

LAS CALMAS NOCTURNAS DURANTE  
LA PRIMAVERA DE 1974  
EN PUERTO MADRYN



CENTRO  
NACIONAL  
PATAGONICO

COMISION NACIONAL DE ESTUDIOS GEO-HELIOFISICOS

CENTRO NACIONAL PATAGONICO

CNP - 1.5-3

"LAS CALMAS NOCTURNAS DURANTE LA PRIMAVERA DE 1974

EN PUERTO MADRYN"

V. Barros y M. M. Rivero

PUERTO MADRYN - CHUBUT

1975

## ABSTRACT

Cases, with wind speed less than 2 m/s., are usually called calms. In such conditions, pollution may be increased near the emission sources, specially when vertical mixing is reduced during night hours. For this reason, a study of calms was performed with data from Puerto Madryn C.N.P. network. The analysis was made for the 1974 spring.

Calm frequency shows a maximum during the first hours of the night while the average speed is minimum at the same hours.

A strong maximum in wind speed is observed in many days, after the early night calm.

Topography effects on circulation patterns are discussed and so is its influence on results of previous climatological reports.

The peculiar variation of wind speed during the day is discussed in connection with climatological studies based upon three diurnal observations.

## RESUMEN.

Se describe el fenómeno enunciado en el título, entendiendo por calmas aquellas situaciones en que la velocidad del viento es menor de 2 m/s.

El interés por este estudio radica en las condiciones desfavorables para la difusión de contaminantes que se producen durante la noche, debido a que la ventilación vertical se halla reducida sensiblemente por la inversión nocturna.

Durante las primeras horas de la noche se registra una mayor frecuencia de calmas y un mínimo de intensidad en la curva diaria de viento.

En muchos días se observa un característico máximo nocturno en la intensidad.

Se considera la influencia de la topografía en la circulación con bajas velocidades y, finalmente, se discute la utilidad y el manejo de la observación tridiurna para el parámetro viento, especialmente en relación a los problemas de contaminación.

## 1.- INTRODUCCION

La fabricacion de aluminio en Puerto Madryn y las crecientes expectativas de nuevas radicaciones industriales han motivado la realizaci3n de un programa de investigaci3n tendiente a la preservaci3n del ambiente en la zona, que comprende un intensivo estudio micrometeorol3gico del area.

En un reciente informe del programa (1), se se~alan las concentraciones probables que alcanzar3n los contaminantes emitidos por la f3brica de aluminio, cuando funcione a pleno en situaciones de viento muy d3bil e inversi3n en el gradiente vertical de la temperatura. Estas situaciones suelen presentarse durante la noche, por ello las hemos denominado "Calmas Nocturnas".

Con el fin de establecer un criterio cuantitativo que las discrimine, se ha tomado en cuenta aquellos casos en que la velocidad del viento es menor de 2 m/s.

En el citado informe (1) se muestra que la frecuencia de 3stas situaciones es considerable por lo que, adem3s de configurar los casos de m3s alta concentraci3n de polutantes en la atm3sfera, tendr3n, sin duda, un alto peso en el c3lculo de las concentraciones promedio diarias o mensuales dentro de la zona en estudio. Por ello se ha considerado oportuno un estudio exhaustivo de estas situaciones cuyo primer resultado es el presente trabajo.

La figura 1 muestra el área en consideración, las estaciones instaladas por el Centro Nacional Patagónico, la de la Base Aeronaval y la vieja estación meteorológica que funcionó hasta 1935.

Las estaciones del C.N.P. disponen de anemógrafos con registro mensual y termohigrógrafos con registro semanal o diario.

La información analizada corresponde al período: 1° de setiembre - 15 de noviembre de 1974. Solo a partir de setiembre de 1974, merced a una intensa vigilancia del instrumental instalado, se pudo disponer de abundante información confiable.

## 2.- ANÁLISIS MICROSINOPTICO DE LAS CALMAS.

El período considerado fué de 76 días. Durante su transcurso, en la estación N° 4, 46 días presentan períodos de más de una hora con una velocidad menor que 2 m/s. En la estación No. 3, el número de días con tales condiciones suma 45 por lo que, en este sentido, parece haber bastante similitud en la zona Norte de la ciudad.

Para todos los días, desde antes y hasta después del período de calma, se volcó en mapas, hora por hora, la siguiente información: dirección del viento (Promedio durante 5 minutos antes y 5 minutos después de la hora fijada); intensidad media de la hora siguiente; dirección media de este período; temperatura y humedad.

El resultado de este análisis indica que durante las horas de baja velocidad, la topografía puede ser un fuerte condicionante de la circulación en la zona.

Esta condicionante, cuando existe, da lugar además a un flujo con cierta organización y que de ningún modo debe ser considerado caótico en la escala de tiempo de una hora.

Los campos de dirección del viento (promedio 10 minutos u ho\_rario) se complementan para dar la certeza de que el flujo - adquiere características cuya duración es del orden de horas.

Con vientos del sector Este Noreste o Sudeste, prevaleciendo en todas las estaciones y en particular en la estación N° 3, la estación N° 4 suele marcar direcciones que van del Norte al Noroeste e incluso Sudoeste. La interpretación más simple es la de suponer la existencia de un vórtice inducido por la topografía.

Esta interpretación se refuerza considerablemente al observar que estos vórtices se dan luego de una o dos horas de calma y que la rotación del viento en la estación N° 4 es progresiva del Este al Oeste - Noroeste pasando por el Norte.

Más concluyente resulta la observación de que este proceso va acompañado por una creciente estabilización de la atmósfera. La estabilidad vertical puede inferirse cuando el vien\_to Este alcanza a todas las estaciones. En esas condiciones, si las estaciones N° 5 y 6 marcan temperaturas más elevadas

que las más bajas, debe suponerse que, por hallarse al borde de la meseta, están midiendo la temperatura del aire que se halla alrededor de 100 m. sobre el nivel de las estaciones de la olla. Esto precisamente ocurre el día 4-9-74 cuya evolución es descripta en las figuras 2, 3, 4, y 5. Nótese que inicialmente la temperatura es la misma en las estaciones 3 y 6 y, a medida que el enfriamiento por radiación progresa, la diferencia se hace ostensible. Por último, al finalizar el período de calma con irrupción de viento Oeste, la estación 6 toma la temperatura característica de 1,5 m. sobre el suelo y prácticamente se iguala con las estaciones costeras.

Con este tipo de análisis se ha podido inferir la estabilidad vertical en varios casos y todos confirman el esquema que proponemos: a medida que la estabilidad vertical progresa, el flujo del Este, encerrado por la topografía, tiende a producir una circulación antihoraria al Norte de la loma que separa la zona industrial de la ciudad.

Al sur de la loma, merced a la ubicación de las estaciones 2 y 4, también se observan vórtices, en su mayoría horarios. En muchos casos la estación 4 responde alternativamente a una u otra circulación.

La fig. 6 ilustra sobre un vórtice al Sur de la loma producido con corriente del Norte. Conviene señalar como típico que, en condiciones de Norte muy suave asociados a estabilidad, la estación de la Base Aeronaval tiende a marcar, como en el caso de la fig. 6, una componente Este u Oeste, a di-

ferencia de lo que ocurre en el resto de la zona. Esto debe ser señalado para mostrar el peligro de realizar cálculos estadísticos sobre concentraciones de polutantes en base a esta sola estación. Es precisamente en condiciones de viento Norte que los polutantes del parque industrial llegarían a la ciudad y es en esas situaciones cuando la estación M suele no registrar tal dirección si las condiciones son de velocidades bajas y estabilidad vertical alta, es decir, las más severas para la contaminación.

Otra conclusión que surge del análisis de estas situaciones es que la dirección del viento cambia lenta pero continuamente, en el período anterior, durante y después de la calma, no pudiendo detectarse hasta el presente un comportamiento sistemático, ni en el sentido de la rotación ni en el período de la misma. Es muy raro observar períodos prolongados de calma con vientos de una sola dirección.

De estos análisis surge la inconveniencia de realizar estudios sobre la difusión de contaminantes en base a una sola estación; pero si alguna debiera ser elegida como la más representativa, estimamos que debiera ser la N° 4 pues se halla entre el parque industrial y la ciudad y es además indicativa de las trayectorias de los contaminantes.

En efecto, el viento Este en la estación N° 3 puede, en ciertas condiciones, volver como Noroeste en la N° 4, volcando los contaminantes hacia la ciudad. En el otro sentido, cuando responde al vórtice horario del sur de la loma es indicativa de que no llegarán partículas directamente del parque industrial a la zona urbana.

Una mejor ubicación de la estación N° 4 podría hacerla más útil, acercándola hacia la costa para colocarla directamente sobre la línea que une el parque industrial y la ciudad.

Desde el punto de vista estadístico cabe mencionar que hasta 1935 funcionó la estación E, que se hallaba inmejorablemente ubicada para nuestros fines. Su información se halla en estadísticas climatológicas 1901 - 1956 (2) y a los efectos del viento reproducimos la tabla I. Si se la compara con la estación M, cuya estadística fue procesada por N. Mazzeo (3) surgen marcadas diferencias en las componentes Norte y Noroeste.

Aunque en el trabajo citado (3) no se han promediado las observaciones tridiurnas, una vez hecho esto por nosotros, la tabla 2 muestra una menor frecuencia de N., NW. y NE. y una mayor frecuencia de Estes, además de una marcadísima sobreestimación de calmas, cuya mayor frecuencia estimamos debida a la hora de observación, como oportunamente se discutirá en este trabajo.

La comparación del cuadro I y 2 tiende a reforzar la conclusión de nuestro estudio microsinóptico acerca de la falta de representatividad de la estación M para los estudios sobre la contaminación derivada de la ubicación actual del parque industrial. Esta falta de representatividad es debida a la topografía compleja de la zona y ya se ha dado en este trabajo algún ejemplo que ayuda a comprender las diferencias entre la tabla I y II.

### 3. ESTADÍSTICAS SOBRE LAS CALMAS NOCTURNAS EN PRIMAVERA.

Por las razones anteriormente expuestas surge como más conveniente realizar estadísticas con la estación N° 4. Por ello los valores presentados en esta sección se refieren a dicha estación.

La gran variabilidad de la atmósfera de un año a otro, en la zona de latitudes medias, no nos permite arribar a conclusiones definitivas con observaciones de un solo año. Sin embargo, podemos aumentar considerablemente la información que nos proporcionen los datos de un año cuando son manejados con criterio y se los vincula a circunstancias sinópticas de las cuales se dispone mayor información estadística. Basados en estas premisas, presentamos la información estadística de la primavera de 1974 en lo referente al tema en estudio.

Resulta evidente que el primer parámetro sinóptico de gran escala vinculado con la ocurrencia de calmas es la intensidad de la circulación sinóptica. Por otra parte, en primavera y a la orilla de un golfo, esta puede ser indirectamente registrada por la presencia o no del fenómeno de brisa. Partiendo de esta suposición y tomando como indicador para la brisa el viento del sector que va de 20° a 160° a las 15 hs., se comprobó que, de los 76 días, 33 presentaban brisa y 43 no. En el primer caso (situaciones de poca circulación) en 27 días se observaron calmas nocturnas y en 6 no, mientras que en el segundo caso la proporción fue de 19 y 24. Es decir que, con circulación sinóptica leve, el 82 % de los casos acusan calmas y con circulación intensa el 44 %.

Como este último resultado parece demasiado exagerado, para contabilizar los posibles cambios de situación sinóptica, se discriminó entre aquellos casos en que al día siguiente había brisa a las 15 hs. y aquellos en que no la había. A pesar de ello, en 8 casos no se produce brisa ni el día anterior ni el posterior y, no obstante, se registran calmas nocturnas. Nace así la sospecha de que existe un mecanismo que facilita las bajas velocidades del viento, en ciertas circunstancias aún con circulaciones sinópticas intensas, cosa que es totalmente comprobada en la sección 4.

La figura 7 muestra la frecuencia de calmas durante las diversas horas de la noche para el período en consideración. Nítidamente sobresale un máximo entre la hora solar 20 y la 22, con valores que alcanzan al 28%. Siendo las 20 hs. una de las horas de observación para las estaciones climatológicas, cualquier trabajo hecho sobre estas observaciones tiende a exagerar la frecuencia de calma. Tal ocurre precisamente en el trabajo citado (3) donde, en efecto, la hora 20 muestra altas proporciones de calmas, mayores aún a las mostradas en la figura 7 para el mes de Octubre.

