

REGIMEN TERMICO Y COMPORTAMIENTO PLUVIOMETRICO EN PUNTA ARENAS: 10 AÑOS DE REGISTRO EN LA ESTACION "JORGE C. SCHYTHE" *

ENRIQUE ZAMORA M. y ARIEL SANTANA A.**

SUMARIO

Se determina un régimen térmico y un comportamiento pluviométrico para la ciudad de Punta Arenas a base de los registros diarios de temperatura y precipitación correspondientes a un período de diez años (1970-1980).

El comportamiento térmico durante el año queda caracterizado por una reducida amplitud media anual de casi 11°C; por una constante y prolongada transición hacia períodos cortos y extremos de temperatura máxima y mínima (centro del verano y del invierno) y por la ocurrencia durante los períodos transicionales de continuas y periódicas oscilaciones opuestas a la tendencia dominante.

Por otra parte, se determina que ningún mes del año queda libre de registros de heladas.

El comportamiento pluviométrico por su parte, se caracteriza por la ausencia de una estación seca; por una repartición bastante homogénea del número de días con lluvia a lo largo del año; por la predominancia de lluvias de intensidad muy débil y débiles, que representan el 74,5% del total de días con lluvias; y por la ausencia de lluvias sobre 60 mm.

Se determina, además, la existencia de cierta estacionalidad de las lluvias según su cantidad. Así, en los meses estivales y en algunos de primavera el número de días con precipitación entre 0,1 y 3 mm es mayor que en invierno, período en el cual las lluvias sobre 4 mm son más frecuentes que en el resto de las estaciones.

Por otra parte, la distribución de las lluvias, a lo menos para el rango 0,3 a 6 mm obedece a la ley de Galton, conocida también como ley del efecto proporcional o ley log-normal.

El número de días con precipitación de nieve en los diez años es muy bajo y sólo corresponde al 6% (87 días), observándose que este hidrometeoro es más frecuente entre mayo y septiembre. En cuanto a precipitaciones de granizo se concluye que son escasas y tienden a registrarse en los meses de primavera.

Finalmente se determina la existencia de una concordancia pluviotérmica en verano y en invierno.

ABSTRACT

A thermic regime and a pluviometric pattern for the city of Punta Arenas (Chile), were determined from the daily records of temperature and precipitations corresponding to a period of ten years (1970-1980).

* Aceptado para su publicación en diciembre 1980.

** Sección Geografía, Departamento de Historia y Geografía, Instituto de la Patagonia, Casilla 102-D, Punta Arenas, Magallanes, Chile.

The thermic yearly pattern is defined by: 1) reduced mean annual amplitude, reaching almost 11°C; 2) a constant and extended transition towards short periods of extreme maximum and minimum temperatures (middle summer and middle winter); and 3) by the occurrence of continuous and periodic oscillations, opposed to the dominant tendency, during these transitional periods.

The pluviometric pattern is defined by: 1) absence of a dry season; 2) a fairly homogeneous distribution of the number of rainy days along the year; 3) predominance of very weak intensity rains, representing not less than 74,5% of the total rainy days; and 4) the absence of rains over 60 mm.

The existence of certain seasonality of the precipitations according with its altitude was also determined. Thus, during the summer months and in some of the spring ones, the number of days with precipitations between 0,1 and 3 mm is larger than in winter. In this season the rains over 4 mm are more frequent than during the remainder of the year.

Study of precipitation shows that its distribution, at least for those of the range, 0,3-6 mm (very weak to weak rains) obeys Galton's Law, also known as Proportional Effect or Log-normal Law.

There is a small number of days with snowfall in the whole period of ten years and it corresponds to six percent (87 days). This pattern is more frequent between May and September. The hail precipitation are scarce and all characteristic of the spring season.

The existence of a thermopluvial synchronicity in summer and winter is determined.

INTRODUCCION

Si bien los registros meteorológicos para el área de la ciudad de Punta Arenas se remontan a 1888, no existen estudios de detalle orientados a la determinación de un régimen térmico y del comportamiento de las precipitaciones.

Al tener en cuenta tal carencia y habiéndose cumplido una década de registros en esta estación, se ha estimado factible realizar una investigación que defina el comportamiento de ambos parámetros.

Los resultados obtenidos son de interés principalmente para los estudios del clima del pasado y del presente y de utilidad práctica para quienes necesitan antecedentes precisos que permitan el desarrollo de actividades concretas a lo largo del año, factibles de realizar dentro de márgenes de temperatura y precipitación conocidos.

Cabe señalar, que el análisis de un período de 10 años entrega sólo una aproximación al régimen verdadero, el que sólo se obtiene en la medida que se cuente con un mayor número de años de registro.

El estudio térmico de este período, es, además, importante, por cuanto a partir de 1970 se ha detectado una oscilación térmica con tendencia positiva para el área de la ciudad (Zamora y Santana,

1979). En consecuencia, el período analizado es considerado como indicador de una variación cuyo comportamiento se define y precisa.

En el caso de las precipitaciones, sólo existen estudios muy generales que no permiten determinar su comportamiento, por lo que este estudio contribuye a llenar este vacío de información.

MATERIAL Y METODOS

Los datos utilizados para la realización de esta investigación corresponden a registros efectuados durante un período de 10 años en la estación climática "Jorge C. Schythe", del Instituto de la Patagonia, situada en el sector norte de la ciudad de Punta Arenas y cuyas coordenadas son: 53° 08' Lat. Sur y 70° 53' Long. Oeste. La estación se sitúa a 4 m.s.n.m.

En el estudio de las temperaturas se tomaron en consideración termogramas obtenidos ininterrumpidamente desde octubre de 1970 a septiembre de 1980. Los registros fueron obtenidos mediante un higrómetro marca Fuess, de inscripción continua horaria semanal, utilizándose además los datos obtenidos a través de las observaciones horarias realizadas por medio de termómetros de mercurio.

Se calculó inicialmente el promedio térmico para cada día del período (3650

días) obteniéndose en consecuencia un valor diario. Luego se promedió cada uno de los días de los diez años, obteniéndose un año promedio día a día. Como los resultados al ser graficados mostraban una gran dispersión, se suavizó la curva mediante promedios móviles de cinco días, o sea, se calculó un valor para el día central de cada período de cinco días, lo que significa que cada punto representa $5 \times 10 = 50$ datos para cada día calendario. Se obtuvo por lo tanto, una curva suavizada y más expresiva del régimen térmico a lo largo del año.

