

10449

TES: 2440

G: 1

TRABAJO ESPECIAL

OLEAJE EN EL LITORAL CENTRAL, AÑO 1.972

NELSON A. HERNANDEZ A.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

SEPTIEMBRE, 1.973

TRABAJO ESPECIAL

TESIS  
HA  
73

OLEAJE EN EL LITORAL CENTRAL, AÑO 1.972

NELSON A. HERNANDEZ A.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

SEPTIEMBRE, 1.973

TRABAJO ESPECIAL

OLEAJE EN EL LITORAL CENTRAL, AÑO 1972

Presentado ante la ilustre Universidad Central de Venezuela por el Hidrometeorólogo Nelson A. Hernández A. para optar al título de Ingeniero Hidrometeorólogo.

Caracas, Septiembre de 1973

Profesor Guía:

A. W. Goldbrunner.

Alumno:

Nelson Hernández Amaral.

## RECONOCIMIENTO

La parte experimental de este trabajo se realizó dentro del programa de investigaciones que adelanta el Departamento de Ingeniería de Costas, de la División de Puertos del Ministerio de Obras Públicas.

En la realización del mismo se contó con la colaboración del Dr. A.W. Goldbrunner, profesor guía, de los Ingenieros: Juan B. Font y Francisco Ranzolín, de los Srs: Whilkys Gutiérrez, Luis Aristeiguita y de la Sra. Miryam de Fachinetti, quien colaboró en el dictalogrado de este trabajo.

INDICE

1 .-	LISTA DE GRAFICOS Y FIGURAS	PAG	Nº	3
2 .-	RESUMEN	"	"	6
3 .-	INTRODUCCION	"	"	7
4 .-	OBJETIVO	"	"	9
5 .-	METODO	"	"	11
	I . - Registro de oleaje	"	"	11
	II . - Valores medios horarios	"	"	13
	III . - Variaciones diarias	"	"	14
	IV . - Valor medio diario	"	"	14
	V . - Variaciones mensuales	"	"	15
	VI . - Histogramas	"	"	15
	VII . - Separación del oleaje	"	"	15
	VIII . - Valores medios del viento	"	"	15
	IX . - Curvas ( Viento - Oleaje )	"	"	16
6 .-	RESULTADOS			
	I . - Registro de oleaje	"	"	20
	II . - Valores medios del oleaje	"	"	20
	III . - Variaciones horarias medias del oleaje	"	"	20
	IV . - Variaciones medias mensuales del oleaje	"	"	30
	V . - Valores extremos	"	"	30
	VI . - Histograma de frecuencia relativa	"	"	31
	VII . - Separación del oleaje	"	"	31

VIII.- Viento en la Orchila y Maiquetía	PAG. N°	34
IX .- Curvas ( Viento - Oleaje )	" "	49
7 .- DISCUSION DE LOS RESULTADOS	" "	60
8 .- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	" "	63
9 .- APENDICE N° 1		
Abreviaturas utilizadas	" "	65
Fig. A - 1 Oleógrafo "OSPOS"	" "	66
Fig. A - 2 Registro del oleógrafo "OSPOS"	" "	67
Gráfico para determinar los valores reales de altura de ola, a partir de los valores obtenidos en el registro del oleógrafo "OSPOS".	" "	68
Cuadro de frecuencia en porcentajes de la dirección del viento en la estación meteorológica de Maiquetía, mes enero 1972	" "	69
10 .- REFERENCIAS	" "	70
11 .- BIBLIOGRAFIA	" "	70

LISTA DE GRAFICOS Y FIGURAS

Fig. N° 1 y 2.	Valores medios horarios del oleaje en el Litoral Central " Días tipos "	"	"	21-22
Fig. N° 3.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes enero " Año 1972.	"	"	23
Fig. N° 4.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes mayo " Año 1972.	"	"	24
Fig. N° 5.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes junio " Año 1972.	"	"	25
Fig. N° 6.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes julio " Año 1972.	"	"	26
Fig. N° 7.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes septiembre " Año 1972.	"	"	27
Fig. N° 8.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes octubre " Año 1972.	"	"	28
Fig. N° 9.	Valores medios diarios del oleaje en el Litoral Central " mes noviembre " Año 1972.	"	"	29
Fig. N° 10.	Histogramas de frecuencia relativa de la altura significativa del oleaje en el Litoral Central, Año 1972.	"	"	32
Fig. N° 11.	Histogramas de frecuencia relativa del período del oleaje en el Litoral Central, Año 1972.	"	"	33

Fig. N° 12.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes enero " Año 1972.	PAG. N°	35
Fig. N° 13.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes mayo " Año 1972.	" "	36
Fig. N° 14.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes junio " Año 1972.	" "	37
Fig. N° 15.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes julio " Año 1972.	" "	38
Fig. N° 16.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes septiembre " Año 1972.	" "	39
Fig. N° 17.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes octubre " Año 1972.	" "	40
Fig. N° 18.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de Maiquetía " mes noviembre " Año 1972.	" "	41
Fig. N° 19.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes enero " Año 1972.	" "	42
Fig. N° 20.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes mayo " Año 1972.	" "	43

Fig. N° 21.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes junio " Año 1972	FAG. N°	44
Fig. N° 22.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes julio " Año 1972.	" "	45
Fig. N° 23.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes septiembre " Año 1972.	" "	46
Fig. N° 24.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes octubre " Año 1972.	" "	47
Fig. N° 25.	Valores medios diarios del viento en la estación meteorológica de la Orchila " mes noviembre " Año 1972.	" "	48
Fig. N° 26	Diagrama de dispersión	" "	57
Fig. N° 27.	Diagrama de dispersión y rectas de regresión.	" "	58
Fig. N° 28.	Diagrama de dispersión y rectas de regresión.	" "	59.
Fig. A - 1	Oleógrafo "OSPOS"	" "	66
Fig. A - 2	Registro del oleógrafo "OSPOS"	" "	67
	Gráfico para determinar los valores reales de altura de ola, a partir de los valores obtenidos en el registro del oleógrafo " OSPOS ".	" "	68

## RESUMEN

En el presente trabajo, se investigan las relaciones existentes entre el viento en el Caribe y el oleaje generado por éste, que llega al Litoral Central. El principal objetivo es; encontrar mediante métodos estadísticos las curvas de regresión de los parámetros antes mencionados, para luego utilizarlos en el pronóstico del oleaje.

Se calculan; los valores estadísticos representativos de las distintas características del oleaje en el Litoral Central durante el año 1972, las velocidades medias del viento en las estaciones meteorológicas de La Orchila y Maiquetía, comparando luego, estos parámetros entre sí.

Se concluye en este trabajo, que debe usarse preferentemente la información meteorológica de La Orchila, para el pronóstico del oleaje en el Litoral Central, exeptuándose los mares de fondo generados en el Atlántico por las bajas presiones extratropicales.

## INTRODUCCION

El hombre se ha interesado siempre por el mar como medio de Transporte y fuente de alimento; más recientemente sus intereses se han extendido hacia la búsqueda de materias primas y recreación.

Las operaciones relativas a lo anterior están afectadas por las condiciones del medio cuyo conocimiento fenomenológico es, en consecuencia, de gran importancia. Uno de los fenómenos de más interés y que condiciona grandemente toda las operaciones relativas al aprovechamiento de los recursos marinos es el oleaje.

Se han hecho un gran número de investigaciones sobre este tema de los cuales han sobresalido los Trabajos de: Jeffrey<sup>1</sup> sobre generación y propagación del oleaje; Sverdrup y Munk ( 1947 ) que desarrollaron y aplicaron la teoría general de ondas al oleaje; Pierson, Neumann y James ( 1952 ) con su adecuada y más moderna teoría de generación de las olas por el viento y la utilización del " spectrum " de energía. Todos estos trabajos teóricos y prácticos son de gran aplicabilidad en el océano, pero, debido a la gran complejidad del fenómeno o al aplicarse a una zona con características geográficas determinadas, se puede complicar de tal manera que los cálculos y los resultados obtenidos con las ecuaciones y las curvas de los trabajos antes mencionados presentan diferencias con los registros de oleaje de una zona; por estos motivos es necesario obtener éstas para así analizarlos estadísticamente y obtener curvas y relaciones reales cuyas dispersiones en todo caso serán menores que los resul-

tados obtenidos teóricamente.

En nuestras costas se ha hecho de gran interés el estudio del oleaje, por los proyectos de ingeniería a realizar, por el desarrollo turístico del país y por obras de diversa índole. Se han hecho en Venezuela varios trabajos sobre el oleaje que llega a nuestras costas entre los que cabe mencionar están el de B. Nouel ( 1968 ) y el de Marturet - Font - Cebrían S.A. ( 1969 ). Estos trabajos son en gran parte basados en consideraciones teóricas ya que no existen, o son muy escasos, los registros de oleaje en nuestras costas. El Departamento de Ingeniería de Costas de la División de Puertos del Ministerio de Obras Públicas ha comenzado a obtener registros de oleaje en el Litoral Central y muestras en otras costas del país, lo que hace posible el estudio estadístico del mismo.