Cuando se desglosan situaciones con o sin brisa, es decir, aquellas con alto o bajo índice de circulación, las frecuencias de calmas son, en las distintas horas, las descritas en la fig. 8 para los casos con brisa y en la fig. 9 para los casos sin brisa. Se observan claramente dos comportamientos bien diferenciados. En las situaciones de bajo índice de circulación no parece haber mayor preferencia por la ocurrencia de calmas en ninguna hora en particular. Por el contrario, en el caso de alto índice de circulación se observa una

marcada preferencia por las primeras y últimas hora de la noche, con mayor acento en las primeras.

La fig. 10 ilustra la duración de las calmas indicando que, con mayor frecuencia, ellas tienden a durar una o dos horas, aunque también ocurren casos en que el viento no supera los 2 m/s. por períodos de más de 10 hs. de duración.

Las fig. 11 y 12 muestran la frecuencia con que las calmas alcanzan determinada duración para casos con mucha o baja circulación. Excepto un caso de 10 hs. de duración, en días de alta circulación las calmas tienden a ser breves.

La fig. 13 muestra la marcha diaria de la intensidad del viento en el período en análisis y en Pto. Madryn. Se aprecia un mínimo ostensible a las 21 hs. H.O.A., es decir, a las 20 solar, que concuerda con la hora de máxima frecuencia de calmas (Fig. 7). Consideramos que este mínimo es particularmente interesante por cuanto, generalmente, se debe esperar que se produzca en el momento de mayor enfriamiento y mayor estabilidad, que coincide con las horas de la mañana. Si bien existen lugares que presentan la característica de tener un mínimo de intensidad del viento y un máximo de frecuencia de calmas a la tarde, según puede apreciarse en la literatura (4 y 5), esto no es lo común.

A modo de comparación, la figura 14 muestra la marcha diaria para Octubre para estaciones de la Patagonia según estadísticas del S.M.N.

La curva de Trelew, estación próxima a Pto. Madryn, es esencialmente diferente.

Particularmente llama la atención Comodoro Rivadavia, con un doble mínimo y un máximo nocturno. No se puede menos que pensar que el doble máximo en la frecuencia de calmas en Pto. Madryn, en días de mayor circulación, se sitúa a las mismas horas que el doble mínimo de intensidad en Comodoro Rivadavia. Cabe resaltar lo que en común tienen ambas localidades: son estaciones costeras, no muy alejadas entre sí en latitud. Esta similitud, como otras características de esta sección, aparecen clarificadas con la descripción del fenómeno del máximo nocturno en la siguiente sección.

Mientras tanto, la figura 15 muestra como el mínimo nocturno es una función evidente de las condiciones astronómicas, al atrasarse a medida que la puesta del sol se hace más tarde.

#### 4.- EL MAXIMO NOCTURNO EN LA INTENSIDAD DEL VIENTO.

La fig. 16, copia del registro de un anemógrafo, ilustra sobre un fenómeno repetidamente observado en el proceso de la información de este tipo en Pto. Madryn. Por ello se cree conveniente ilustrar el fenómeno con un caso particular. Se trata de los registros de la noche del 10 al 11 de Octubre de la estación N° 3.

Se puede ver como cerca de las 20 hs. el viento disminuye abruptamente y cambia su dirección del Norte al Este y, después de un período de cuatro horas con prácticamente calma,

otra vez, más o menos abruptamente, el viento recupera su intensidad y dirección anterior al período de calma, presenta un máximo entre las 1 y las 2 hs. del día y a las 4 hs. cesa, también bastante rápidamente, configurando un nuevo período de calma o vientos muy suaves del sector Este.

Este fenómeno, que también se da con otras direcciones de viento, configura claramente un máximo nocturno perfectamente diferenciado. En otras oportunidades, la disminución del viento en las primeras ó últimas horas de la noche no es de tal magnitud como para que la podamos clasificar como calma, pero lo que se mantiene bien diferenciado es, en muchísimos casos, el máximo nocturno.

La fig. 17 muestra, para el mismo registro presentado en la fig. 16, la intensidad en función de la hora.

Resulta un poco difícil poder aseverar con que frecuencia se da este máximo por cuanto existen todo tipo de situaciones intermedias, donde se incluyen aquellas en que el máximo existe pero es solo levemente superior, en 1 ó 2 Km/hs., a los valores del mínimo. En consecuencia se adoptó un criterio estricto, considerando que el máximo existe cuando antes y después del valor máximo absoluto, se registran intensidades inferiores en 10 Km/hs., en un lapso de no más de 6 hs. y en las horas que aquí hemos considerado "nocturnas" (18 a 6 hs.).

A pesar de lo restrictivo de la caracterización 28 días de los 76 estudiados presentan el fenómeno, lo que indica un porcentaje bastante elevado. Debe considerarse, además, que la tendencia a producir un máximo (o si se quiere complemen-

tariamente un doble mínimo) se halla también en muchos días que no se han encuadrado en la caracterización requerida.

La fig. 18 muestra la marcha de la intensidad del viento cuando se promedian esos 28 casos, desplazando la coordenada tiempo de forma que la hora cero sea, en todos los casos, la del máximo. Se puede apreciar una característica que también se observa en la fig. 16

La disminución del viento es mucho más lenta que su aumento, dando una pendiente en la fig. 18 más pronunciada a la izquierda que a la derecha. La forma abrupta con que el viento aumenta después de la calma en la fig. 16, que es característica de casi todos estos casos, indicaría que, al margen de algún otro proceso actuante, se produce en ese momento un rompimiento de la inversión y un transporte de momento desde capas altas. La fig. 19, que describe la marcha diaria de la temperatura en parte del período, refleja entre las horas 21 y 23 un cambio en la pendiente de la temperatura asociado al incremento de esta, producido en aquellos casos en que el momento de capas altas termina con la inversión térmica, aumentando la temperatura en superficie.

El doble máximo de frecuencia de calmas en casos de fuerte circulación sinóptica sugiere que el máximo nocturno se observaría con preferencia en esos casos. Durante los 15 días de Noviembre considerados, las condiciones de radiación son tales que prácticamente todos los días presentan a las 15 hs. una incursión de la brisa, incluso aquellos en la circulación del Oeste es suficientemente pronunciada.

Debido a ello, si nos restringimos a los meses de Septiembre y Octubre para calificar la intensidad de circulación de acuerdo o no a la ocurrencia de brisa a las 15 hs., surge un hecho interesante: el máximo nocturno se da en 21 días y solo en tres de ellos se presenta brisa en la tarde anterior.

Si se considera que son 24 los días con baja circulación, la ocurrencia del máximo nocturno en esa condición se da en el 12 % de los días, en cambio, con circulación más intensa, se da en el 49 % de los días, lo que resulta indicativo de que el fenómeno se produce preferentemente con situaciones de alta circulación. Esta relación es aparentemente no causal. Probablemente, para que el máximo se pueda dar, es necesario una fuente de energía que, en los días de intensa circulación, puede ser suministrada por las capas superiores de la atmósfera.

Lo que debe rescatarse de esta discusión es que evidentemente existe un mecanismo que tiende a interrumpir las calmas nocturnas o a acelerar el viento durante la noche y que este efecto tiende a desaparecer en las últimas horas de la noche, dando lugar al máximo nocturno definido, efecto que se ve favorecido cuando la circulación sinóptica es suficientemente intensa.

Es muy probable que la marcha diaria de la intensidad del viento en Comodoro Rivadavia esté relacionada con este fenómeno. La frecuencia de situaciones de alta circulación en ese lugar es mayor, pues está completamente dentro de la circula-

ción de los Oestes, mientras que Pto. Madryn se halla más a menudo bajo el efecto de la circulación del Anticiclón Atlántico.

Un aspecto que debe destacarse es que la oscilación inercial para la latitud de Pto. Madryn es de 18 hs., por lo que la diferencia entre el doble mínimo de 9 hs., según lo que se ve en la fig. 18, podría relacionarse con este efecto.

Finalmente, cabe señalar que este fenómeno está íntimamente vinculado con el doble máximo en la frecuencia de calmas observable en días de intensa circulación.

#### 5.- CONCLUSIONES.

El presente trabajo ha servido para caracterizar los periodos de calma durante las noches de la primavera de 1974. En tales circunstancias las débiles circulaciones en la zona tienden a ser fuertemente influenciadas por la topografía irregular dando lugar, en condiciones pronunciadas de estabilidad, a circulaciones cerradas o casi cerradas, que pueden modificar esencialmente el aporte de contaminantes desde el parque industrial a la ciudad.

Ha quedado evidenciado que la posición de la Base Aeronaval es poco representativa en tales condiciones para analizar los problemas de la contaminación debidos a industrias ubicadas en el actual parque industrial.

La marcha diaria de la intensidad del viento presenta un mínimo a las 20 hora solar e, igualmente, un máximo de calmas

en esa hora. Debido a que esa es una hora de observación climatológica, debe manejarse cuidadosamente cualquier estudio basado en observaciones tridiurnas. La mejor enseñanza que queda, es que cuando no se disponga más que de información tridiurna para el caso del viento, se debe ser muy cauto y recurrir a información de otras localidades cercanas y, en lo posible, similares geográficamente a fin de evaluar la representatividad de la información. Esto debe ser particularmente cuidado en los estudios de contaminación donde las situaciones de vientos débiles son de especial interés.

Las situaciones sinópticas de alta y baja circulación caracterizadas indirectamente permiten separar los casos de calmas en dos grupos netamente diferenciados. Los que responden a baja circulación sinóptica no presentan preferencia por ninguna hora de la noche en particular, presentan casos de mucha duración y generalmente no se ven interrumpidos por un período de viento fuerte. Todo lo contrario ocurre con las situaciones de fuerte circulación: las máximas frecuencias de calmas se dan en las primeras y últimas horas de la noche y están asociadas a máximos de viento intenso. Esta separación nítida de las dos situaciones permitirá avanzar sobre el conocimiento estadístico de estos fenómenos, mucho más de lo que permitirá un simple trabajo calculista para un solo año. En efecto, se puede conocer a partir de los registros de muchos años la estadística de las situaciones sinópticas que elegimos como alternativas. Aunque queda un cierto margen de duda sobre la representatividad que para uno y otro caso asume la muestra de una sola temporada, no es menos cierto que el parámetro que quizás más influya en su variabilidad (la intensidad de la circulación sinóptica) ha sido aislado

y puede ser trabajado estadísticamente. Para poner estas ideas en términos más claros supongamos que la probabilidad de calma sea  $P(C)$  y que la probabilidad de calma, dado un alto índice de circulación sea  $P(CI)$ , etc.

Entonces  $P(C) = P(I)P(C/I) + P(NI) P(C/NI)$  donde NI es el suceso: bajo índice de circulación.

De datos estadísticos es posible evaluar  $P(I)$  y  $P(NI)$ , mientras que para  $P(C/I)$  y  $P(C/NI)$  se puede suponer que una muestra pequeña es suficiente, dado que el principal factor que condiciona al fenómeno es precisamente la ocurrencia del suceso I o NI. En el caso que esto último no pudiera aceptarse se debería elegir un segundo parámetro sinóptico que permita una mayor definición del problema.

#### AGRADECIMIENTOS.

Se agradece la colaboración brindada por el Servicio Meteorológico de la Armada al facilitar la información de su Base Aeronaval de Pto. Madryn y especialmente al Lic. Edgardo Giordano. Igualmente se agradece la amabilidad del Dr. J.A. Hoffmann por prestarse a discutir algunos de los temas del trabajo y facilitar la bibliografía al respecto.-

REFERENCIAS

1. V. Barros, Posibles altas concentraciones de contaminantes a producir por la fábrica de aluminio en Puerto Madryn. CNP - 1.5-2, Centro Nacional Patagónico, 1975.
2. Estadísticas climatológicas 1901-1950. Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires.
3. N. Mazzeo, J.L. Aiello y D. Barrera, aspectos de la climatología de la difusión atmosférica de la zona de Pto. Madryn (Pcia. del Chubut). Comisión Nacional de Estudios Geo-Heliofísicos, Centro Nacional Patagónico; Serie: informes científicos.
4. O.G. Sutton, Micrometeorology. Mc. Graw Hill P. Company Ltd. London.
5. R. Geiger, The Climate Near the Ground. Harvard University Press Cambridge, 1965.