Para una mayor precisión, se procedió a ajustar la curva mediante el método de los mínimos cuadrados, usando un análisis armónico de senos y cosenos, conocido como aproximación de Fourier. Esta técnica consiste básicamente en evaluar los coeficientes que multiplican a las funciones senos y cosenos, modificándose también los argumentos de estas funciones trigonométricas en cada una de las armónicas, las cuales una vez sumadas, dan como resultado una aproximación muy eficiente. Esta técnica es utilizada por Schwerdtfeger (1977), en el estudio de las temperaturas del Polo Sur.

Los cálculos estadísticos fueron realizados en un minicomputador Commodore 2001.

Para el análisis de las precipitaciones se consideraron también los valores diarios correspondientes a un período de 10 años.

Los datos utilizados corresponden a registros diarios obtenidos a través de un pluviómetro tipo Hellman.

Se consideraron únicamente los días de lluvia, es decir, aquellos en que la altura del agua caída fue superior o igual a 0,1 mm. Obtenido el número de días con precipitación y su respectivo valor, éstos se clasificaron en 29 intervalos de las siguientes amplitudes: 9 con amplitud de 0,1 mm, para lluvias entre 0,1 y 1 mm; 9 de 1 mm, para lluvias entre 1 y 10 mm; 5 de 2 mm, para lluvias entre 10 y 20 mm, y 5 de amplitud, 5 mm para lluvias entre 20 y 45 mm.

A base de esta clasificación se realizó un estudio de frecuencia de las precipitaciones diarias.

En el análisis de este parámetro se tomó en cuenta, además, la escala pluviométrica de intensidad diaria utilizada por Devynck (1971), que clasifica las lluvias de la siguiente manera:

1) Muy débil	$0,1 \leq x \leq 2$ mm/día
2) Débil	$2 \leq x \leq 6$ mm/día
3) Moderada	$6 \leq x \leq 10$ mm/día
4) Fuerte	$10 \leq x \leq 30$ mm/día
5) Muy fuerte	$30 \leq x \leq 60$ mm/día
6) Extrema	$x > 60$ mm/día

Los cálculos estadísticos fueron realizados en una calculadora programable Texas Instruments.

RESULTADOS Y DISCUSION

Régimen Térmico

La figura 1 y la Tabla I muestran el comportamiento de la temperatura media diaria y medias mensuales y anuales, a lo largo del año respectivamente.

Los puntos gruesos de la figura representan la marcha diaria de la temperatura media obtenida mediante promedios móviles, mientras que la línea llena muestra las mismas temperaturas, pero ajustadas. Las otras tres líneas corresponden a los componentes armónicos. Los puntos pequeños representan al primer componente que tiene una amplitud respecto a la temperatura media de $4,7^\circ\text{C}$. Los trazos y puntos corresponden al segundo y los trazos solos al tercero. La amplitud de los últimos componentes con respecto a la media es muy baja, el segundo de $0,46^\circ\text{C}$ y el tercero de $0,04^\circ\text{C}$.

De la suma de estos componentes resulta la línea llena que se ajusta muy bien a la marcha media diaria.

El análisis del comportamiento térmico se basa principalmente en la temperatura obtenida mediante el cálculo de los promedios móviles.

La primera característica del comportamiento de las temperaturas de Punta Arenas, si se la compara con las corres-