## OBJETIVO

El propósito de este estudio es investigar las relaciones entre el viento en el Caribe y el oleaje, generado por éste, que llega al Litoral Central y explorar posibles medios de pronóstico del oleaje en el mismo. Además de dar una explicación del oleaje, del viento en las estaciones con registro disponible, se hacen algunos comentarios acerca de la interpretación física de los mismos y un análisis tendiente a encontrar una correlación entre los parámetros antes mencionados.

Son los objetivos de este trabajo obtener:

- 1 - Valores medios horarios y diarios de la altura significativa, período y altura máxima registrada del oleaje.
- 2 - Variaciones horarias medias del oleaje.
- 3 - Variaciones medias mensuales del oleaje.
- 4 - Valores extremos máximos y los valores extremos del oleaje para cada mes.
- 5 - Histograma de frecuencia relativa de altura significativa.
- 6 - Histograma de frecuencia relativa del período de las olas.
- 7 - Separación de los días de oleaje de período largo, generado por las bajas presiones extratropicales, y el oleaje de período medio y corto generado por Los Alisios.
- 8 - Viento en La Orchila y en Maiquetía. Cálculo de los valores

medios diarios en las dos estaciones.

- 9 - Comparación y posible correlación del viento en La Orchila y Maiquetía con el oleaje que llega al Litoral Central.
- 10 - Gráficos de altura significativa y período como una función de la velocidad media del viento en la estación que presente mayor correlación con el oleaje.

## M E T O D O

1.- Registro de oleaje .- El oleaje en el Litoral Central es registrado con un oleó grafo marca " Ospos ", ( ver Fig. A - 1 , Apéndice I ) colocado frente a la planta R. Zuloaga en La Guaira. El " Ospos " es esencialmente un medidor de presión que, colocado a una cierta profundidad bajo la superficie del mar, mide y registra las variaciones de presión causada por las olas. Estas son convertidas en desplazamientos de una línea trazada por una pluma sobre una cinta de papel por medio de una combinación de relojería y un pequeño motor alimentado por baterías, ( ver Fig. A - 2 , Apéndice I ). La duración del registro es de alrededor de 30 días funcionando 15 minutos cada 3 horas y de los cuales se to man los valores significativos de las siguientes horas:

- i ) Oleaje de período largo a las 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 y 24 HLV.
- ii ) Oleaje de período medio y corto, a las 6, 12, 18 y 24 HLV.

De acuerdo a la teoría de ondas periódicas, el registro en este tipo de instru - mento es menor que el real, pero estas diferencias están en función de la profundidad del mar y del período de las olas, por lo que pueden ser corregidos mediante curvas y factores destinados para tal fin, ( ver Apéndice I ). Cuando el registrador es coloca do en el fondo del mar, las olas de período muy corto serán prácticamente filtradas por el aparato y no se registrarán; por ésto, el " Ospos " es colocado en flotación en tre la superficie y el fondo, así la atenuación es mucho menor.

Al obtener el registro sobre la cinta de papel se extrae de allí una serie de va lores de altura de olas  $\{ ( H_i ), i = 1 \text{ a } N \}$  , de período  $\{ ( T_i ), i = 1 \text{ a } N \}$  , se toman los valores máximos (  $H_{\text{máx.}}$  y  $T_{\text{máx.}}$  ) para cada 15 minutos de registro y

de estas series se calcularán los siguientes parámetros:

- a) Valores medios .- Se define como la media aritmética de la serie de valores del registro observado.

$$\bar{H} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N H_i$$

$$\bar{T} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N T_i$$

- b) Altura significativa .- Se define como la altura media de un tercio de las olas más altas en una observación dada y se representa por  $H_{1/3}$ .

$$H_{1/3} = \frac{\sum_{i=N/3}^N H_i}{N/3}$$

- c)  $H_{1/10}^{(2)}$  .- Se define como la altura media de un décimo de las olas más altas en una observación dada.

$$H_{1/10} = \frac{\sum_{i=N/10}^N H_i}{N/10}$$

Obteniéndose así una nueva serie de valores de  $\bar{H}$ ,  $\bar{T}$ ,  $H_{1/3}$ ,  $H_{1/10}$ , y  $H_{\text{máx}}$  para cada hora mencionada anteriormente.

$$\bar{H} = \left\{ (H_i), i = 1 \text{ a } 5 \right\}$$

$$\bar{T} = \left\{ (\bar{t}_i), i = 1 \text{ a } 5 \right\}$$

$$H_{1/3} = \left\{ (H_{1/3})_i, i = 1 \text{ a } 5 \right\}$$

$$H_{1/10} = \left\{ (H_{1/10})_i, i = 1 \text{ a } 5 \right\}$$

$$H_{\text{máx}} = \left\{ (H_{\text{máx}})_i, i = 1 \text{ a } 5 \right\}$$

En el presente trabajo usaremos solamente  $H_{1/3}$ ,  $H_{\text{máx}}$  y  $T$ ; ya, que,  $\bar{H}$  y  $H_{1/10}$  pueden ser calculados a partir de  $H_{1/3}$  mediante las ecuaciones <sup>3</sup>:

$$\bar{H} = 0.625 H_{1/3}.$$

$$\bar{H}_{1/10} = 1.27 H_{1/3}.$$

Es de hacer notar que  $H_{\text{máx}}$  también puede ser calculado por medio de una ecuación en función de  $H_{1/3}$ , pero vamos a utilizar los valores registrados de este parámetro para una mejor visualización del problema.

II.- Valores medios horarios .- Para obtener los valores medios horarios, se han escogido los valores de  $i = 6, 12, 18$  y  $24$  horas de cada día por mes. Resultando cuatro series para cada valor  $i$ .

$$(H_{1/3})_e = \left\{ (H_{1/3})_e, i = 6, 12, 18, 24 \wedge e = 1 \text{ a } K \right\}$$

$$(T)_e = \left\{ (T)_e, i = 6, 12, 18, 24 \wedge e = 1 \text{ a } K \right\}$$

$$(H_{\max})_e = \left\{ (H_{\max})_e, i = 6, 12, 18, 24 \wedge e = 1 \text{ a } k \right\}$$

De estas se calculan las medias aritméticas, obteniéndose un día tipo para cada mes, a partir de las ecuaciones:

$$\bar{H}'_{/3}_i = \frac{1}{K} \sum_{e=1}^K (H'_{/3})_e \quad \bar{T}_i = \frac{1}{K} \sum_{e=1}^K T_e$$

III.- Variaciones diarias .- Se toman los valores medios extremos de cada uno de los parámetros y se restan, obteniéndose, el rango de variaciones de cada tipo.

$$\Delta \bar{H}'_{/3}_i = (\bar{H}'_{/3}_i)_{\max} - (\bar{H}'_{/3}_i)_{\min}$$

$$\Delta \bar{T}_i = (\bar{T}_i)_{\max} - (\bar{T}_i)_{\min}$$

$$\Delta \bar{H}_{\max}_i = (\bar{H}_{\max}_i)_{\max} - (\bar{H}_{\max}_i)_{\min}$$

IV.- Valor medio diario .- Tomando las series:

$$H'_{/3} = \left\{ (H'_{/3}_i), i = 1 \text{ a } s \right\}$$

$$H_{\max} = \left\{ (H_{\max}_i), i = 1 \text{ a } s \right\} \quad \bar{T} = \left\{ (t_i), i = 1 \text{ a } s \right\}$$

Calcularemos las medias aritméticas mediante las ecuaciones siguientes:

$$(\bar{H}'_3)_d = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (H'_3)_i \quad ; \quad (\bar{H}_{\max})_d = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (H_{\max})_i$$

$$\bar{T}_d = \frac{1}{S} \sum_{i=1}^S (\bar{T}_i)$$

y así, tendremos los valores medios diarios.

V.- Variaciones mensuales .- Se toman los valores medios extremos de cada mes y se restan, teniéndose así, el rango de variación diaria.

$$\Delta(\bar{H}'_3)_d = (\bar{H}'_3)_d^{\max} - (\bar{H}'_3)_d^{\min}$$

$$\Delta(\bar{H}_{\max})_d = (\bar{H}_{\max})_d^{\max} - (\bar{H}_{\max})_d^{\min}$$

$$\Delta(\bar{T})_d = (\bar{T}_d)^{\max} - (\bar{T}_d)^{\min}$$

VI.- Histogramas .- Con las series:  $H'_3 = \{(H'_3)_i, i = 1 \text{ a } S\}$  y  $T = \{(T)_i,$

$i = 1 \text{ a } S\}$ ; se establecerán valores de cada clase a intervalos, se calculan los porcentajes del número de veces que aparece cada intervalo para cada mes y se representa gráficamente.