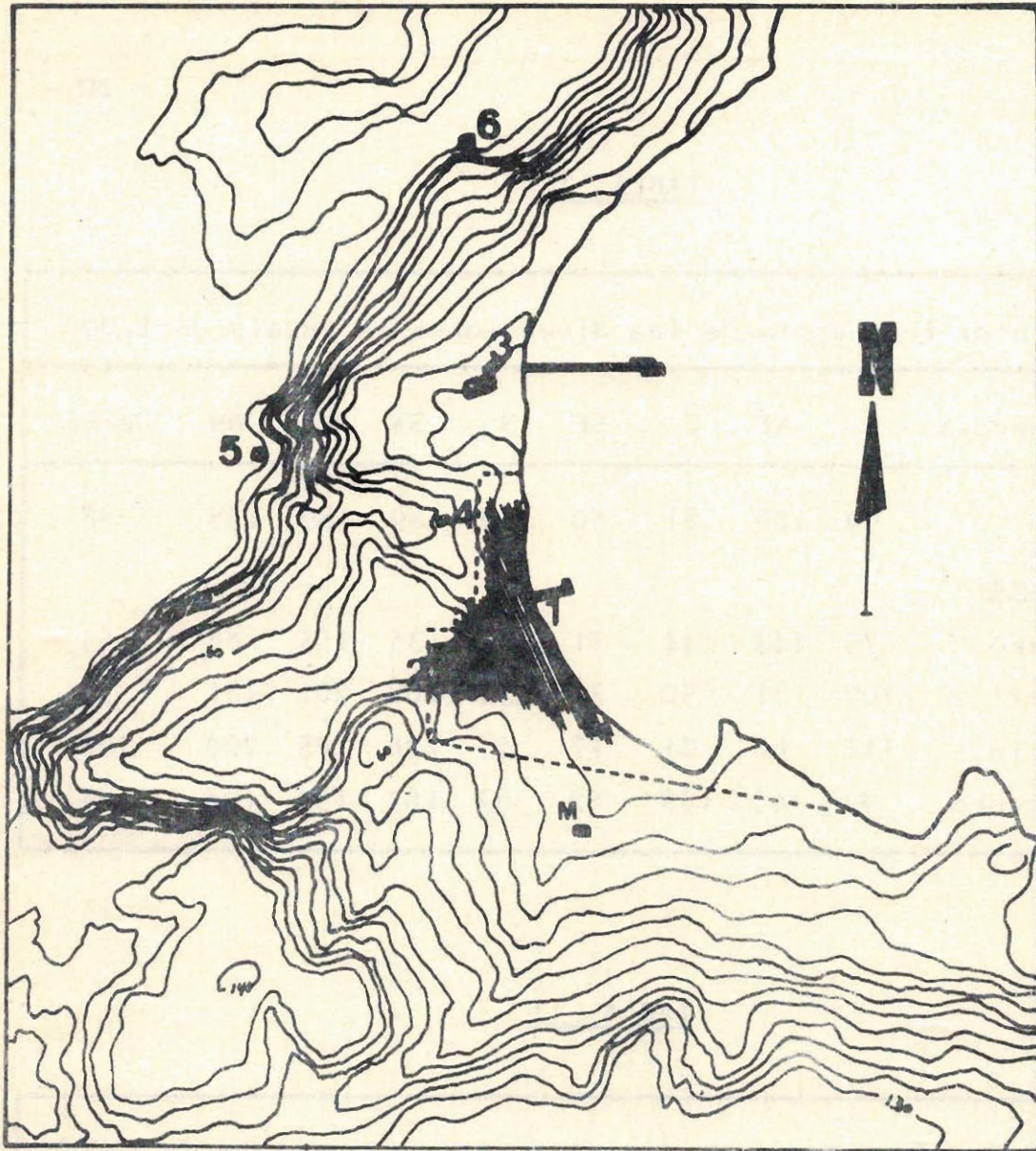
FIGURAS Y CUADROS

TABLA I

Viento: Frecuencia de las direcciones en escala de 1.000									
Direcc.:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma
Año	99	106	81	50	60	189	189	138	88
<u>Meses</u>									
Enero	75	143	144	71	84	135	155	88	55
Abril	107	81	50	38	55	200	201	181	87
Julio	111	66	21	17	45	226	205	200	109
Octubre	99	165	103	82	69	163	134	104	81

TABLA II

Viento: Frecuencia de las direcciones en escala de 1.000									
Direcc.:	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calma
Año	77	66	87	23	73	220	150	47	233
<u>Meses</u>									
Enero	63	133	220	50	73	233	113	26	140
Abril	73	60	37	20	47	223	180	47	297
Julio	73	67	37	17	73	233	157	47	297
Octubre	60	120	120	30	90	280	177	37	197



**Fig. 1:** Zona de Puerto Madryn

Area sombreada actualmente habitada

---- Límite de la zona urbana

Lineas de cota: Topografía (cada 10m)

Nº 1 a 6 indican la posición de las estaciones del C.N.P.

■ Aireadores de ALUAR

Escala 1:100.000

Tomado de la edición del Instituto Geografico Militar - pag. 4366-18/1943

M Estacion de la Base Aeronaval

E Vieja estacion meteorologica

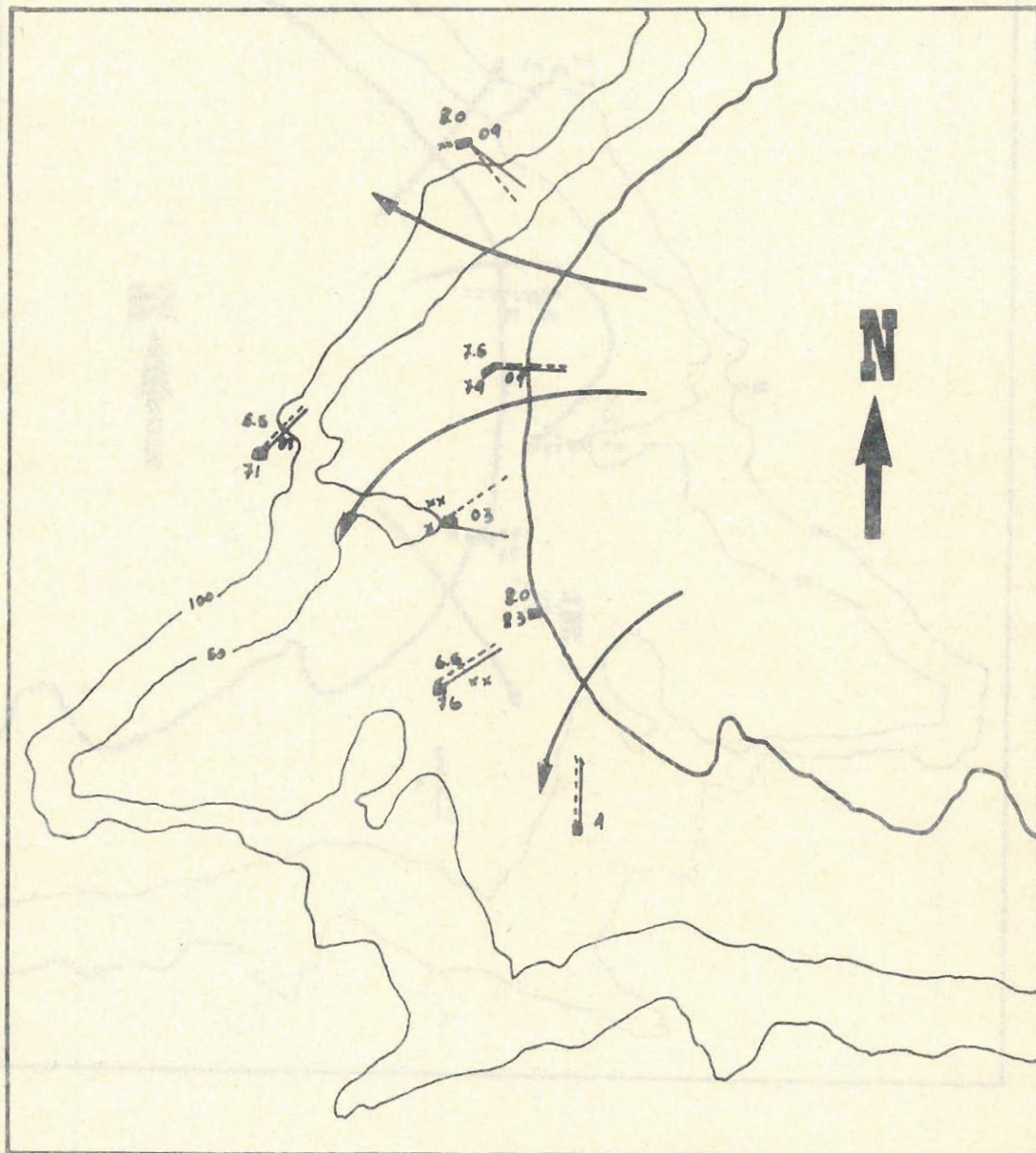


Fig. 2: Días 4-9-74 / 23.00 Hs.

Trazo partido: dirección del viento (promedio 10' alrededor de la hora)

Trazo lleno: (promedio 1 hora)