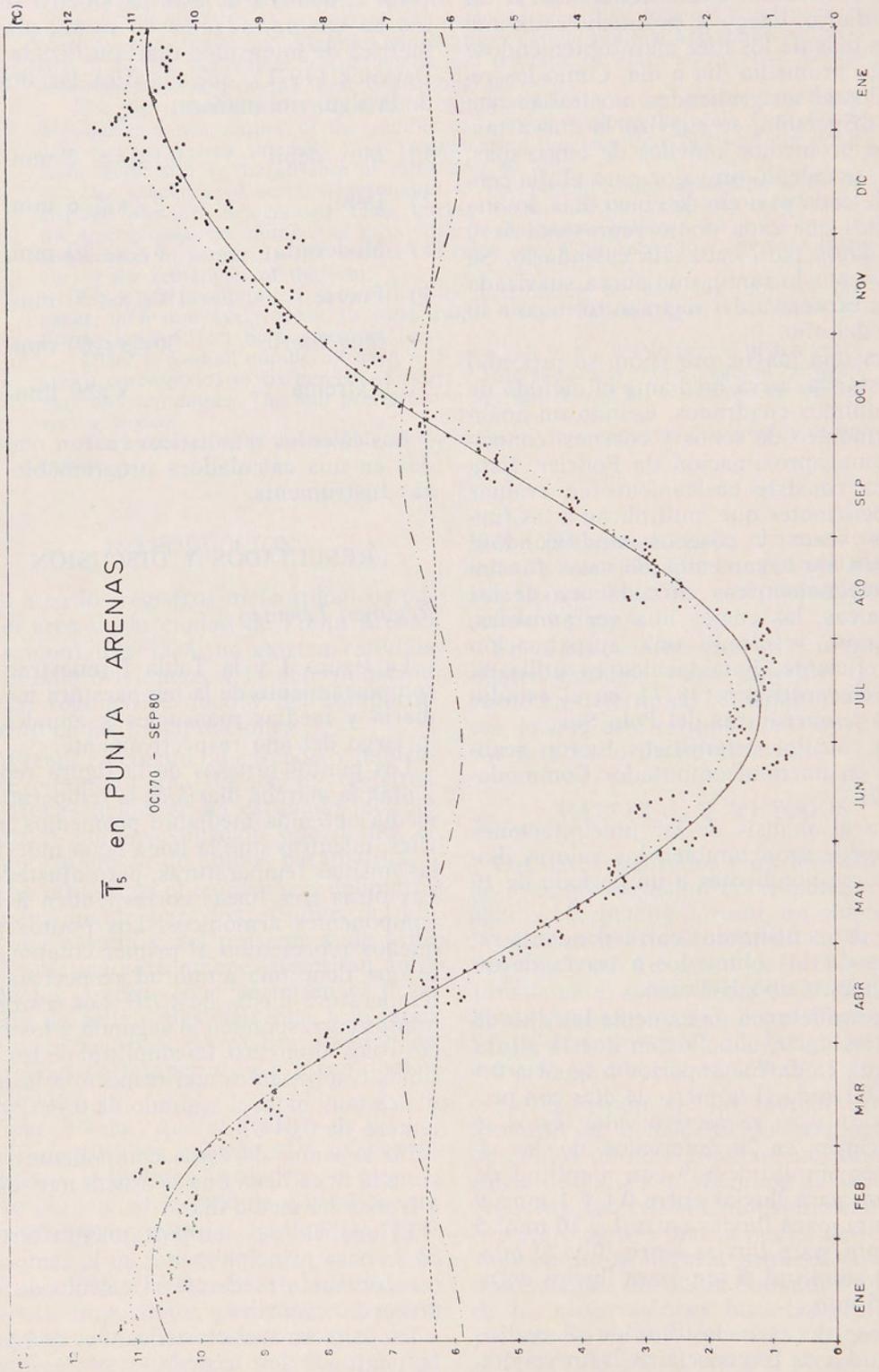


Fig. 1 — Evolución de la temperatura media diaria.

TABLA I.—PROMEDIOS MENSUALES, ANUALES Y VALORES EXTREMOS DE TEMPERATURAS PARA PUNTA ARENAS (°C) 1979 — 1980

	ENE	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Promedio	10,8	10,4	8,9	6,4	3,5	1,8	1,3	2,4	4,8	7,2	8,9	10,2	6,4
Med. máx. diarias	15,0	14,7	13,2	10,3	7,2	5,0	4,1	5,7	8,4	11,1	13,0	14,4	10,2
Med. mín. diarias	4,6	4,5	3,7	2,6	0,4	-1,0	-1,2	-0,4	0,7	2,4	3,6	4,4	2,0
Máxima absoluta	26,4	26,0	22,9	18,2	16,0	12,8	10,2	11,2	15,0	18,4	21,0	25,2	
Año	1975	1974	1973	1980	1976	1973	1979	1973	1973	1975	1972	1977	
Mínima absoluta	-2,5	-1,8	-4,8	-7,6	-8,9	-11,8	-10,5	-8,2	-6,8	-5,0	-2,6	-2,1	
Año	1973	1971	1975	1980	1972	1973	1975	1978	1978	1972	1979	1971	

pondientes al Hemisferio Norte a igual latitud, es su reducida amplitud, que sólo alcanza a 10,9°C en el año. Sin embargo, esta situación es conocida, puesto que el extremo sur de Sudamérica al angostarse rápidamente, se ve influenciado por los océanos Pacífico y Atlántico, los que determinan especialmente en las costas, climas con un marcado acento oceánico.

Una segunda característica de la evolución térmica diaria es la escasa duración de los períodos extremos, o sea, de verano e invierno, los que en conjunto apenas suman cuatro meses y medio. El período correspondiente al máximo térmico dura dos meses y medio y aquel del mínimo aproximadamente dos meses. A diferencia de ellos, los períodos transicionales abarcan en conjunto ocho meses, en los cuales la temperatura desciende o asciende progresivamente, aunque de manera discontinua; son los meses de transición entre el verano y el invierno y aquellos que van desde el invierno al verano.

El período de altas temperaturas se presenta a partir de mediados de diciembre hasta fines de febrero, es decir, tiene una duración aproximada de dos meses y medio. En este tiempo los promedios permanecen entre 10° y 12°C, produciéndose, dentro de este rango, oscilaciones de alrededor de 1°C de amplitud. El máximo del período estival se observa a principios de enero, existe otro a fines del mismo mes y un último, a fines de febrero, fecha en que la temperatura se eleva por última vez en el verano.

A diferencia el período central del invierno, desde el punto de vista térmico, es más corto que el del verano, y sólo se extiende desde mediados de junio hasta la primera semana de agosto. Es un período con temperaturas que oscilan entre 1° y 2°C, registrándose los valores más bajos a fines de junio.

Es interesante observar que después del máximo descenso, que se produce a fines de junio, se origina una notable alza de aproximadamente 1°C, que llega a su cúspide alrededor del diez de julio. Posteriormente se produce otra baja, permaneciendo la temperatura, sin embargo, más estable hasta fines de mes.

El período transicional entre el verano y el invierno comienza alrededor del 20 de febrero y se prolonga hasta fines de junio, registrándose durante él una constante disminución térmica. Esta baja es atenuada por cortos y constantes ascensos observables en la Figura 1.

La temperatura a partir del último máximo de verano decae rápidamente hasta fines de marzo en alrededor de 3°C y posteriormente sigue disminuyendo. En abril se reduce otros 3°C y en mayo baja idéntico valor mientras que en junio, último mes de transición, la temperatura decrece algo más de un grado.

Es interesante observar en el transcurso del descenso térmico, la aparición de cortos períodos de alza que tienen lugar casi siempre con posterioridad a un período que oscila entre 10 y 15 días, en los cuales el descenso es neto. Variaciones de este tipo se han detectado para la tercera semana de marzo, en la primera semana y en los días centrales de los meses de abril y mayo, registrándose la última a partir del 5 de junio, la que dura hasta alrededor del día 10.

El más importante de estos ascensos es el que ocurre al comienzo de junio, cuando la temperatura sube en sólo seis días alrededor de 1,5°C, mientras que la amplitud del ascenso en los promedios reales no suavizados llega al doble. Luego, y aproximadamente alrededor del día 11, la temperatura cae violentamente, logrando su máxima depresión a fines de mes. La amplitud de esta disminución en los promedios ajustados es de 2,5°C, considerando el tramo desde el máximo al punto más bajo. Por otra parte, en los promedios reales la amplitud térmica aumenta a 4°C.

El ascenso determinado en el mes de junio con los datos analizados coincide con el detectado por Schwerdtfeger (1977), para el mismo mes en la estación Amundsen-Scott en la Antártica, en el Polo Sur, lugar donde además se determinaron oscilaciones menores entre marzo y comienzos de octubre.

En el caso de la estación polar, el citado ascenso bordea los 3°C y, a diferencia de la estación de Punta Arenas, se produce a muy bajas temperaturas (-58°C). La

investigación del régimen térmico en el Polo Sur indica que si el ascenso y las oscilaciones siguen manifestándose durante un período más significativo de años, ellos podrían ser aceptados como un fenómeno característico.