VII.- Separación del oleaje .- Se estudia mediante mapas sinópticos analizados y los registros de oleaje, los días con mares de fondo y se separan de los días de oleaje generado en el Caribe.

VIII.- Valores medios del viento .- Los valores medios diarios del viento en las estaciones de La Orchila y Maiquetía, se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$\bar{U} = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} U_i$$

se toma la dirección predominante y los resultados se presentan gráficamente.

IX .- Curvas ( Viento - Oleaje ) .- Sabemos que el viento es el generador del oleaje y por este motivo se construyen curvas de  $\bar{H}_{1/3}$  y  $\bar{T}$  en función de la velocidad del mismo, utilizando los datos de la estación que presente mejor relación entre los parámetros antes mencionados. (  $\bar{H}_{1/3} = \bar{H}_{1/3} ( \bar{U} )$  y  $\bar{T} = \bar{T} ( \bar{U} )$  ). Con las series de valores de  $\bar{U}$ ,  $\bar{H}_{1/3}$  y  $\bar{T}$  se construyen diagramas de dispersión, así llamados porque los puntos representativos de  $\bar{H}_{1/3}$  y  $\bar{T}$  correspondiente a cada valor de  $\bar{U}$  están dispersos.

El material estadístico obtenido, se coloca en una tabla de doble entrada, que clasifica los datos en sucesivos valores de dos variables, entre los cuales queremos determinar la relación existente; luego se establecen marcas de clase para cada intervalo y tomándose los valores de frecuencia colocados en la Tabla de doble entrada, se calculan valores medios para cada intervalo de viento por cada marca de clase, quedando resumido las relaciones entre las dos variables en dos cuadros que relacionan:

Marcas de clase del viento	--	oleaje medio para cada intervalo.
Marcas de clase del oleaje	--	viento medio para cada intervalo

Estos puntos obtenidos se distribuyen sucesivamente según una línea geométrica que es representativa de la relación dependencia entre el oleaje y el viento. Estas reciben el nombre de líneas de regresión. Cuando los puntos se distribuyen aproximadamente sobre una línea recta se tiene la regresión lineal.

Para la obtención de las ecuaciones que representan las rectas de regresión se utiliza el criterio de los mínimos cuadrados que consiste en elegir la recta de modo que la suma de los cuadrados de las desviaciones entre los puntos representados y la recta sea la menor posible.

Las ecuaciones de las rectas de regresión que son del tipo  $\bar{H}'/3 = a + b\bar{U}$ ,

$$\bar{U} = a' + b'\bar{H}'/3 \quad ; \quad \bar{T} = a_1 + b_1\bar{U} \quad y$$

$$\bar{U} = a'_1 + b'_1\bar{T}$$

Quedan determinadas cuando se conocen los valores numéricos de  $a, b, a', b', a_1, b_1, a'_1, y b'_1, .$

Estos números son la solución de los sistemas de dos ecuaciones con dos incógnitas.

$$\begin{cases} na + b\sum\bar{U} = \sum\bar{H}'/3 \\ a\sum\bar{U} + b\sum\bar{U}^2 = \sum\bar{U} \cdot \bar{H}'/3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} na' + b'\sum\bar{H}'/3 = \sum\bar{U} \\ \sum\bar{H}'/3 a' + b'\sum(\bar{H}'/3)^2 = \sum\bar{U} \cdot \bar{H}'/3 \end{cases}$$

$$\begin{cases} na_1 + b_1 \sum \bar{u} = \sum \bar{T} \\ a_1 \sum \bar{u} + b_1 \sum \bar{u}^2 = \sum \bar{u} \cdot \bar{T} \end{cases}$$

$$\begin{cases} na'_1 + b'_1 \sum \bar{T} = \sum \bar{u} \\ \sum \bar{T} a'_1 + b'_1 \sum \bar{T}^2 = \sum \bar{u} \cdot \bar{T} \end{cases}$$

donde:

- n = número de puntos utilizados.
- $\sum \bar{H}/3$  = la suma de las ordenadas ( altura ).
- $\sum \bar{U}$  = la suma de las abscisas ( viento ).
- $\sum \bar{T}$  = la suma de las ordenadas ( período ).
- $\sum \bar{U} \cdot \bar{T}$  = la suma del producto de las abscisas y las ordenadas.
- $\sum \bar{U} \cdot \bar{H}/3$  = la suma del producto de las abscisas y las ordenadas.

Si existiera una relación fundamental rígida entre  $\bar{H}/3$  y  $\bar{U}$  y entre  $\bar{T}$  y  $\bar{U}$ , ambas rectas de regresión:  $\bar{H}/3 = \bar{H}/3 ( \bar{U} )$  y  $\bar{U} = \bar{U} ( \bar{H}/3 )$  y  $\bar{T} = \bar{T} ( \bar{U} )$  y  $\bar{U} = \bar{U} ( \bar{T} )$  se confundirían en una sola; su separación medida por el ángulo que forman, nos dá una idea del grado de correlación. Esta medida se llama " Coeficiente de correlación " y viene expresado por la fórmula:

$$r = \frac{N \sum f_{x,y} - [(\sum x \cdot f_x) (\sum y \cdot f_y)]}{\sqrt{[N \sum f_x x^2 - (\sum f_x x)^2] [N \sum f_y y^2 - (\sum f_y y)^2]}} = \sqrt{b \cdot b'}$$

donde b y b' son los coeficientes de regresión de las ecuaciones de las rectas calculadas.

La desviación típica de los valores de las ordenadas viene expresado por:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(Y^2)}{N} - \left(\frac{\sum Y}{N}\right)^2}$$

$\sum Y$  = es la suma de los valores de las ordenadas.

Cuando  $r = 1$  se dice que hay correlación directa máxima.

Cuando  $r = 0$  hay independencia absoluta o correlación nula.

## RESULTADOS

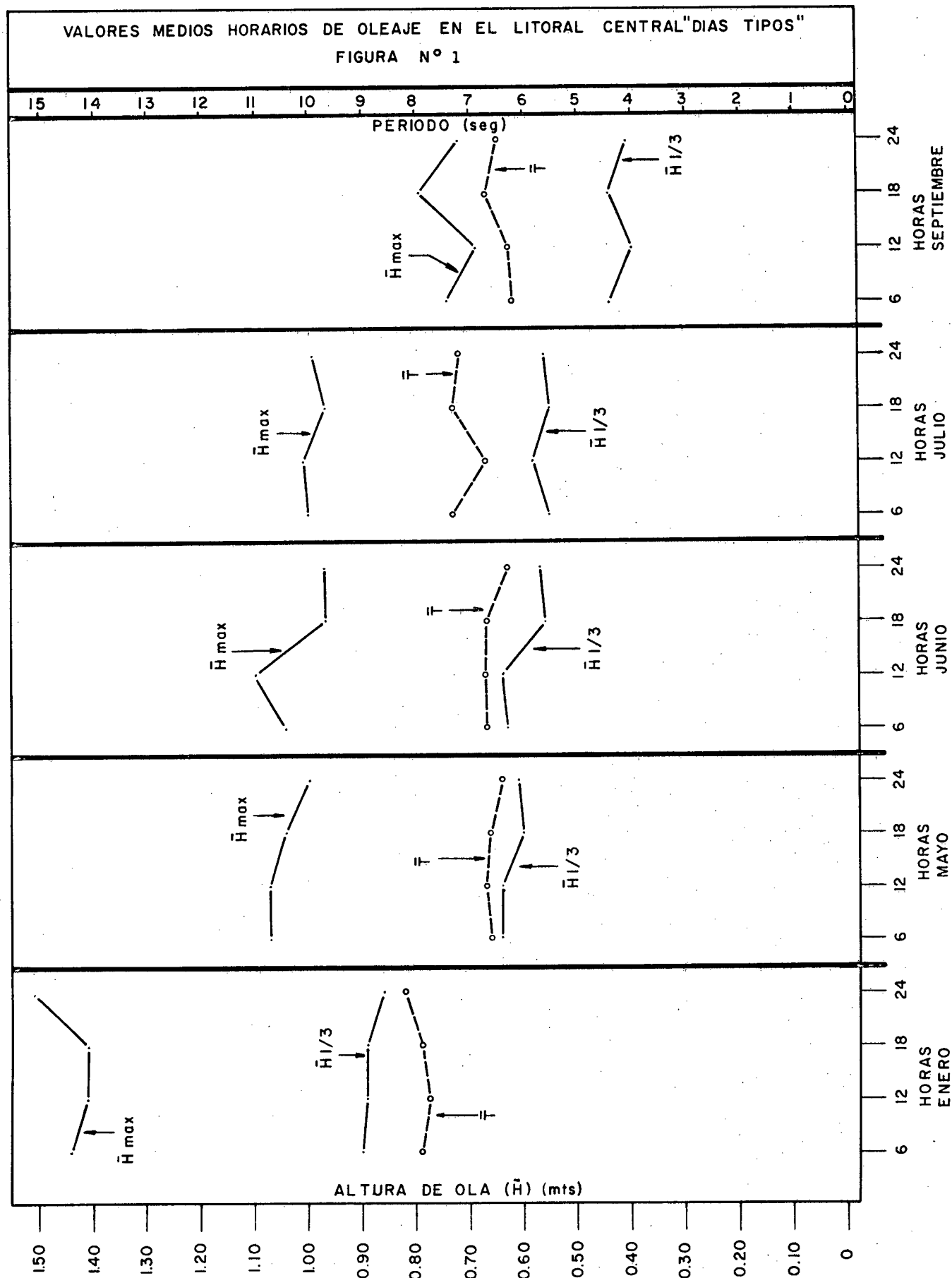
I .- Registros de Oleaje .- El Departamento de Ingeniería de Costas del Ministerio de Obras Públicas comenzó a obtener registro del oleaje en el Litoral Central a partir del año 1970. Los registros de los años 1970 - 1971 son muy incompletos y de muy difícil utilización para el estudio propuesto en este trabajo. Por esta razón, se escogió el registro del año 1972, que aunque incompleto puede utilizarse y del cual, se escogieron los meses de Enero, Mayo, Junio, Julio, Septiembre, Octubre y Noviembre; del resto se escogió sólo un mar de fondo registrado en el mes de Mayo ya que los registros de los otros meses son muy deficientes ó no existen.