A la derecha de la estación velocidad en Km/hora

A la izquierda arriba temperatura en °C

A la izquierda abajo humedad en %

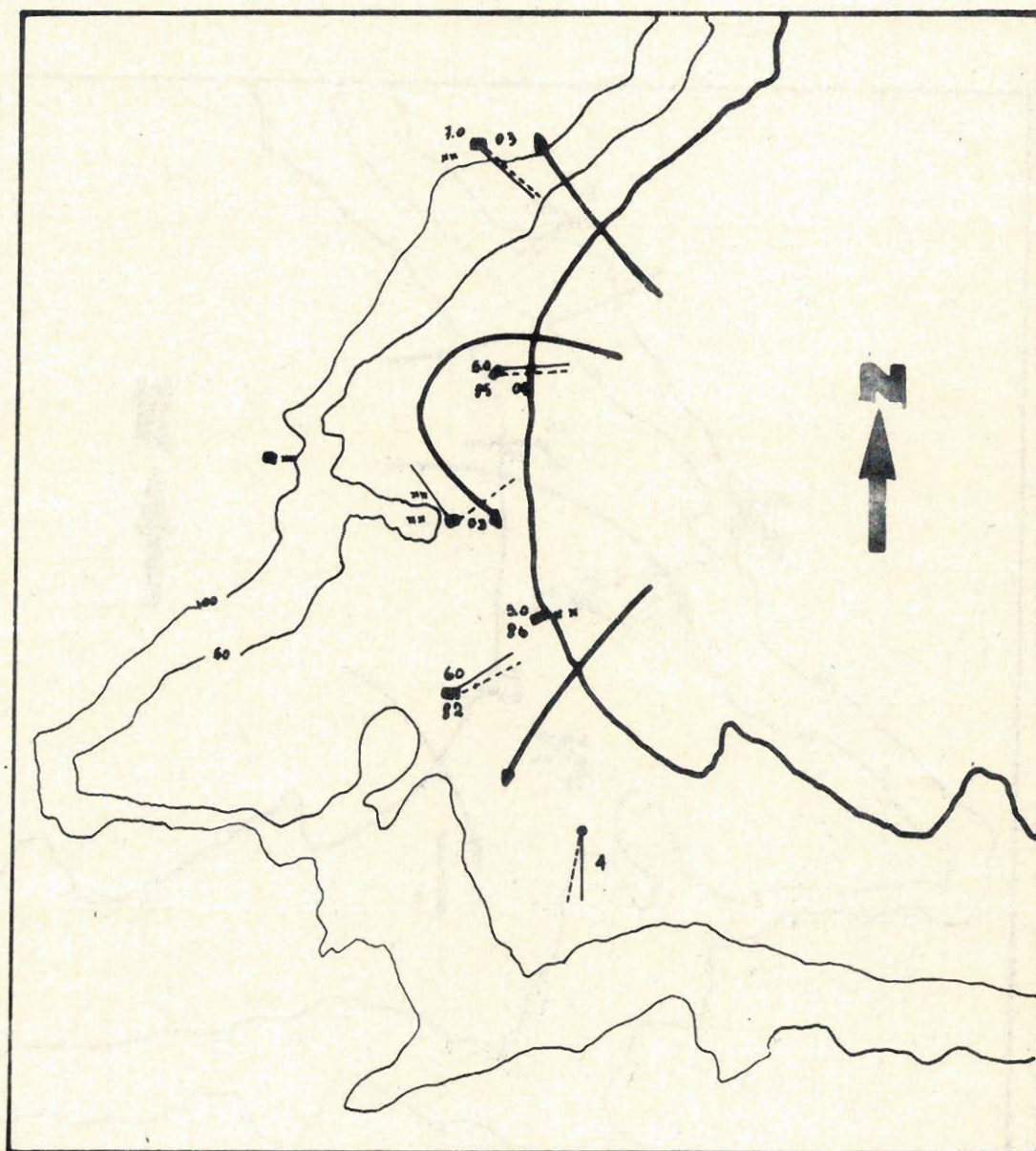


Fig. 3: Dfa 5-9-74 / 0,00 Hs

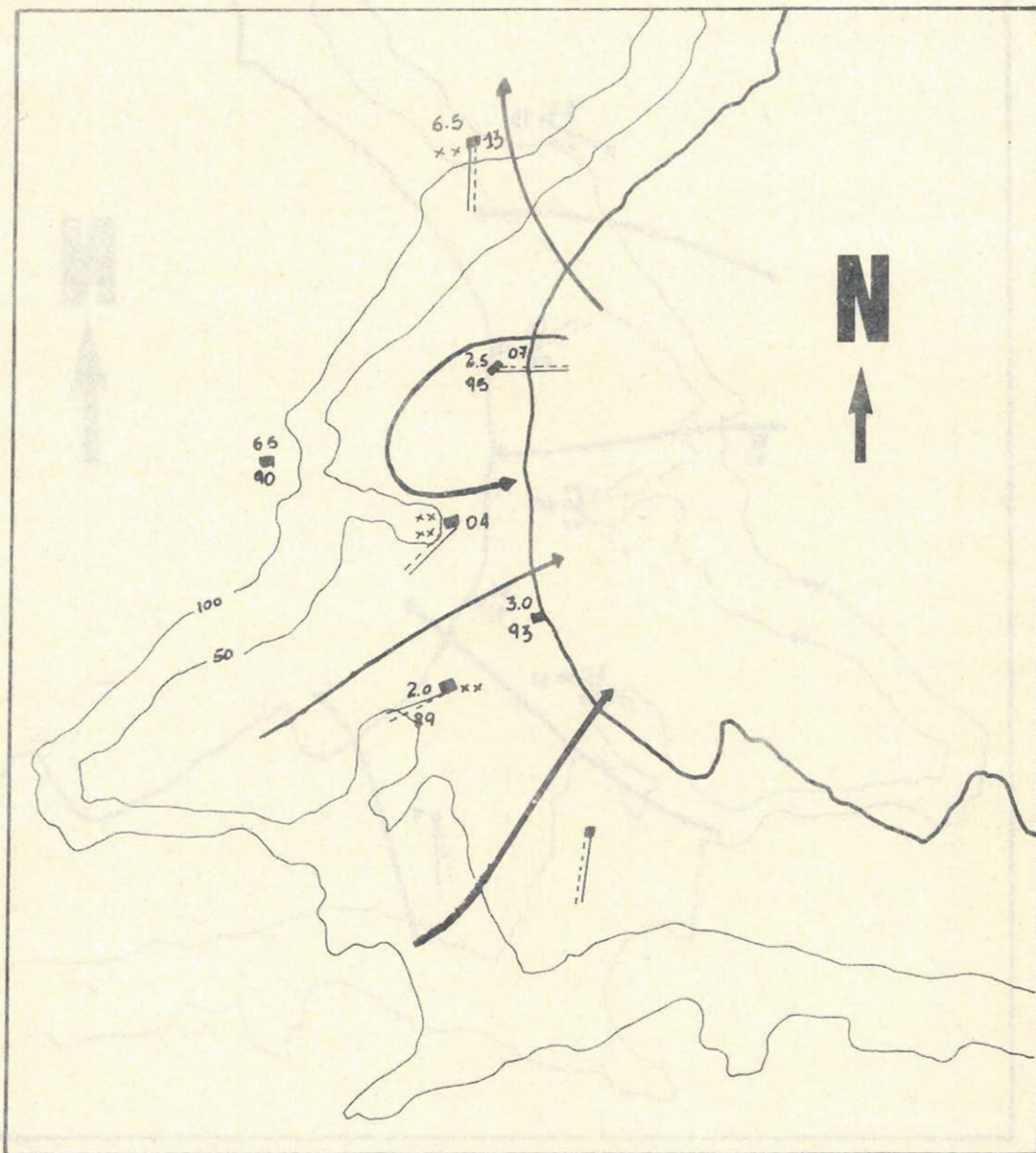


Fig. 4 :

Día 5-9-74

02,00 Hs.

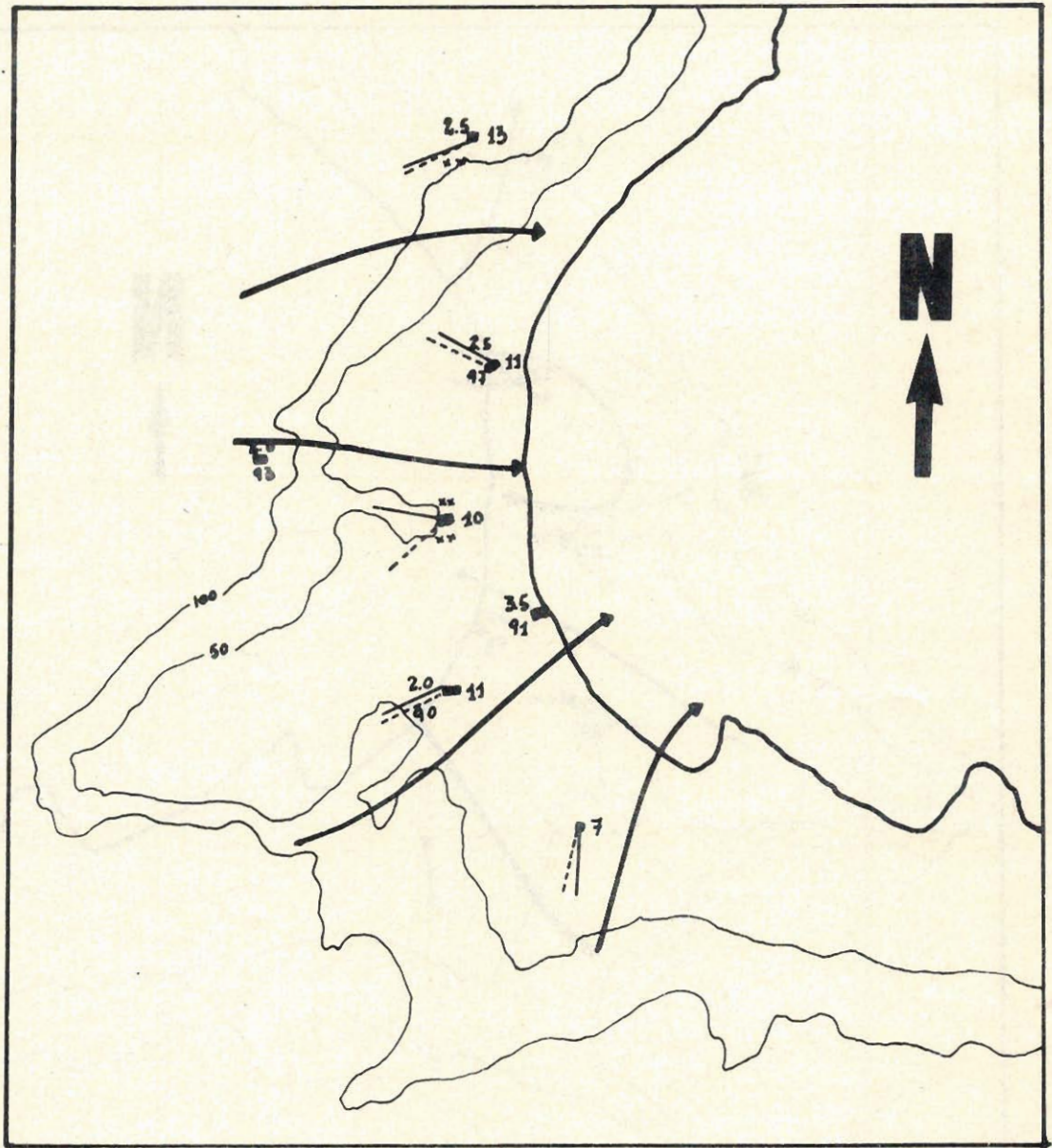


Fig. 5:

Día 5-9-74

03,00 Hs.

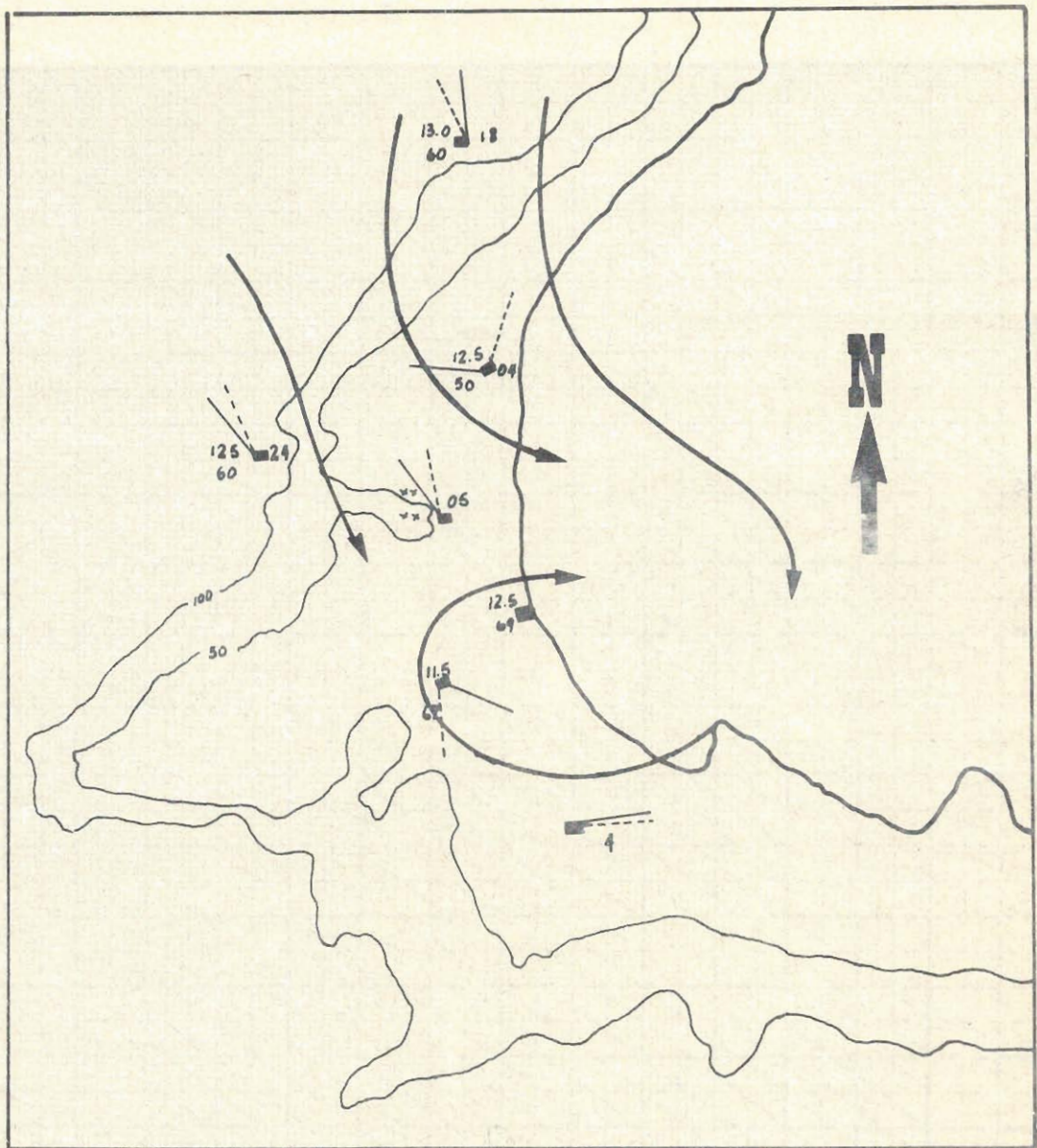


Fig. 6:

Día 24-9-74 / 22,00 Hs.