A pesar de las notables diferencias que presentan ambas localidades, es importante la determinación realizada con la misma metodología, de la ocurrencia del mismo fenómeno en idéntico mes. Cabe señalar, sin embargo, que la intensidad de todas las variaciones que ocurren en el Polo es mayor que la registrada en Punta Arenas.

La existencia de cierto sincronismo en el comportamiento de la temperatura en junio de ambas latitudes, vendría a respaldar la posibilidad planteada por Schwerdtfeger (1977), de que el fenómeno puede ser real y no producto del azar.

Un estudio detallado de las posibles causas del ascenso deberá ser realizado en la medida que el análisis de la información correspondiente a años venideros, demuestre la continuidad del fenómeno.

A partir de agosto, y durante los primeros diez días de este mes, se produce un notable ascenso que marca el inicio del crecimiento térmico estacional, el cual se prolonga hasta fines de diciembre. Este ascenso inicial es de $2,3^{\circ}\text{C}$, según la curva de promedios suavizada, mientras que en valores promedios reales permanece alrededor de los 3°C . La amplitud de este ascenso es similar a la disminución ocurrida en junio.

Desde mediados de agosto y hasta fines de septiembre la temperatura sube rápidamente $3,5^{\circ}\text{C}$; en octubre se eleva 2°C y aumenta desde el primero de noviembre hasta mediados de diciembre aproximadamente en el mismo valor. Desde esta última fecha y hasta fines de diciembre, la amplitud es de $1,5^{\circ}\text{C}$, alcanzando la temperatura su promedio más alto a fines de mes.

En el constante ascenso que se produce desde agosto a diciembre se registran cortos y periódicos descensos que tienen lugar después de incrementos netos que duran aproximadamente entre 7 y 10 días.

Sólo a partir de la segunda quincena de noviembre, se observan algunos aumen-

tos seguidos por disminuciones de amplitud similar dentro de un reducido ascenso.

Las bajas térmicas en el período de ascenso ocurren en la segunda quincena de agosto y a partir del 8 de septiembre, por una semana aproximadamente; una segunda a partir del 21 del mismo mes, la cual dura pocos días; una bajada en la primera semana de octubre y otra a partir del 21 y hasta el 26 aproximadamente. En noviembre se producen tres descensos, uno entre el 3 y el 7, otro entre el 10 y 14 y un tercero entre el 23 y fines de mes. En diciembre ellos continúan, presentándose el primero en la segunda semana, otro en la mitad del mes y un último a fines del mismo.

De todas las bajas térmicas, la más importante es la que se produce alrededor del 21 de noviembre, la cual se extiende hasta fines del mes, descendiendo la temperatura $1,5^{\circ}\text{C}$.

Respecto al comportamiento de las temperaturas máximas y mínimas absolutas, se observa en la Tabla I, que indistintamente en cualquier mes del año y no sólo en los meses de primavera y verano, puede registrarse valores sobre los 10°C . Por su parte, las temperaturas mínimas absolutas se comportan de manera similar, puesto que inclusive en los meses de verano se registran valores bajo cero grado, que producen las conocidas heladas de verano.

Se puede concluir, del análisis de la marcha diaria de las temperaturas medias, que Punta Arenas presenta las siguientes características:

a) Una reducida amplitud térmica media anual, de $10,9^{\circ}\text{C}$.

b) La existencia de largos períodos de transición, los que en conjunto suman alrededor de ocho meses, cuatro entre el máximo y mínimo térmico y otros cuatro en el período opuesto.

c) La existencia de un máximo térmico, más o menos estable, que dura casi dos meses y medio, desde mediados de diciembre a fines de febrero y de un mínimo que dura alrededor de dos meses y el cual se sitúa desde la mitad de junio hasta la primera semana de agosto.

d) La ocurrencia, durante los períodos transicionales, de oscilaciones contrarias a la tendencia general. En el período de descenso se producen numerosas alzas, mientras que durante el de incremento tienen lugar continuas bajas. Estas anomalías, al parecer, no se producen al azar, puesto que en el caso del descenso, las alzas se originan luego de bajas netas que duran entre 10 y 15 días, mientras que en el ascenso las disminuciones son posteriores a alzas netas, cuya duración oscila entre 7 y 10 días aproximadamente. Destaca en el descenso estacional el notable incremento que sucede a comienzos de junio, en el cual la temperatura se eleva, en apenas seis días, $1,5^{\circ}\text{C}$ como promedio. La fecha de este incremento es coincidente con el detectado en la estación Amundsen-Scott en la Antártica, por lo que se estima que este fenómeno debe ser real y no debido al azar.

e) Existencia durante el transcurso del año de una constante transición térmica, ya sea hacia un corto período de altas temperaturas o hacia otro aún menor de bajas.

f) La ocurrencia durante todos los meses del año de temperaturas máximas absolutas superiores a 10°C y de mínimas absolutas bajo el 0°C . Por otra parte ningún mes del año presenta su promedio con una temperatura inferior al 0°C .

Comportamiento Pluviométrico

En la realización del estudio de este parámetro se han tenido en cuenta valores diarios de precipitación correspondientes al período julio 1970 - junio 1980.

La repartición de los días con o sin precipitación aparece indicada en la Tabla II. De un total de 3.653 días del período, 1.441 registraron lluvias, representando en consecuencia casi el 40% del total.

Al tomar en cuenta el total de días por mes correspondientes a diez años y el número de días con lluvias, se observa que los más altos porcentajes de días con precipitación se presentan en los meses de abril, agosto y marzo, con el 49%, 44,8% y 40,3%, respectivamente.

En el total de días con precipitación se incluyen los con nieve, que constituyen sólo el 6%, o sea, en diez años se registraron únicamente 87 con este tipo de precipitación. El detalle del número de días con nieve aparece en la Tabla III, mientras que en la Tabla IV se indica el monto de esta precipitación en cm por meses y años. Los meses en los cuales se observa el mayor número de días con nieve son los comprendidos entre abril y septiembre, presentándose los máximos en julio (28 días), agosto (22 días) y junio (20 días), mientras que septiembre tiene 8, mayo, 7, y abril, sólo 1 día.