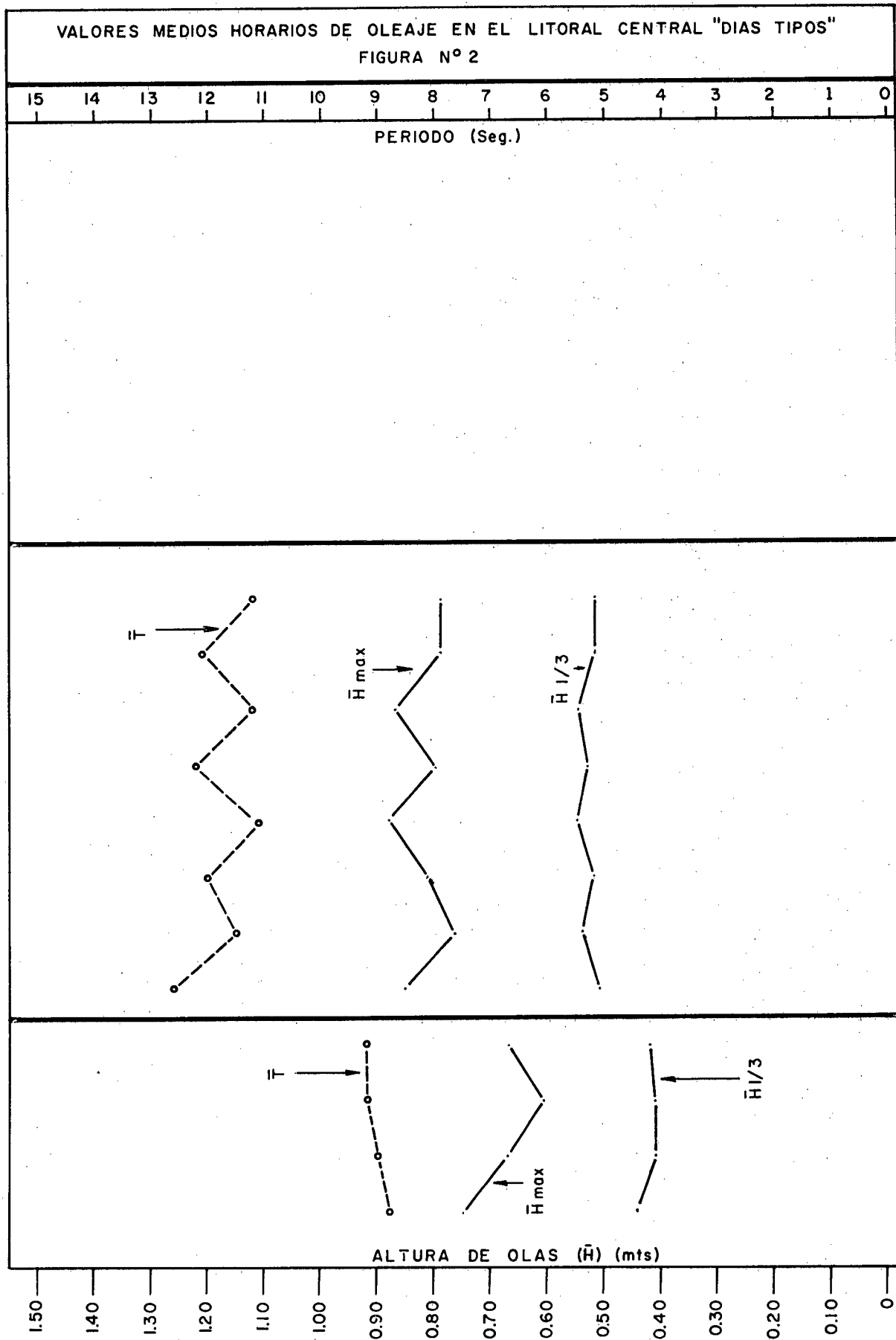
II .- Valores medios del Oleaje .- Con los valores de  $H_{1/3}$ ,  $H_{m\acute{a}x}$  y  $T$  obtenidos de los registros se calcularon los valores horarios ( ver Figuras Nos. 1 y 2, los valores medios diarios ( ver Figuras Nos. 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 ).

III.- Variaciones horarias medias del Oleaje .-

<u>MES:</u>	<u>Rango de <math>H_{1/3}</math> (mts)</u>	<u>Rango de <math>H_{m\acute{a}x}</math> (mts)</u>	<u>Rango de <math>T</math> (seg)</u>	<u><math>\Delta H_{1/3}</math> (mts)</u>	<u><math>\Delta H_{m\acute{a}x}</math> (mts)</u>	<u><math>\Delta \bar{T}</math> (seg)</u>
Enero	0.90-0.86	1.41-1.51	7.8-7.2	0.04	0.10	0.4
Mayo	0.60-0.64	1.00-1.07	6.4-6.6	0.04	0.07	0.2
Junio	0.55-0.64	0.97-1.10	6.3-6.7	0.09	0.13	0.4
Julio	0.55-0.58	0.97-1.01	6.7-7.3	0.03	0.04	0.6
Septiemb.	0.40-0.44	0.69-0.79	6.2-6.7	0.04	0.10	0.5
Octubre	0.41-0.44	0.61-0.75	8.8-9.3	0.03	0.14	0.5
Nov.	0.51-0.55	0.77-0.88	11.1-12.6	0.04	0.11	1.5