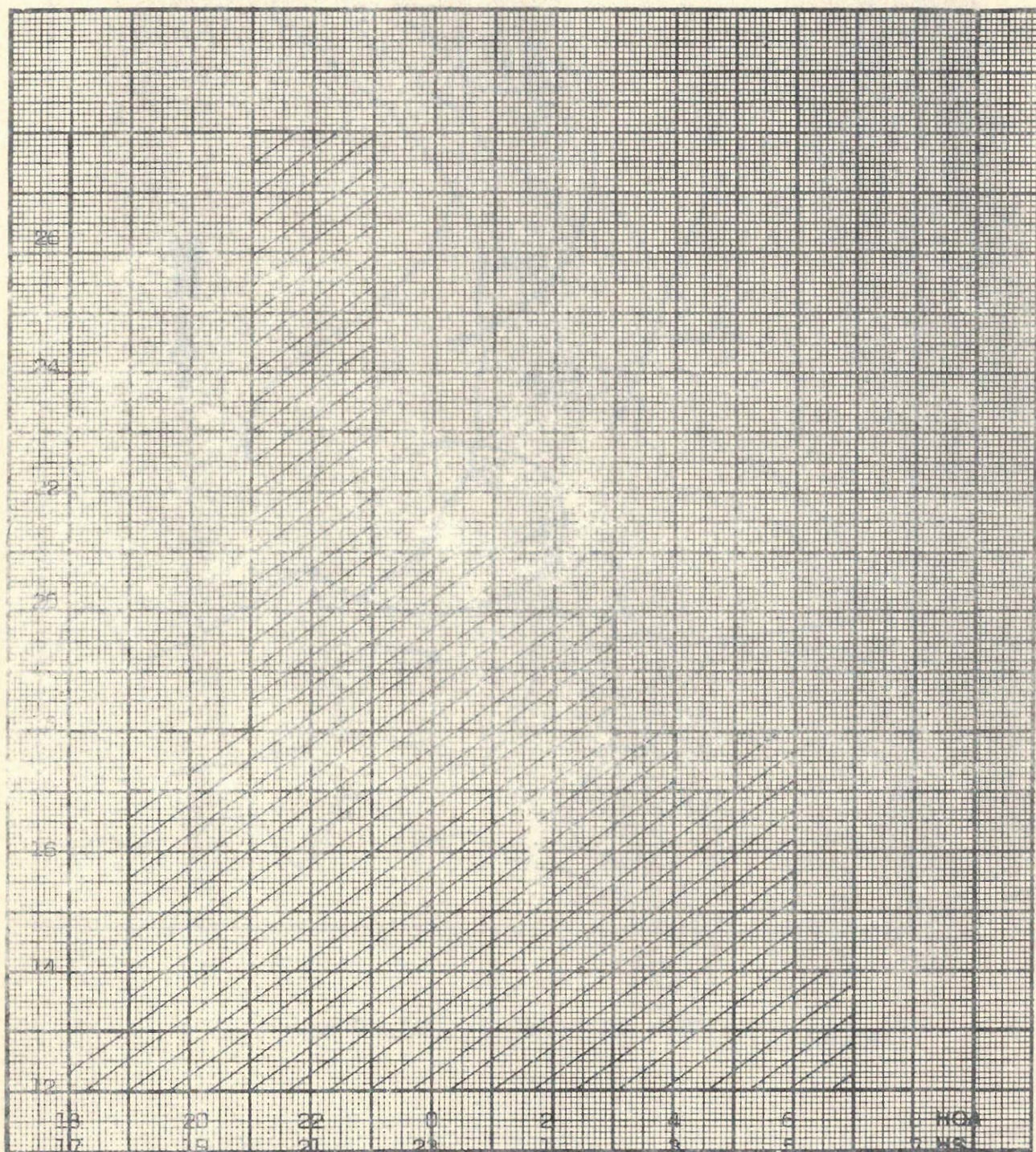


Fig. 7 : Porcentaje de calmas durante las distintas horas de la noche.-

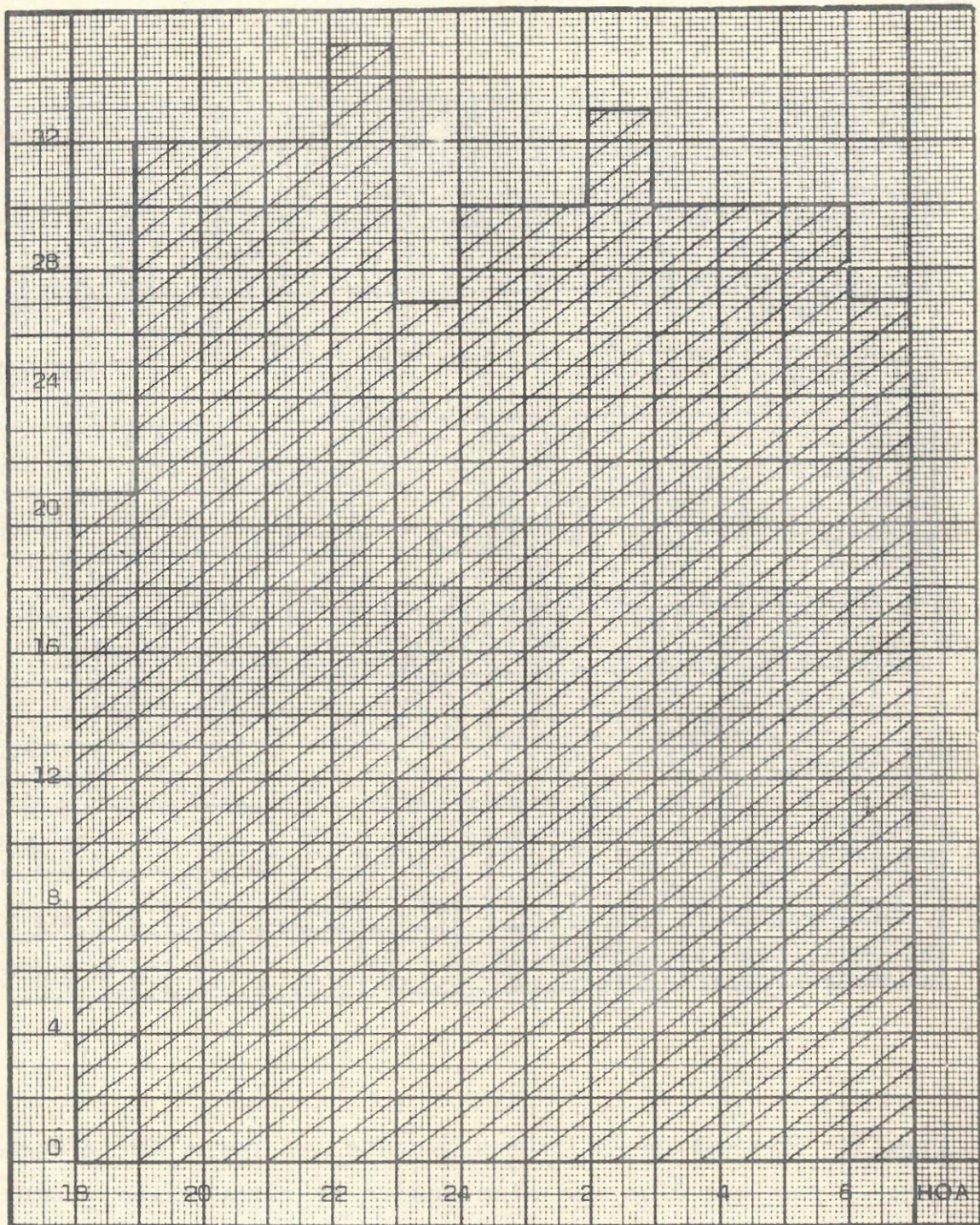


Fig. 8: Porcentaje de calmas durante las horas de la noche en los días con bajo índice de circulación sinóptica.-

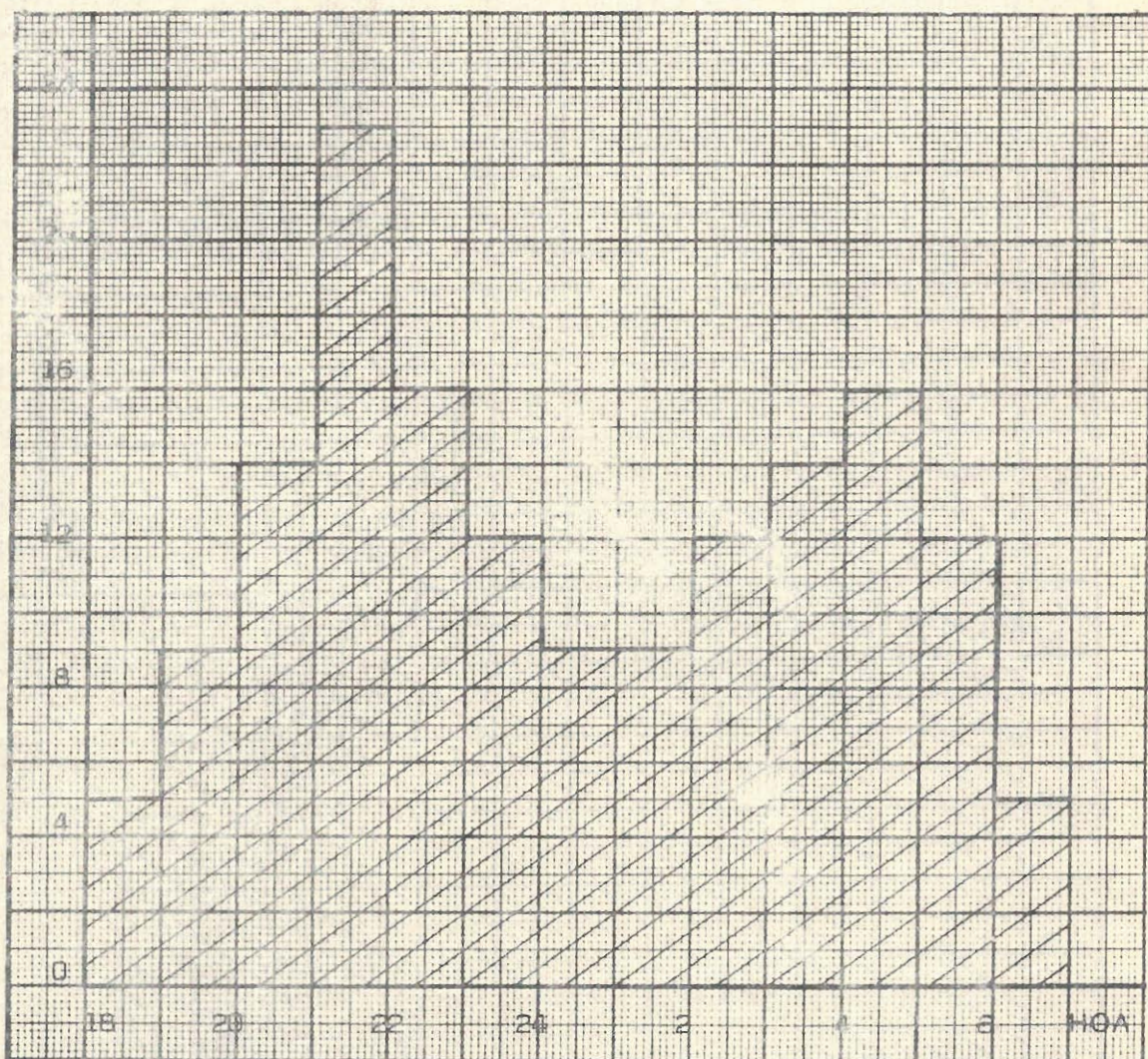


Fig. 9: Porcentaje de calmas durante las horas de la noche en los días con alto índice de circulación sinóptica.-