Para el período de 10 años, se calculó que el promedio anual de precipitación de nieve es de 23,6 cm. La máxima nevada anual se registró el año 1977 en que cayeron 48,9 cm, mientras que el año 1980 fue el con menos precipitación de nieve, cayendo sólo 1,5 cm. La máxima precipitación caída en un mes fue la registrada en junio de 1977, con 31,8 cm.

Es interesante observar que en algunos años la caída de la nieve se atrasa hasta los meses de agosto o septiembre.

En cuanto a las precipitaciones de granizo se ha determinado que son escasas y que tienden a registrarse casi exclusivamente en los meses de primavera.

El detalle mensual de las precipitaciones totales para el período analizado se proporciona en la Tabla V.

En la Tabla VI aparecen determinados los quintiles, la mediana y la media, divisiones estadísticas que permiten conocer la distribución de los días de lluvia con respecto a la cantidad de agua caída. En consecuencia, es posible determinar que para el año medio, la mediana es de 1,6 mm (1,58 mm), mientras que la altura media alcanza a 3,1 mm.

Los días con lluvias se reparten así con respecto a la cantidad de agua caída en cinco grupos, correspondiendo cada uno al 20% del total de días.

Los grupos son:

$$\begin{aligned} 0,1 &\leq x < 0,4 \text{ mm} \\ 0,4 &\leq x < 1,1 \text{ mm} \\ 1,1 &\leq x < 2,3 \text{ mm} \\ 2,3 &\leq x < 5 \text{ mm} \\ x &> 5 \text{ mm} \end{aligned}$$

TABLA II.—REPARTICION DE DIAS CON Y SIN PRECIPITACION EN EL PERIODO 1970-1980

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Total	310	283	310	300	310	300	310	310	300	310	300	310	3.653
Sin Precipitación	190	173	185	153	189	191	187	171	183	199	195	196	2.212
Con Precipitación	120	110	125	147	121	109	123	139	117	111	105	114	1.441
% Días con Precip.	38,7	35,5	40,3	49,0	39,0	36,3	39,7	44,8	39,0	35,8	35,0	36,8	39,4

TABLA III.—N° DIAS CON PRECIPITACION DE NIEVE (1970-1980)

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
1970	—	—	—	—	—	—	3	5	1	—	—	—	9
1971	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	6
1972	—	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	—	3
1973	—	—	—	—	2	2	4	1	—	—	—	—	9
1974	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2
1975	—	—	—	—	—	1	2	2	1	—	—	—	6
1976	—	—	—	—	2	2	4	3	3	—	—	—	14
1977	—	—	—	—	1	9	4	2	—	—	—	—	16
1978	—	—	—	—	—	3	5	1	—	—	—	—	9
1979	—	—	—	—	—	—	2	6	4	—	—	—	12
1980	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2
	—	—	—	1	7	20	28	22	10	—	—	—	88

NOTA: Septiembre de 1980 no está considerado en el periodo estudiado.

TABLA IV.— TOTAL DE NIEVE (en cm.) (1970-1980)

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
1970	—	—	—	—	17,4	10,1	6,3	0,2	—	—	—	16,6
1971	—	—	—	—	—	1,2	—	—	—	—	—	18,6
1972	—	—	4,4	1,5	—	11,0	—	—	—	—	—	16,9
1973	—	—	—	1,0	10,2	8,6	1,5	—	—	—	—	21,3
1974	—	—	—	—	—	—	10,3	—	—	—	—	10,3
1975	—	—	—	—	1,0	5,1	15,0	1,8	—	—	—	22,9
1976	—	—	—	13,0	1,7	14,0	2,1	6,5	—	—	—	37,3
1977	—	—	—	6,0	31,8	8,0	3,1	—	—	—	—	48,9
1978	—	—	—	—	4,4	14,5	3,2	—	—	—	—	22,1
1979	—	—	—	—	—	4,0	27,0	12,0	—	—	—	43,0
1980	—	—	—	0,5	—	—	—	1,0	—	—	—	1,5

NOTA: Septiembre de 1980 no está considerado en el período estudiado.

TABLA V.— TOTAL DE AGUA (en mm) EN EL PERIODO 1970-1980

ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
1970	—	—	—	—	—	29,2	18,8	32,1	69,2	4,6	20,2
1971	25,3	37,8	31,4	33,5	39,3	31,9	69,1	63,7	36,3	52,1	23,9
1972	34,2	13,3	9,3	74,0	32,0	25,9	15,9	27,6	48,7	17,3	41,9
1973	29,9	24,6	37,8	43,6	9,0	88,4	31,7	18,0	21,4	18,0	5,9
1974	16,8	6,6	32,4	73,3	44,9	10,1	56,6	24,8	21,5	5,8	40,2
1975	21,5	28,0	15,1	54,6	21,1	76,2	66,3	17,5	11,5	40,0	39,2
1976	28,6	30,2	16,1	65,1	47,8	26,7	64,4	44,0	70,1	64,9	90,6
1977	48,3	46,8	37,7	43,2	50,1	41,1	36,9	22,5	37,3	20,4	37,0
1978	36,4	7,4	46,1	45,7	80,8	22,8	41,3	49,1	21,5	30,2	14,1
1979	20,3	19,3	19,3	42,7	88,8	34,0	76,2	78,1	13,3	34,4	28,3
1980	38,5	51,6	65,2	11,7	64,7	20,8	—	—	—	—	—

NOTA: En esta tabla está incluida la Precipitación de Nieve.

TABLA VI.—PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA DISTRIBUCION DE LAS PRECIPITACIONES, PERIODO 1970-1980

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Nº de Datos	120	110	125	147	121	109	123	139	117	111	105	114	1.441
Q ₁ (80%)	0,41	0,34	0,37	0,43	0,47	0,49	0,49	0,45	0,51	0,40	0,53	0,53	0,44
Q ₂ (60%)	0,84	0,82	1,12	0,88	1,37	1,33	1,29	1,27	1,03	0,99	1,20	1,17	1,10
Md (50%)	1,14	1,18	1,58	1,70	1,87	1,81	1,86	1,76	1,51	1,34	1,62	1,48	1,58
Q ₃ (40%)	1,92	1,69	2,19	2,50	2,84	2,56	2,78	2,72	2,34	1,81	2,16	1,85	2,27
Q ₄ (20%)	4,44	3,44	4,25	5,61	6,57	5,21	6,33	5,18	4,94	5,52	4,71	4,16	4,96
Media (x)	2,4	2,7	2,5	3,3	4,0	3,5	3,3	3,4	3,2	2,5	2,7	3,0	3,1

En la Tabla VII, se presenta la variación mensual y anual de número de días con precipitación para los valores crecientes de altura de agua caída.