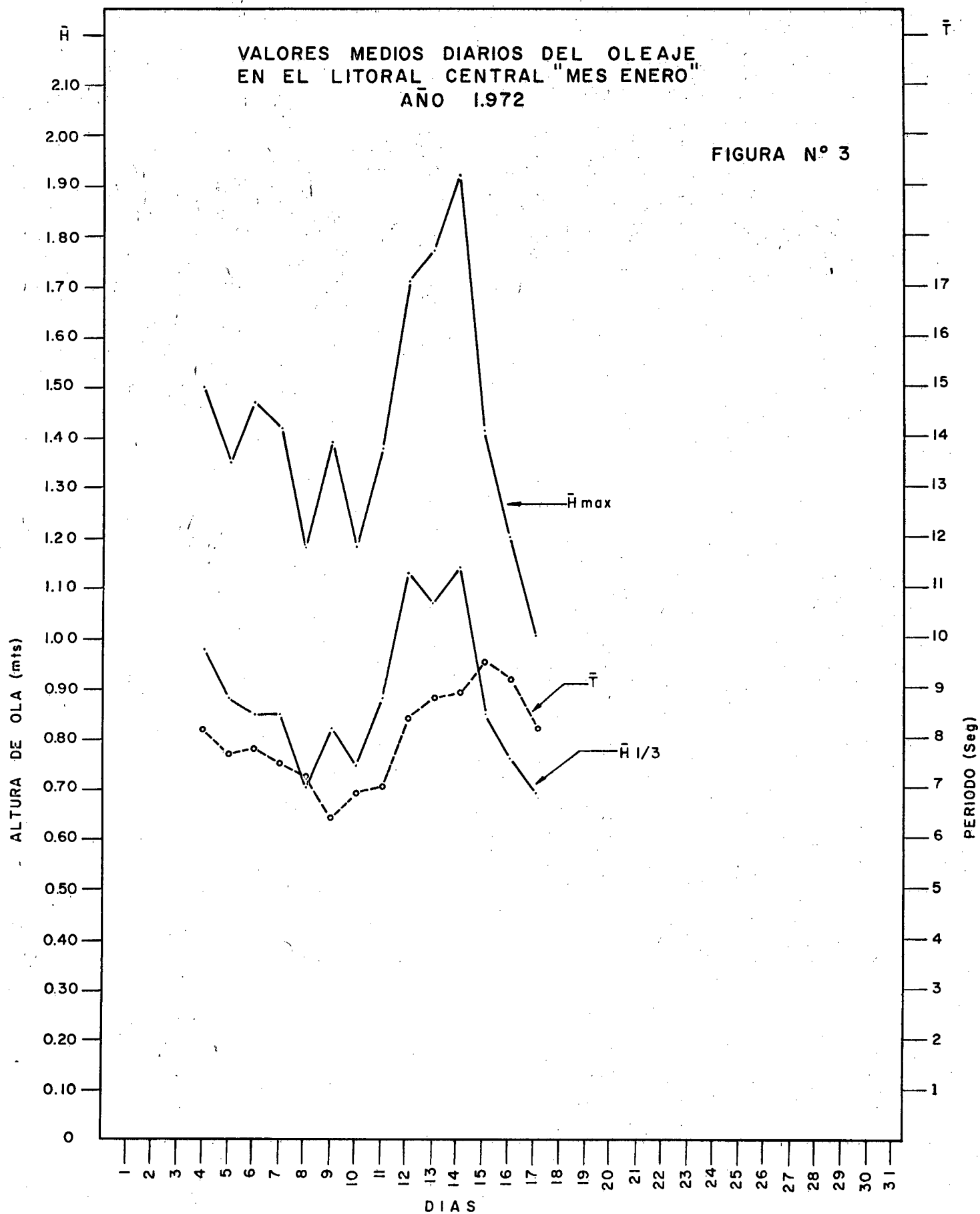
\* Nota:  $H_{m\acute{a}x}$  .- Altura máxima registrada, ya que el oleógrafo funciona 15 minutos cada 3 horas.





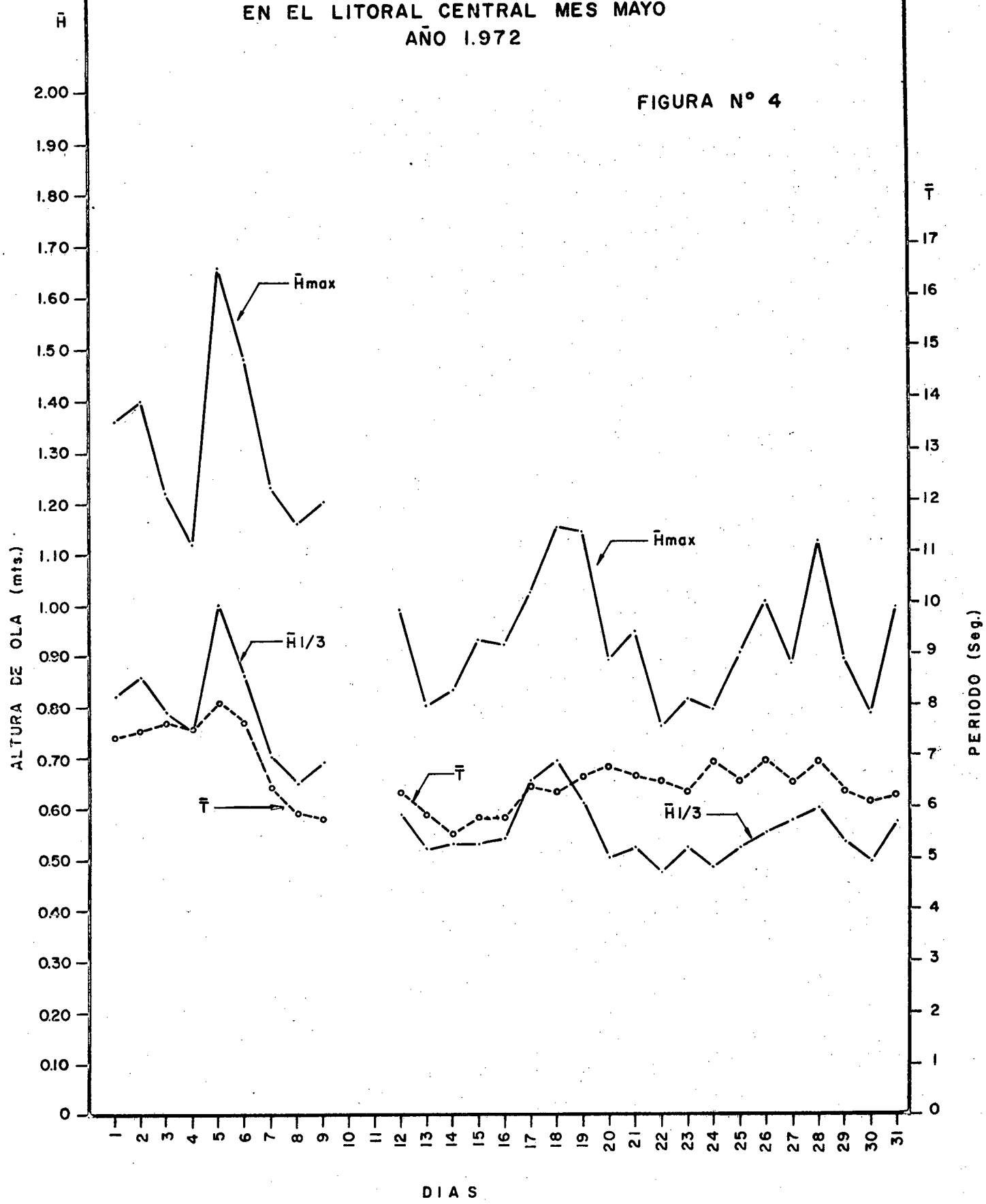
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL "MES ENERO"  
AÑO 1972

FIGURA N° 3



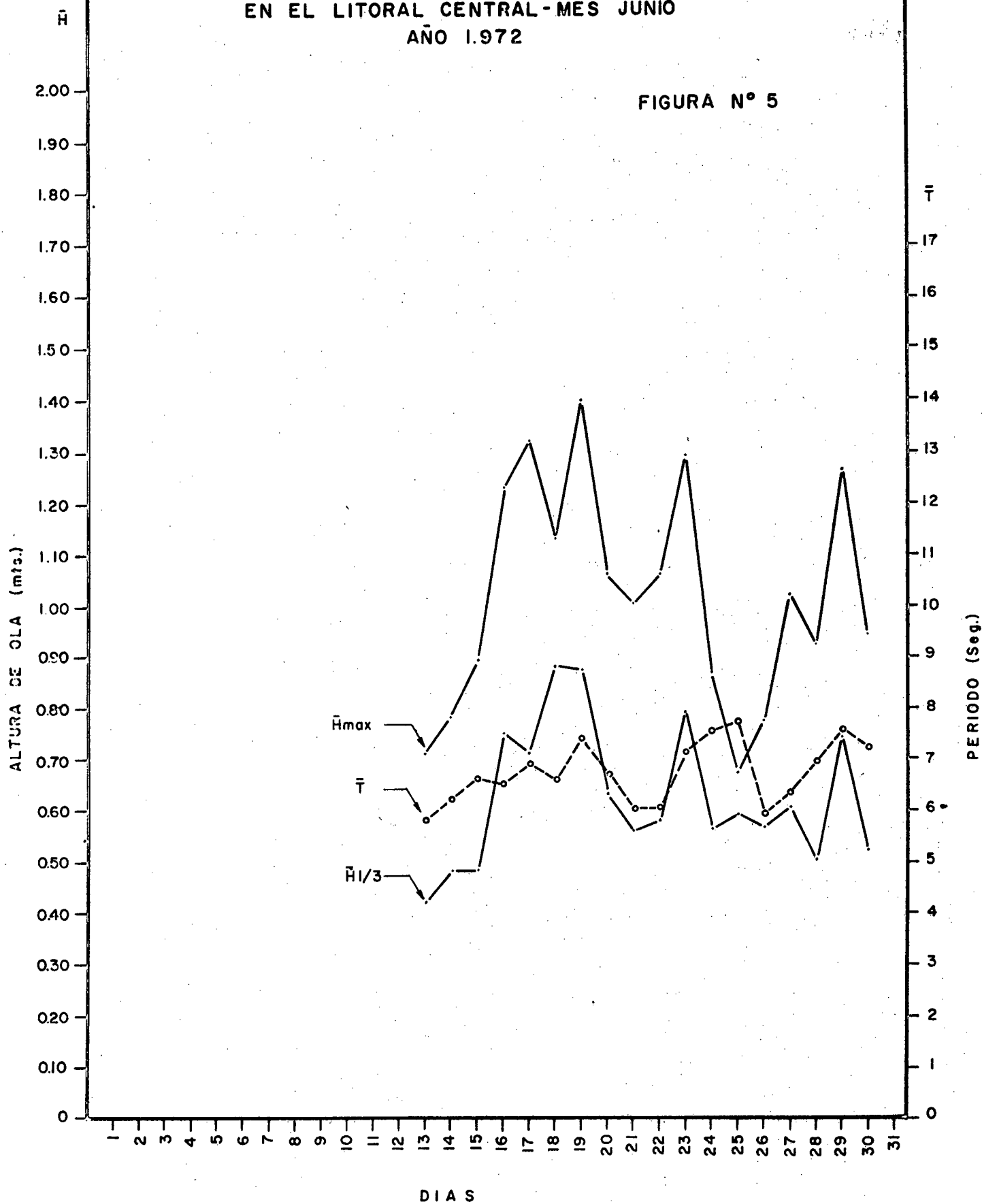
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL MES MAYO  
AÑO 1.972