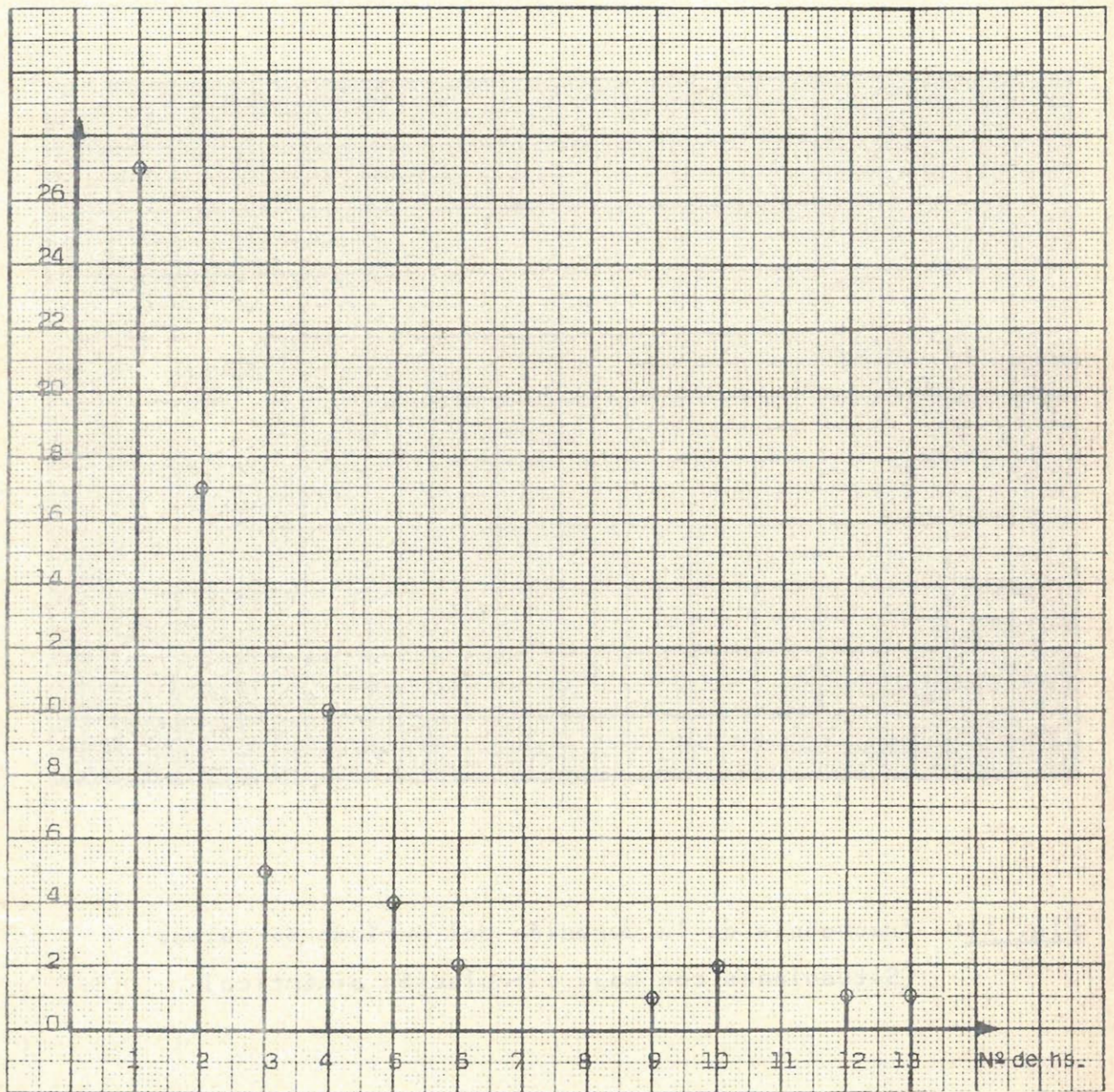
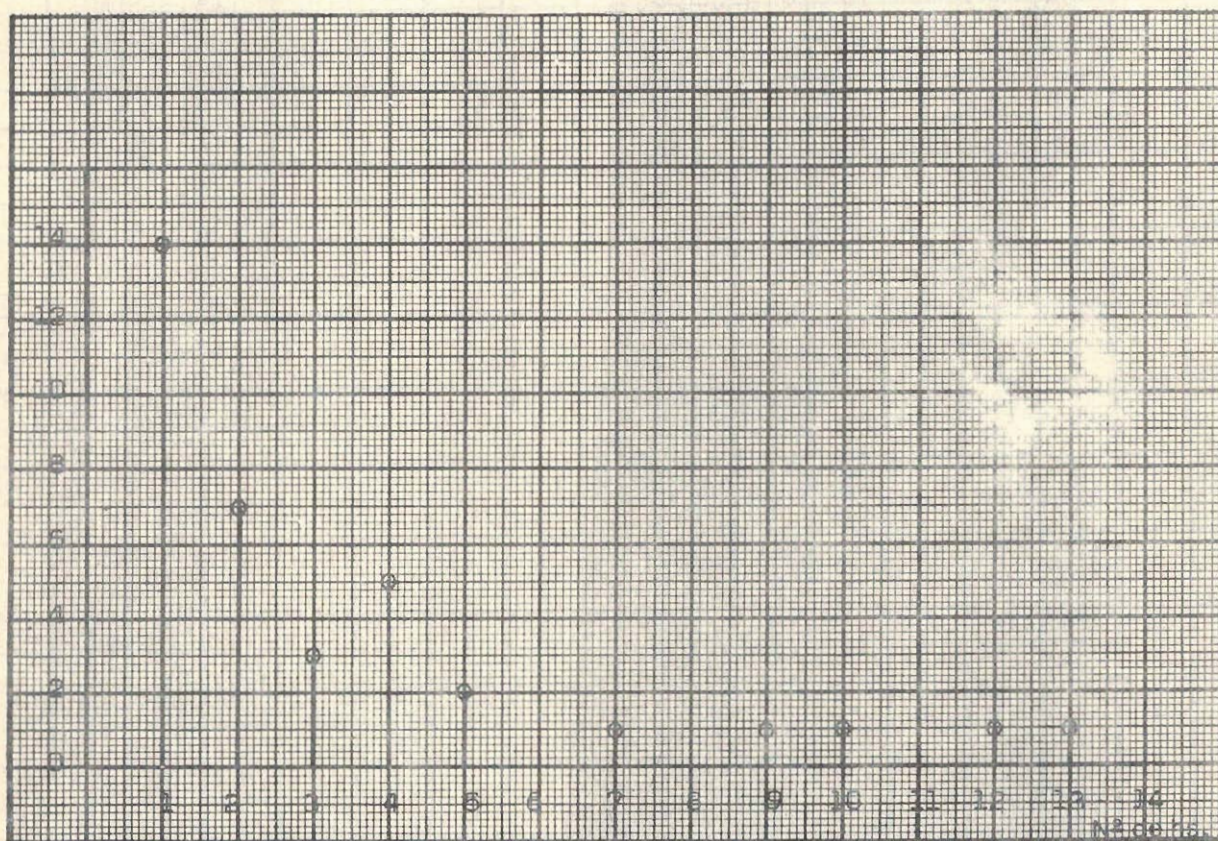


Fig. 10: Frecuencia de la duración del período de calmas



**Fig. II:** Frecuencia de la duración del período de calmas  
(Situaciones con baja circulación sinóptica)

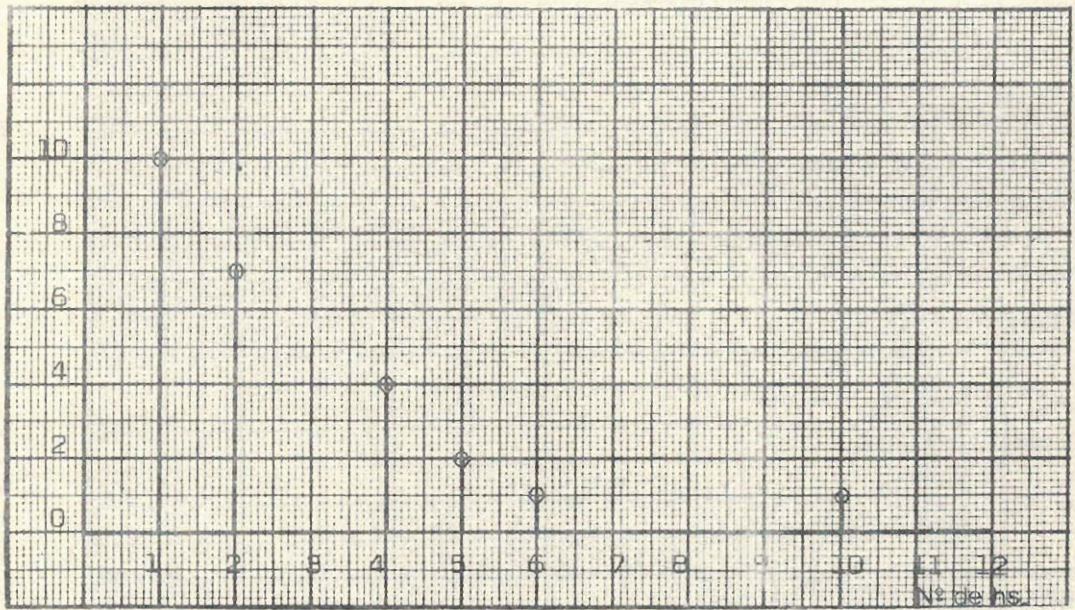


Fig. 12: Frecuencia de la duración del período de calma  
 (Situaciones con fuerte circulación sinóptica)

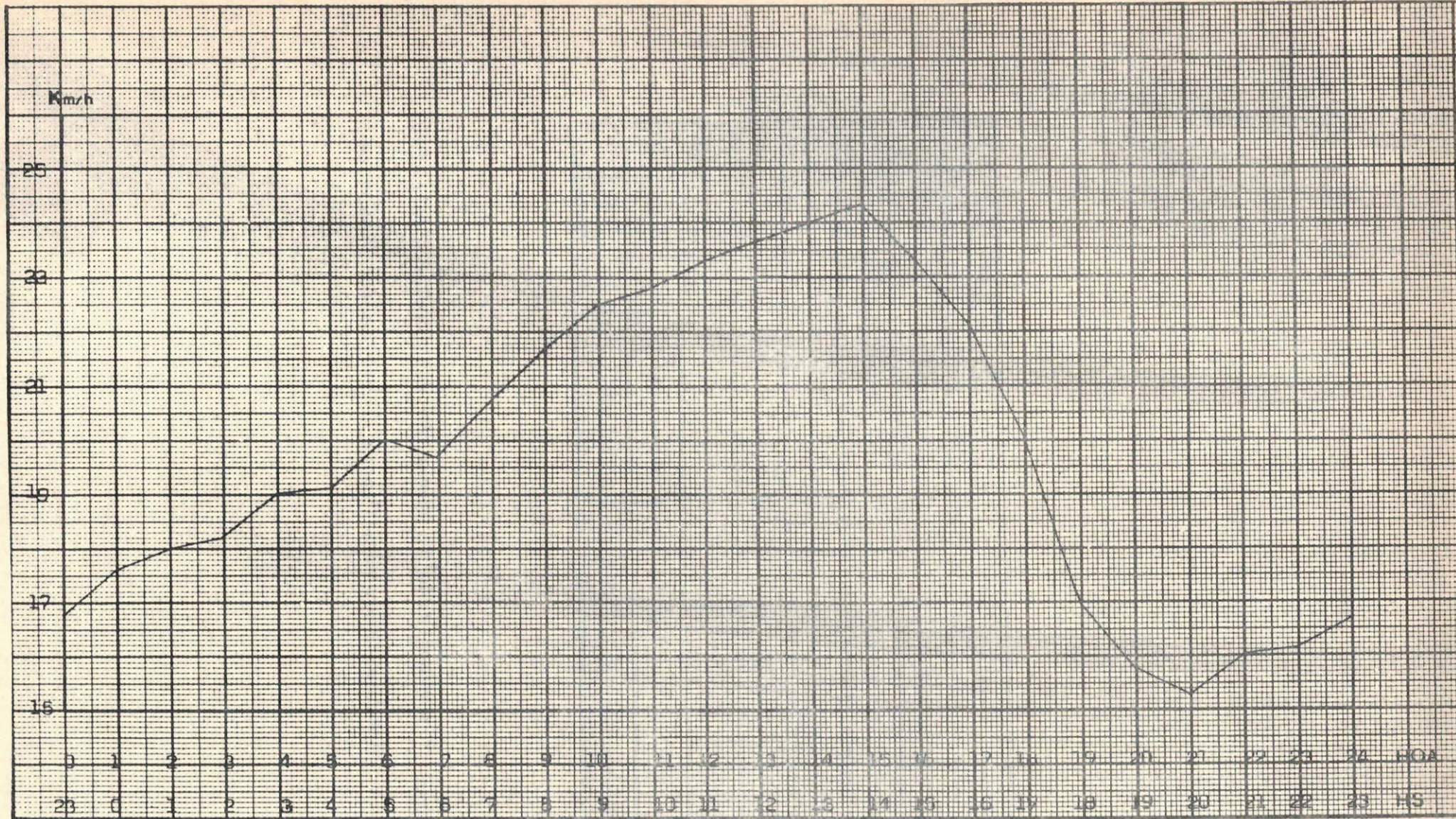


Fig. 13: Intensidad media del viento durante el día.-  
Período (1-9-74 / 15-11-74)