La primera fila de esta Tabla puede definir las condiciones pluviométricas generales que caracterizan a Punta Arenas, esto es, la inexistencia de un período seco, observándose además una repartición bastante homogénea del número de días con lluvias a lo largo del año. Todos los meses tienen en el período, sobre cien días con precipitación, existiendo sin embargo dos máximos, uno en el mes de abril (147 días acumulados) y otro en agosto (139 días acumulados). Por otra parte, si los valores de la Tabla VII se dividen por el número de años considerados (10), se obtienen los promedios mensuales y anuales de días con precipitación con alturas \geq a X mm.

Al analizar la Tabla VIII, que corresponde a la frecuencia acumulada expresada en porcentaje del total de días con precipitación mayor o igual a X mm, es posible determinar que el 37,3% (538 días) del total de días con precipitaciones tiene lluvias entre 0,1 y 0,9 mm, o sea, de intensidad muy débil, lo que significa, según la tabla, que el 62,7% de los días corresponden a lluvias \geq a 1 mm. En consecuencia, más de un tercio del total de días se incluye en este rango. Se debe destacar, además, que entre estas alturas de precipitación predominan los días con valores entre 0,1 y 0,5 mm, los que suman 390 y representan el 72,5% de los días del tramo.

Por otra parte, las lluvias entre 1 y 3 mm, que corresponden según la clasificación de intensidades a lluvias débiles, representan otro tercio del total, puesto que son el 37,2% (535) de los días.

Por lo tanto, se determina que el 74,5% (1073) de los días, presentaron lluvias entre 0,1 y 3 mm, o sea, lluvias muy débiles y débiles, permaneciendo el 25,5% restante con lluvias mayores o iguales a 4 mm. En otros términos, los días con lluvias dentro del rango 0,1-3 mm corresponden a las tres cuartas partes del total de días considerados.

Los días con precipitación \geq a 4 mm, o sea de intensidad débil a extrema, van

disminuyendo en la medida que las lluvias aumentan de altura. Así las lluvias débiles y moderadas entre 4 y 9 mm, suman 271, cifra que representa el 18,8% del total. Por su parte las lluvias mayores o iguales a 10 mm, consideradas como fuertes a extremas, representan sólo el 6,7% del total, puesto que ocurrieron apenas 97 veces. Esta intensidad de precipitación es más frecuente entre abril y octubre, con máximos en mayo y septiembre. El número de días con precipitaciones \geq a 20 mm es notablemente inferior, así, sólo en un día de los 1.441 se registró una lluvia superior a los 40 mm (31 de mayo de 1978, con 42,5 mm) en dos, lluvias sobre los 30 mm (13 de abril de 1976 y 3 de septiembre de 1979 con 31,5 mm respectivamente), en cinco sobre 25 mm y por último en 8 sobre 20 mm. En consecuencia se presentaron 16 días con precipitaciones \geq a 20 mm, total que representa apenas el 1,1%. Por otra parte, sólo tres días del total registraron lluvias con intensidad \geq a 30 mm, (0,2%).

El detalle de las lluvias máximas se indica en la Tabla IX.

Cabe destacar que en ningún día se registraron lluvias extremas, o sea, con valor \geq a 60 mm. Puede observarse, por lo tanto, que las lluvias fuertes superiores a 10 mm no son características en el cuadro pluviométrico de Punta Arenas.

Si se comparan los totales mensuales de días con precipitaciones en los diez años para el rango de lluvias entre 0,1 y 0,9 mm, que son porcentualmente las más importantes, se tiene que esta intensidad tiende a hacerse más frecuente en los meses de verano. El máximo se presenta en enero, puesto que de un total de 120 días con lluvia, 57 de ellos, o sea el 47,5% presentaron lluvias dentro de los valores indicados. Por su parte febrero concentró el 45,5%; abril el 42,2% y octubre el 40,5%. El resto de los meses presentaron porcentajes inferiores entre un 30 y 40%.

Si se amplía el rango de precipitación y se tienen en cuenta las lluvias entre 0,1 y 3 mm, o sea, lluvias muy débiles y débiles, el número de días con precipitación aumenta considerablemente, resultando que el mayor porcentaje de días acumulados con lluvia lo presentan los meses de

TABLA VII.— FRECUENCIA ACUMULADA DE DIAS CON PRECIPITACION \geq A X mm PERIODO 1970-1980

X	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
0.1	120	110	125	147	121	109	123	139	117	111	105	114	1.441
0.2	113	101	118	138	116	105	114	133	108	105	103	111	1.365
0.3	99	94	104	126	112	96	104	122	101	97	95	104	1.254
0.4	97	80	98	120	101	90	99	114	100	89	91	101	1.180
0.5	90	74	94	112	95	87	98	109	94	82	87	92	1.114
0.6	84	71	90	99	92	82	91	107	89	80	77	89	1.051
0.7	79	68	88	95	88	80	87	104	87	78	75	85	1.014
0.8	76	67	83	92	84	77	86	102	83	75	74	83	982
0.9	66	63	80	87	84	76	84	97	74	70	72	78	931
1.0	63	60	79	85	84	75	82	93	71	66	69	76	903
2.0	47	39	54	70	58	51	59	69	50	41	45	42	625
3.0	34	26	37	50	47	39	47	53	42	35	30	31	471
4.0	29	18	27	41	41	31	36	38	30	29	24	24	368
5.0	19	12	20	32	33	23	32	29	23	25	20	17	285
6.0	14	10	15	28	26	18	26	23	19	20	14	15	228
7.0	13	8	8	24	23	18	22	18	17	16	11	13	191
8.0	8	6	5	17	20	15	16	13	15	10	9	9	143
9.0	5	5	4	15	18	12	14	12	10	10	6	8	119
10	5	5	4	12	11	12	8	10	10	8	5	7	97
12	2	5	3	7	6	6	4	5	7	5	2	7	59
14	—	3	1	4	5	4	2	5	5	4	2	4	39
16	—	2	—	3	5	3	2	4	4	3	2	3	31
18	—	1	—	2	4	2	2	2	2	3	—	3	21
20	—	1	—	2	2	2	1	2	1	3	—	2	16
25	—	1	—	2	1	1	—	—	1	1	—	1	8
30	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	3
35	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1
40	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1