FIGURA N° 4



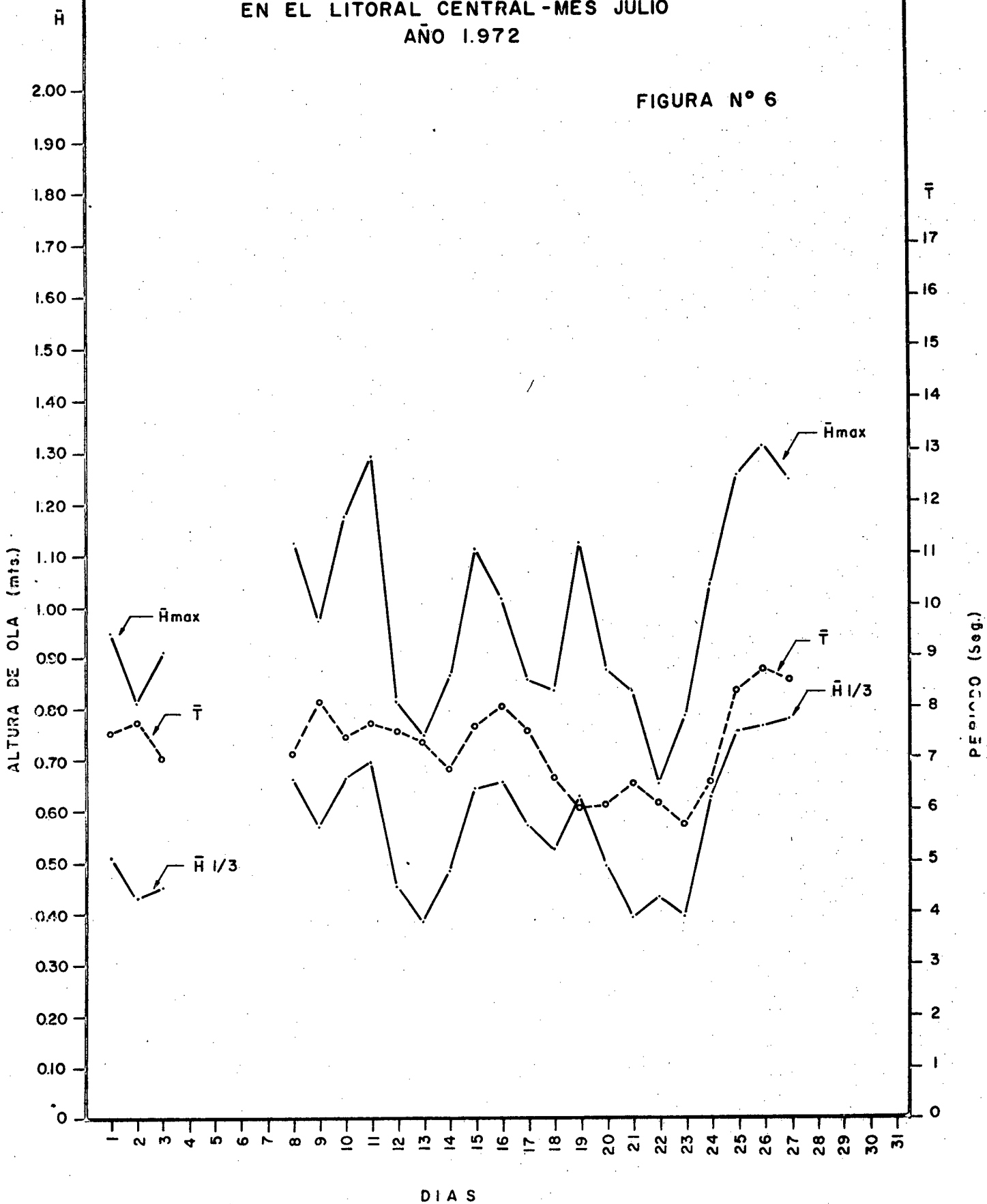
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL - MES JUNIO  
AÑO 1.972

FIGURA N° 5



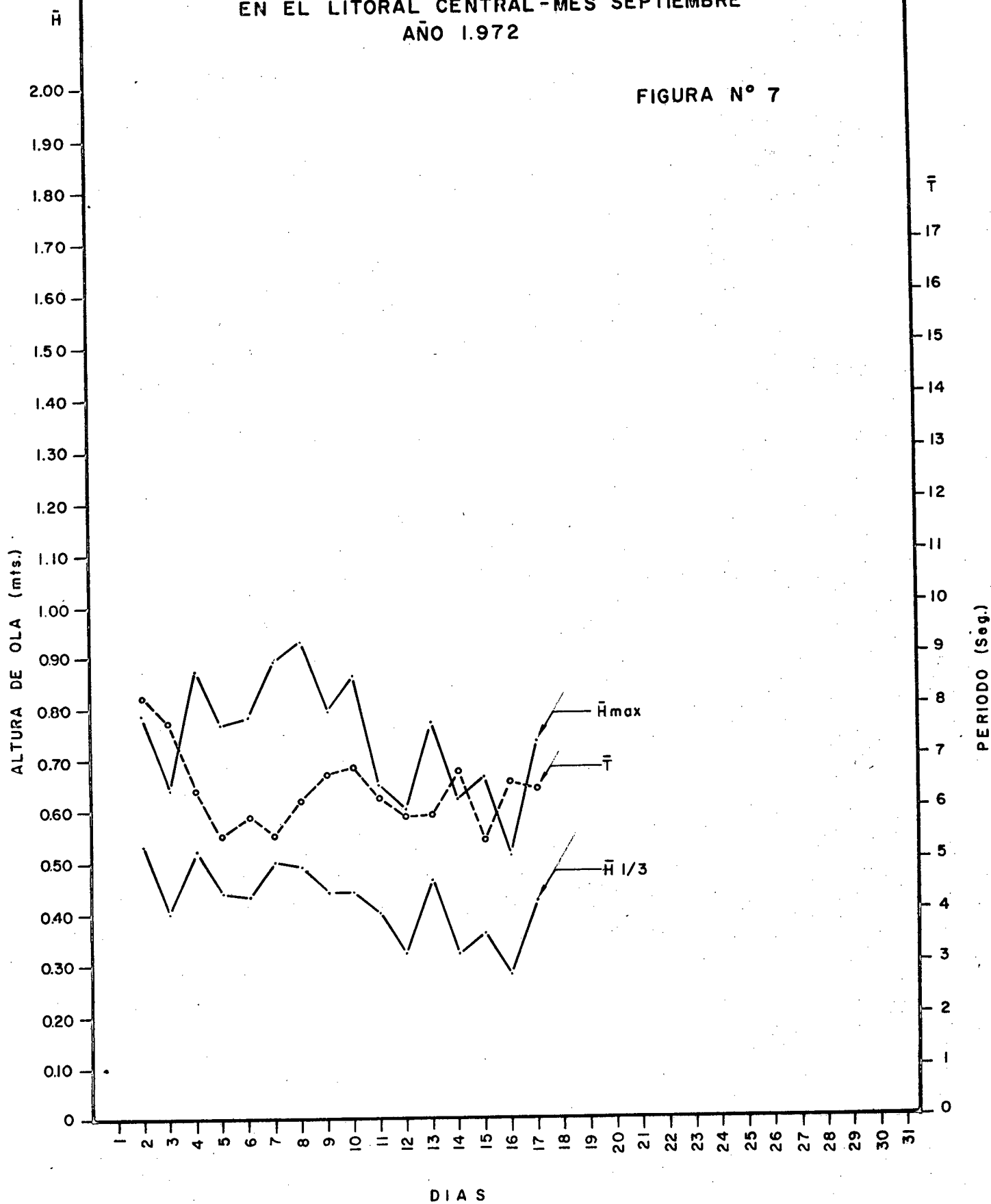
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL - MES JULIO  
AÑO 1.972