Fig. 14: Intensidad media del viento en función de la hora del día -  
 Octubre (1941-1945)

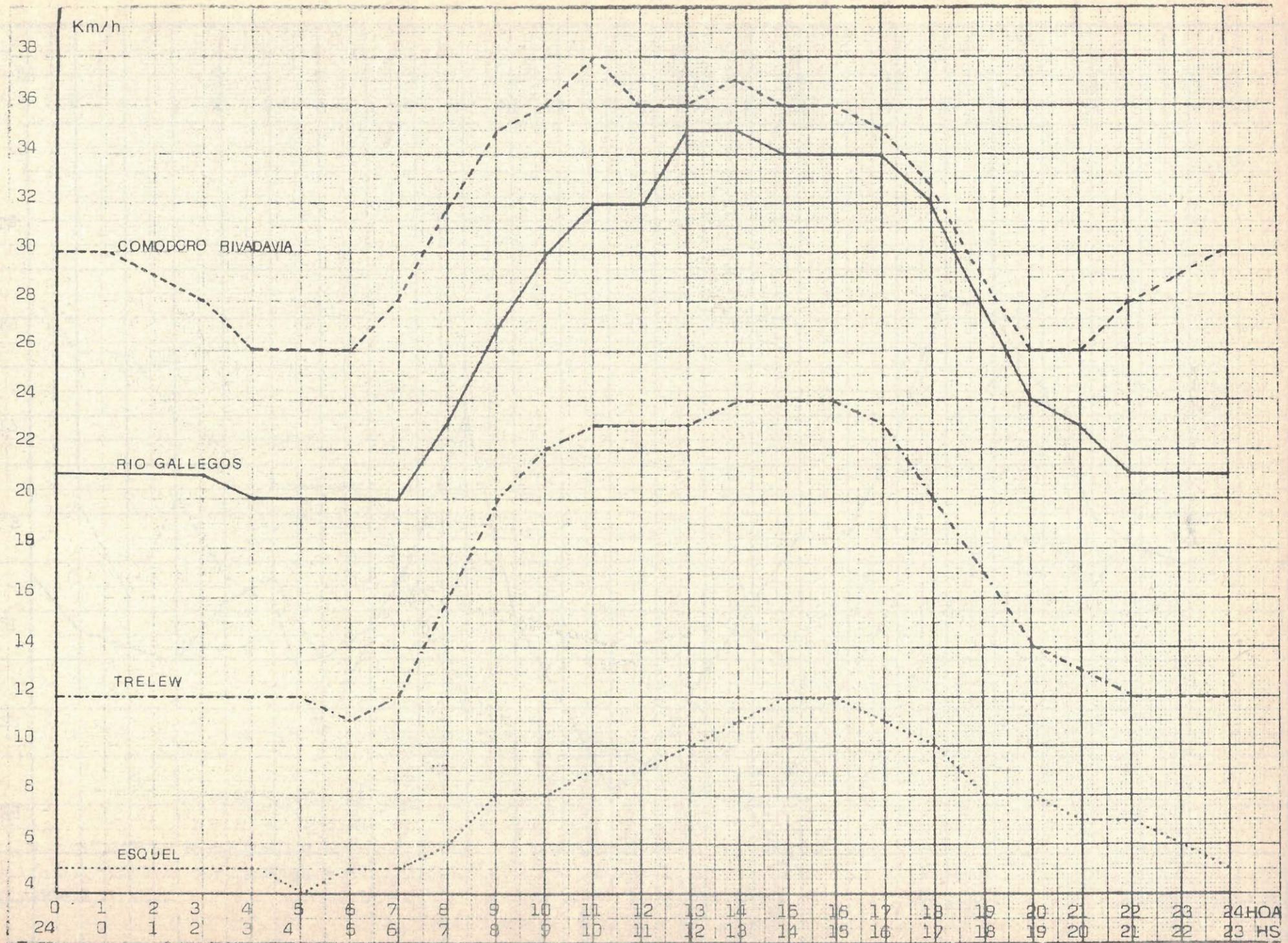
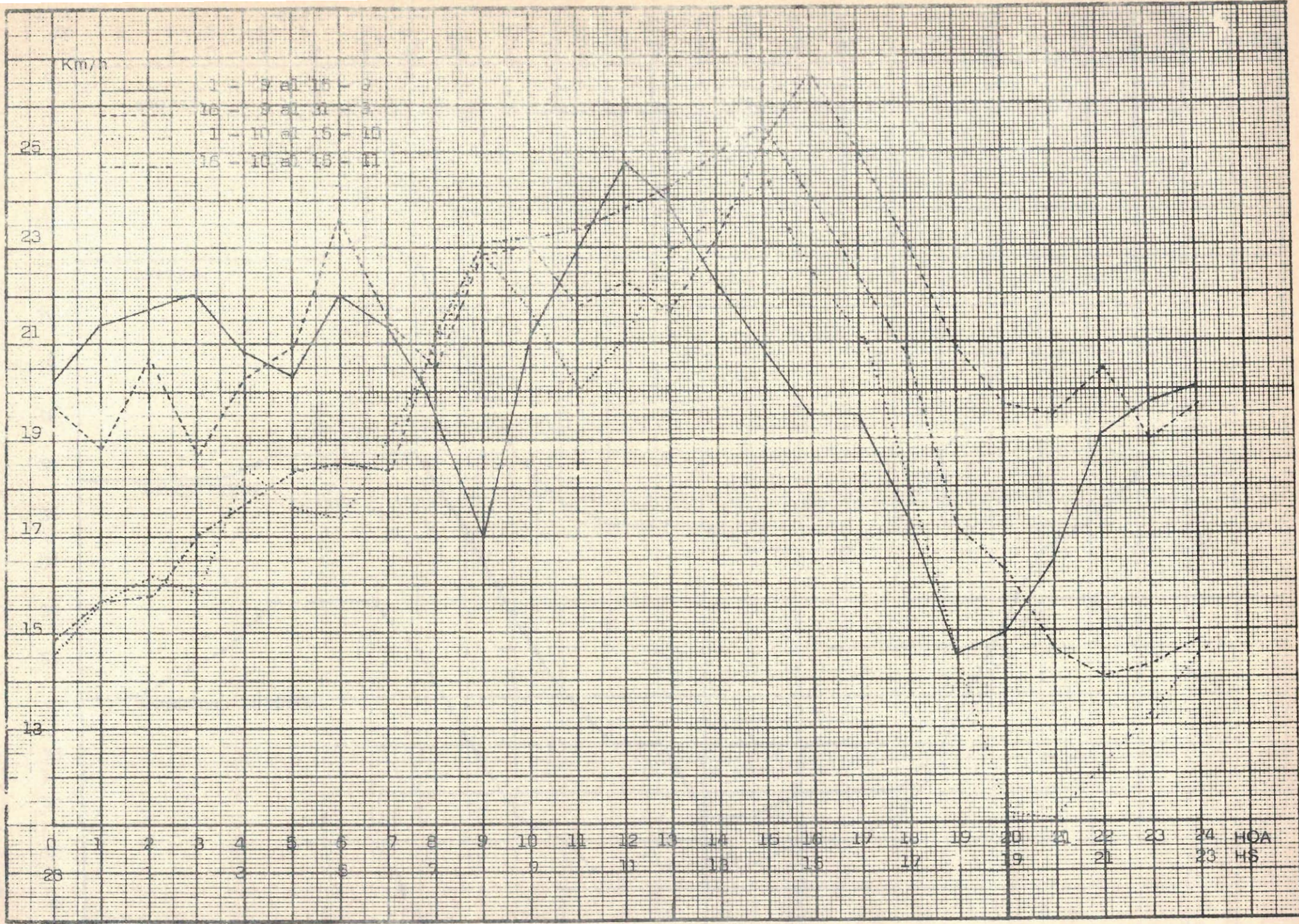