68

TABLA IX.— PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACION Y MAXIMA PRECIPITACION EN 24 HORAS (en mm) PERIODO 1970-80.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Promedio	30,0	26,6	31,0	48,7	47,9	37,8	40,6	47,7	37,7	35,1	28,8	34,1	446,0
Máx. en 24 horas	13,3	27,0	14,0	31,5	42,5	26,6	20,3	23,6	31,5	25,4	16,3	25,6	
Año	1977	1980	1980	1976	1978	1975	1972	1971	1980	1970	1971	1976	1976

TABLA X.— FRECUENCIA MEDIA MENSUAL DEL N° DE DIAS CON PRECIPITACION \geq X mm. PERIODO 1970-1980 (meses normalizados a 30.44 días)

X	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.1	11,8	11,8	12,3	14,9	11,9	11,1	12,1	13,6	11,9	10,9	10,7	11,2
1.0	6,2	6,5	7,7	8,6	8,2	7,6	8,1	9,1	7,2	6,5	7,0	7,5
2.0	4,6	4,2	5,3	7,1	5,7	5,2	5,8	6,8	5,1	4,0	4,6	4,2
10.0	0,5	0,5	0,4	1,2	1,1	1,2	0,8	1,0	1,0	0,8	0,5	0,7
20.0	—	0,1	—	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	—	0,2

verano y algunos de primavera. Así el 75,8% de los días de enero caen en este rango; febrero concentra nada menos que el 83,6%; marzo el 78,4%; noviembre el 77,1%; mientras que el último mes del año tiene el 78,9%. A diferencia de ellos, el resto, especialmente los invernales, presentan valores que fluctúan entre el 66 y 74%.

Este aumento del número de días con precipitación en el rango 0,1 a 3 mm, que ocurre en los meses de verano y en parte de los de primavera, se opone al aumento de días con precipitación a ≥ 4 mm en los meses invernales y en consecuencia se puede estimar la existencia de cierta tendencia a la estacionalidad de las lluvias según su altura.

De la Tabla VIII se obtuvieron además, los datos que aparecen representados en la figura 2, en la que se muestra el tipo de distribución anual de las lluvias diarias, dibujadas en una malla gauso-logarítmica. Se constata que la distribución presenta un alineamiento satisfactorio de puntos en el intervalo 0,3 a 6 mm, tramo que corresponde a lluvias desde muy débiles a débiles. Puede decirse por lo tanto, que la distribución estadística anual de los totales diarios de precipitación para Punta Arenas en el intervalo considerado obedece muy aproximadamente a la ley de Galton que establece que: los puntos dibujados sobre una malla gauso-logarítmica deben de estar sensiblemente alineados para que la hipótesis considerada sea aceptable.

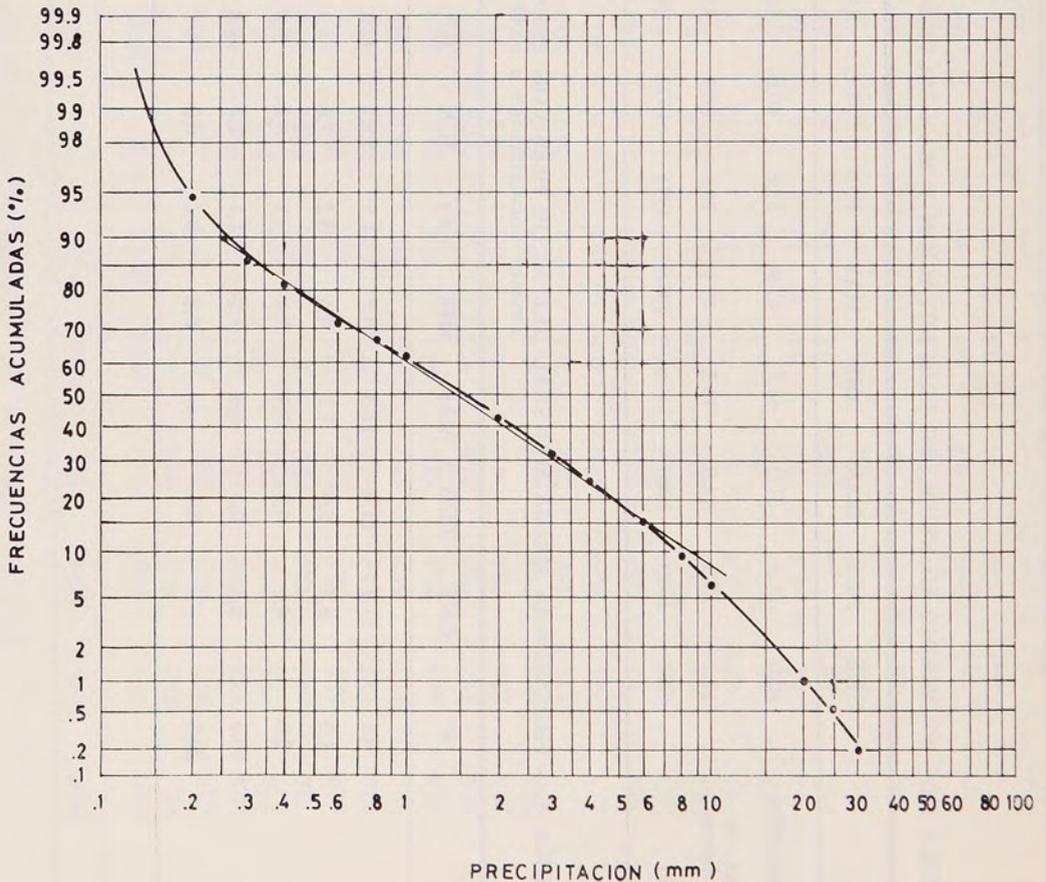


Fig. 2 — Frecuencia de las precipitaciones diarias

A diferencia los totales inferiores a 0,3 mm y superiores a 6 mm, o sea, que corresponden a lluvias de muy débiles a moderadas y de fuertes a muy fuertes respectivamente, obedecen a una distribución diferente.