FIGURA N° 6



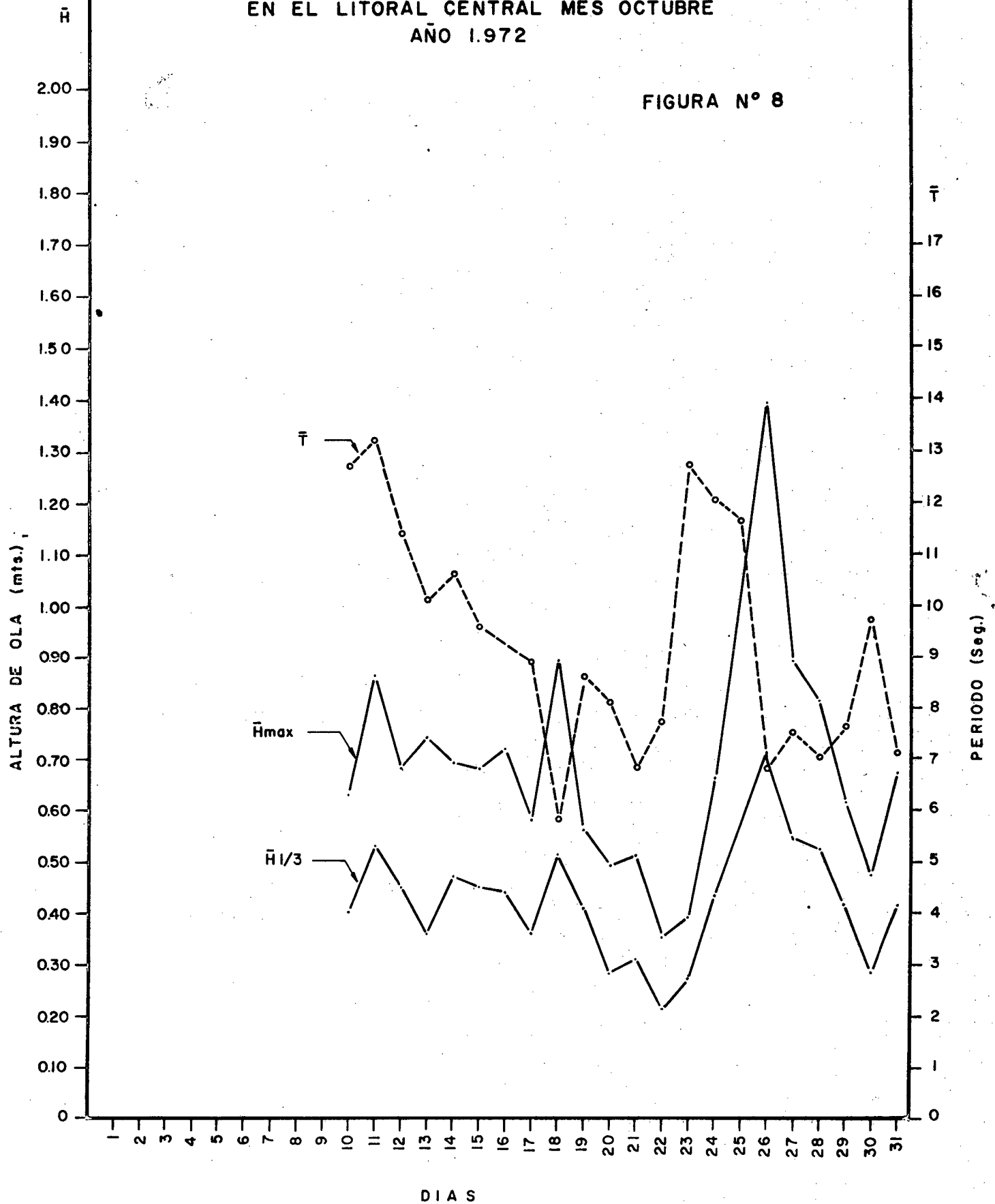
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL - MES SEPTIEMBRE  
AÑO 1.972

FIGURA N° 7



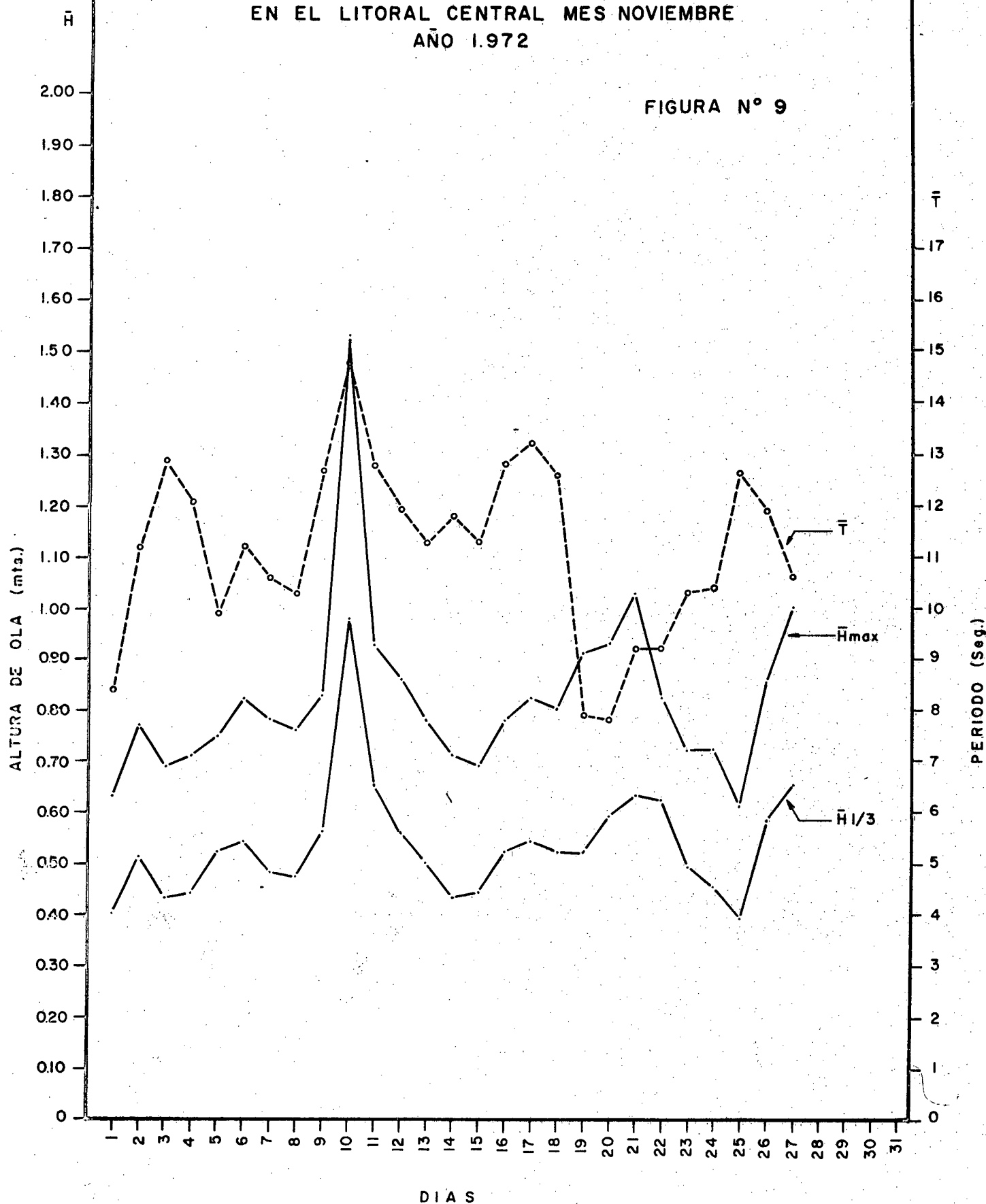
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL MES OCTUBRE  
AÑO 1.972

