina Meteorológica de Chile  | , Varios años, Anuarios Meteorológicos, Dirección de Aeronáutica, Santiago.  |
| Oficina Meteorológica de Chile  | , 1965, Pluviometría de Chile, Fascículo II, Fuerza Aérea de Chile, Santiago.  |
|                                 | , 1965, Pluviometría de Chile, Fascículo I, Fuerza Aérea de Chile, Santiago.   |
| Oficina Meteorológica de Chile  | , 1965, Anuarios Meteorológicos Antárticos de Chile, Santiago.   |
| Proyecto Hidrometeorológico     | , 1965, Climatología de Chile  |
| Almeyda, E. y F. Sáez           | , 1958, Recopilación de Datos Climáticos de Chile y Mapas Sinópticos Respectivos, Ministerio de Agricultura, Santiago.             |
| Notos                           | , Varios años, Historical Weather Charts for the Southern Hemisphere, Pretoria.  |
| Servicio Meteorológico Nacional | , 1960, Atlas Climático de la República Argentina, Secretaría de Aeronáutica, Buenos Aires.  |
| U.S. Navy                       | , 1959, Marine Climatic Atlas of the World, Volume V, South Pacific, U.S. Gov. Printing Off. Washington, 25, D.C.                  |
| Phillpot, H.R.                  | , 1968, A study of the Synoptic Climatology of the Antarctic, Technical Report N-12, Commonwealth Bureau of Meteorology, Victoria. |
| Corporación de Fomento          | , 1966, Apéndice de la Geografía Económica.  |