Fig. 15 : Intensidad media del viento en función de la hora del día.-



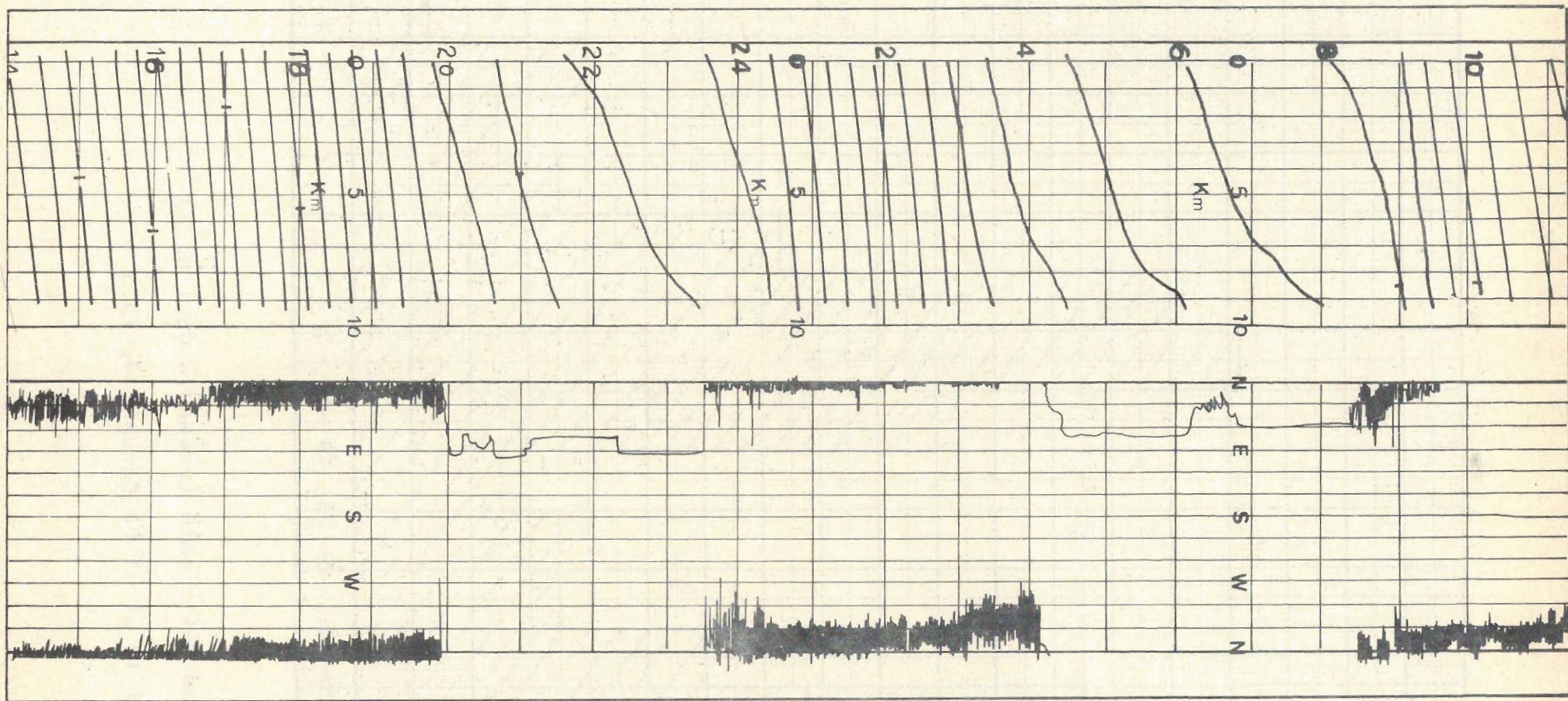
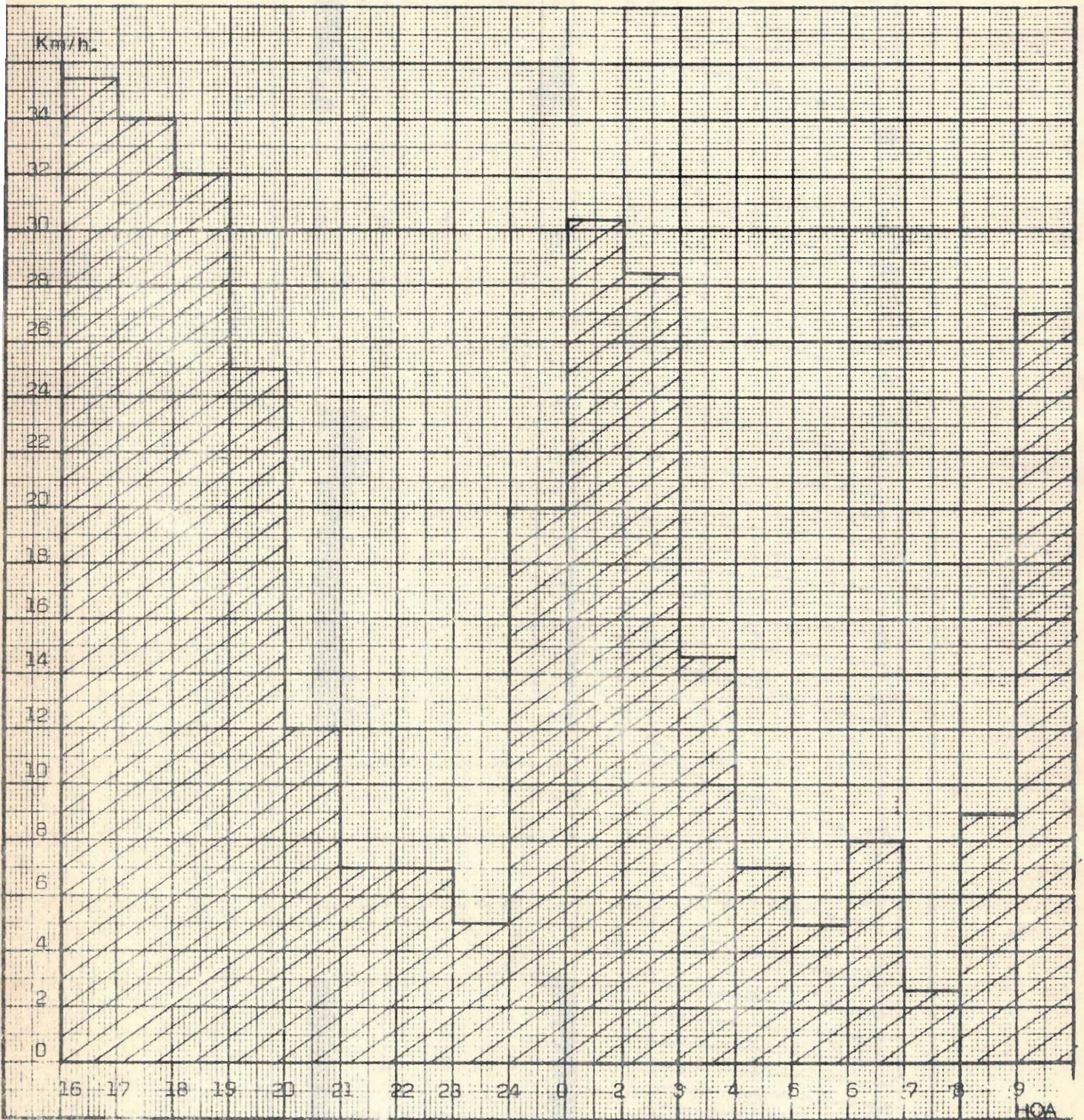


Fig. 10: Registro del anemógrafo N° 3  
Días 10 y 11 de Octubre



HOA

Fig. 17: Intensidad del viento (promedio de 1 hora)

Noche del 10 al 11 de Octubre de 1974

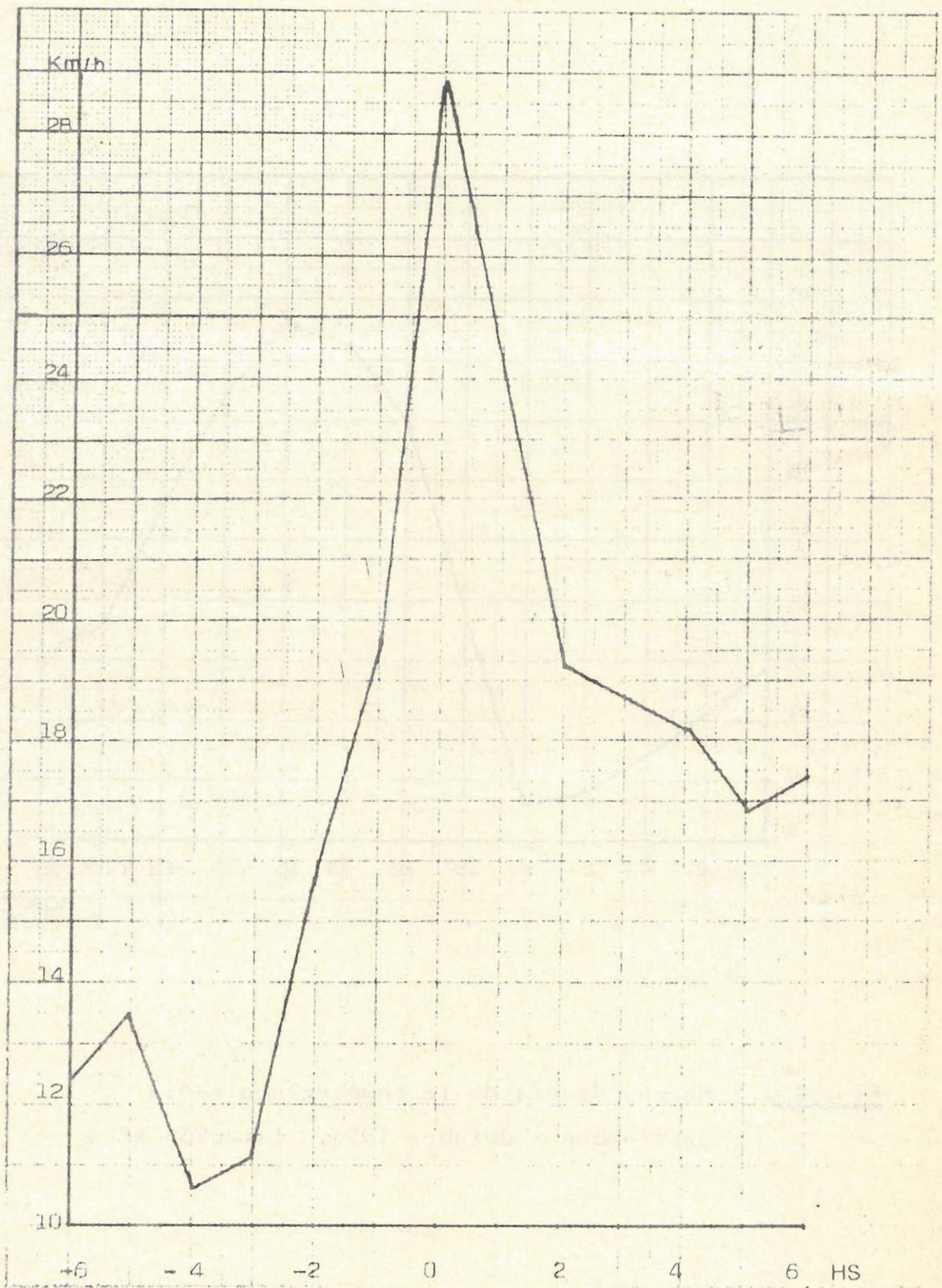


Fig. 18: Máximo Nocturno

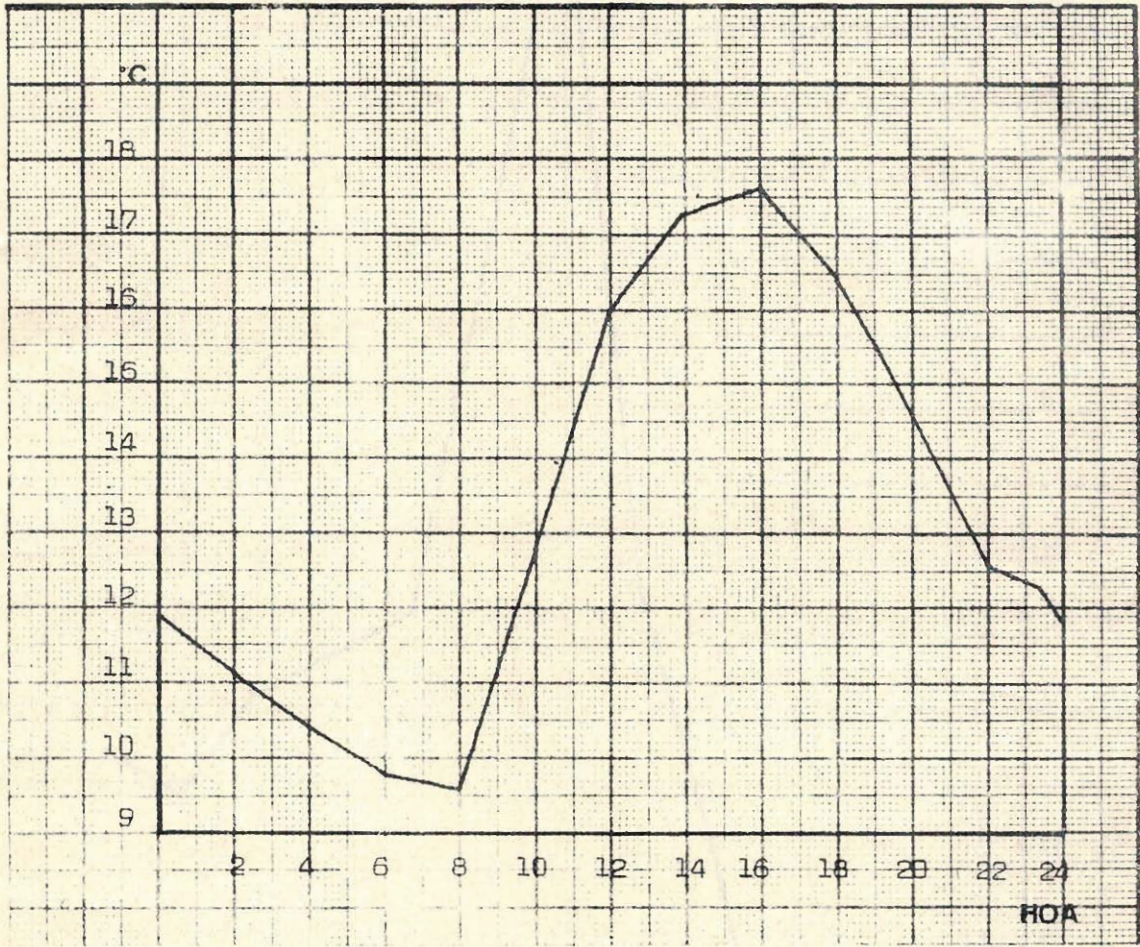


Fig. 19: Marcha diaria de la temperatura media  
 Septiembre - Octubre 1974. Estación N° 4