La figura 3-A representa las frecuencias reales correspondientes a precipitaciones mayores o iguales a 0,1; 1; 2; 10 y 20 mm. Como la irregularidad en la duración de

los meses altera de alguna forma la variación mensual y anual, se transformaron las frecuencias de la Tabla VII a aquellas que se tendría si todos los meses tuvieran la misma duración, es decir, se han normalizado los meses a 30,44 días. El detalle de esta corrección aparece en la Tabla X y en la figura 3-B para los valores de precipitación.

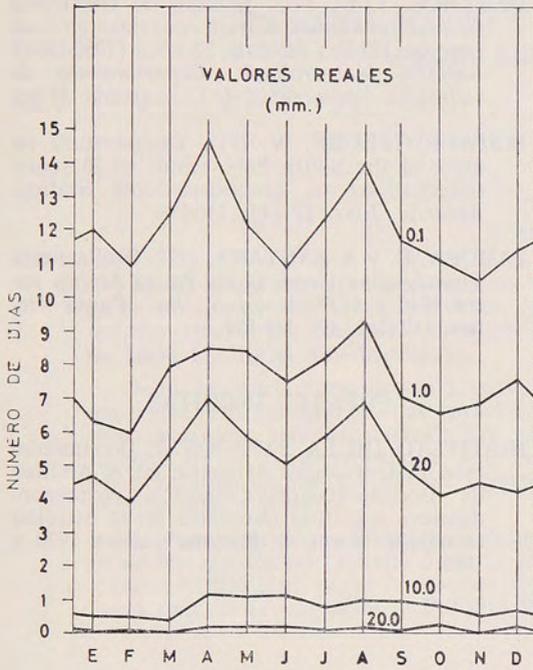


FIG. 3-A

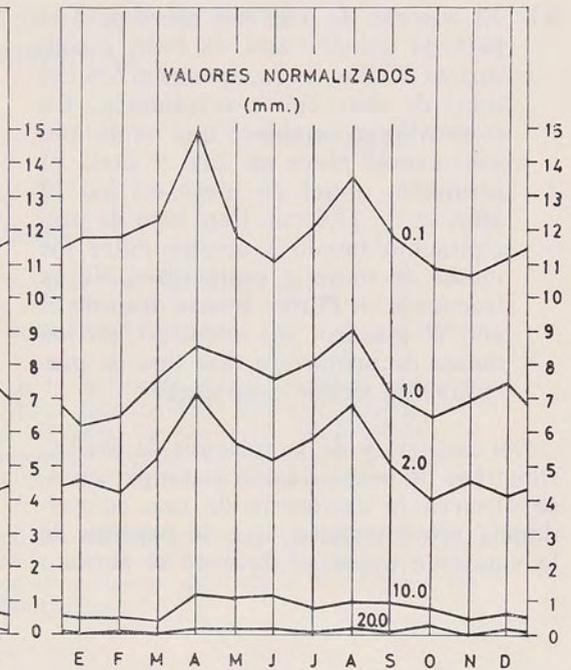


FIG. 3-B

En resumen, Punta Arenas presenta las siguientes características pluviométricas:

- a) Inexistencia de un período seco.
- b) Repartición bastante homogénea del número de días con lluvia a lo largo del año.
- c) Predominancia de lluvias de intensidad muy débil y débil. El 74,5% de los días con lluvia permanece en el rango 0,1 - 3 mm.
- d) Ausencia de lluvia extremas, o sea, superiores o iguales a 60 mm.
- e) Las lluvias, consideradas como fuertes y extremas en conjunto sólo representan el 6,7% del total de días con lluvia.
- f) Existencia de cierta tendencia a la estacionalidad de las lluvias según su cantidad, así en los meses de verano y en algunos de primavera el número de días con intensidad entre 0,1 y 3 mm es mayor que en invierno: en enero el 75,8% de los días cae en este rango; febrero tiene el 83,6%; en marzo cae el 78,4%; en noviembre el 77,1% y en diciembre el 78,9%, a diferencia en los meses invernales el

total de días permanece entre el 66 y 74%.

- g) Las lluvias presentan una distribución satisfactoria en el intervalo 0,3 a 6 mm, pudiendo determinarse que las precipitaciones para Punta Arenas obedecen muy aproximadamente a la ley de Galton, conocida también como ley del efecto proporcional o ley log-normal.
- h) El número de días con nieve para el período considerado, es bajo y sólo suman 87 días, o sea, apenas el 6% del total de días con precipitación. En promedio se establece que en un año sólo caería nieve en casi 9 días. El promedio anual de nieve en los 10 años es de 23,6 cm. Este tipo de precipitación tiende a ocurrir entre los meses de mayo y septiembre. No es frecuente en Punta Arenas durante el año el granizo, sin embargo, en los meses de primavera este tipo de precipitación tiende a aparecer.

Del análisis y de la relación de los parámetros de precipitación y temperatura, se observa la existencia de una concordancia pluviotérmica, que se expresa de la siguiente manera: durante el período

de verano y en parte de la primavera, cuando la temperatura permanece alta, se registran predominantemente lluvias de intensidad muy débil y débil (0,1 a 6 mm); mientras que en el período invernal, de baja térmica, las lluvias sobre 3 mm, o sea, de débiles a muy fuertes, son más frecuentes que en el período estival.

LITERATURA CITADA

- DEVYNCK, J. E., 1971. Estudio de frecuencia de precipitaciones diarias ocurridas en Concepción (Chile) durante 20 años (1950-1969). *Sección Meteorología. Departamento de Geofísica. Universidad de Concepción*. 31 pp.
- SCHWERDTFEGER, W. 1977. Temperature regime of the South Pole, result of 20 years' observations at Amundsen-Scott Station. *Antartic. Jour.* 12 (4): 156-158.
- ZAMORA, E. y A. SANTANA, 1979. Oscilaciones y tendencias térmicas en Punta Arenas entre 1888 y 1979. *Ans. Inst. Pat.*, Punta Arenas. (Chile). 10: 145-154.

FUENTES INEDITAS

- INSTITUTO DE LA PATAGONIA. Documentación meteorológica existente en el Archivo de Documentación Climática, correspondiente a registros obtenidos en la estación climática "Jorge C. Schythe", entre 1970 y 1980.