FIGURA N° 8



VALORES MEDIOS DIARIOS DEL OLEAJE  
EN EL LITORAL CENTRAL MES NOVIEMBRE  
AÑO 1.972

FIGURA N° 9



IV .- Variaciones medias mensuales del Oleaje .-

MES:	<u>Rango de</u> <u>H<sub>1/3</sub> (mts)</u>	<u>Rango de</u> <u>H<sub>máx</sub> (mts)</u>	<u>Rango de</u> <u>T (seg).</u>	<u>Δ H<sub>1/3</sub></u>	<u>Δ H<sub>máx</sub></u>	<u>Δ T</u>
Enero	0.70-1.14	1.92-1.05	6.4-9.5	0.44	0.87	3.1
Mayo	0.47-1.00	0.74-1.66	5.5-8.1	0.53	0.92	2.6
Junio	0.42-0.88	0.67-1.40	5.8-7.7	0.46	0.73	1.9
Julio	0.38-0.77	0.65-1.30	5.7-8.7	0.39	0.65	3.0
Septiemb.	0.28-0.53	0.51-0.93	5.4-8.2	0.25	0.42	2.8
Octubre	0.21-0.71	0.35-1.39	5.8-13.2	0.50	1.04	7.4
Nov.	0.39-0.98	0.61-1.53	7.7-14.7	0.59	0.92	7.0

V .- Valores extremos .-

<u>MES:</u>	<u>H<sub>máx</sub></u> <u>(mts)</u> ( registrado )	<u>T<sub>máx</sub></u> <u>(seg)</u>
Enero	2.00	10.5
Marzo	1.65	14.2 ( 4 días de registro )
Abril	1.59	20.0 ( 7 días de registro )
Mayo	1.88	8.5
Junio	1.77	8.8
Julio	1.51	9.3
Septiemb.	1.11	9.5
Octubre	2.43	13.9
Noviemb.	2.32	16.2

Diciembre 1.10 13.8 ( 6 días de registro )

VI .- Histograma de frecuencia relativa .- Se construyeron histogramas de frecuencia relativa de altura significativa ( H1/3 ) y del período ( T ) ( ver Figura No. 10 y 11 ).

VII .- Separación del Oleaje .- Estudiando los mapas sinópticos y determinando en ellos, el número de bajas presiones, observando las zonas de generación (Fetch), la duración y la velocidad del viento se elaboró el cuadro siguiente:

MES:	<u>I</u>	<u>II</u>	<u>III</u>	<u>IV</u>	<u>V</u>	<u>VI</u>
Enero	0	4	0	2	1	-- Registro incompleto.
Febrero	0	6	0	2	1	-- No hay registro.
Marzo	1	7	1	2	2	1 Registro incompleto.
Abril	0	4	0	2	2	-- Registro incompleto.
Mayo	1	4	0	0	0	0
Junio	1	3	0	0	0	0
Julio	0	2	0	0	0	0
Agosto	1	3	0	0	0	-- No hay registro.
Septiemb.	0	5	0	0	0	0
Octubre	1	5	1	0	2	2
Nov.	1	5	1	3	4	4
Dic.	0	4	0	1	1	1 Registro incompleto.
Totales:	6	52	3	12	13	8

Nota :

I = Número de bajas presiones extratropicales entre latitudes: 20°N-30°N.

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA RELATIVA DE LA ALTURA SIGNIFICATIVA DEL OLEAJE EN EL LITORAL CENTRAL AÑO 1.972

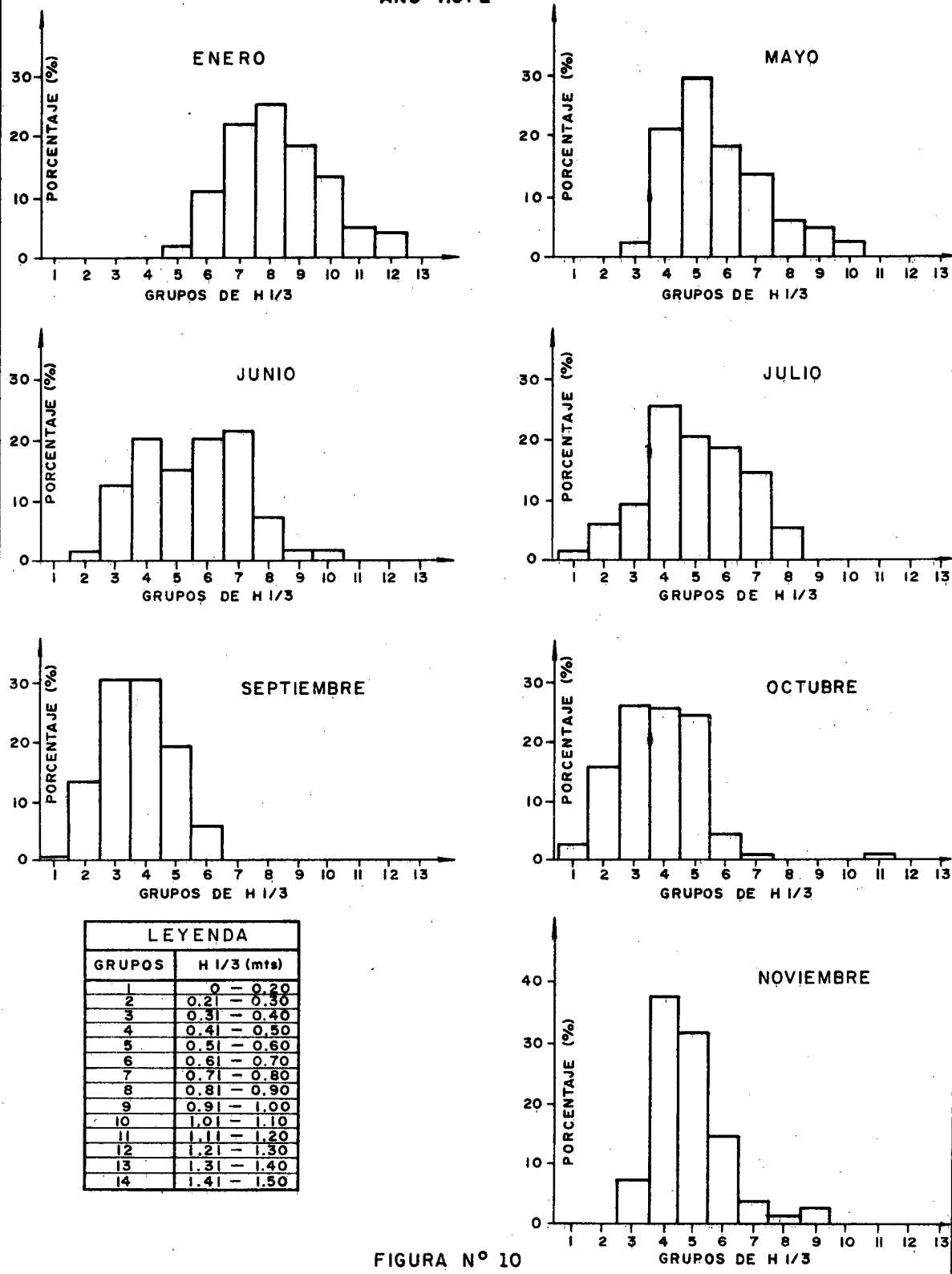
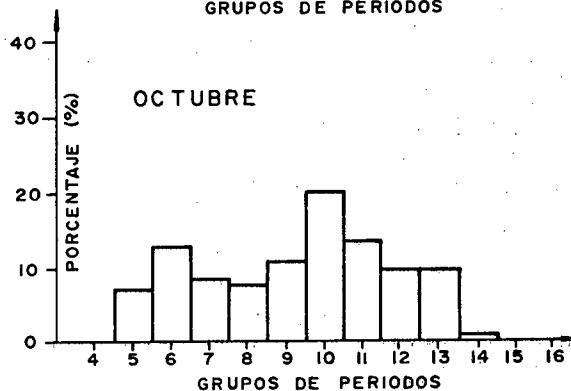
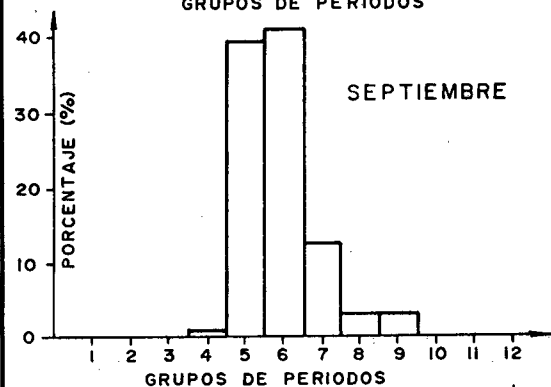
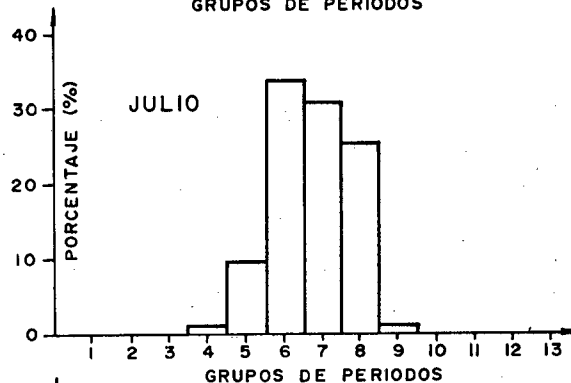
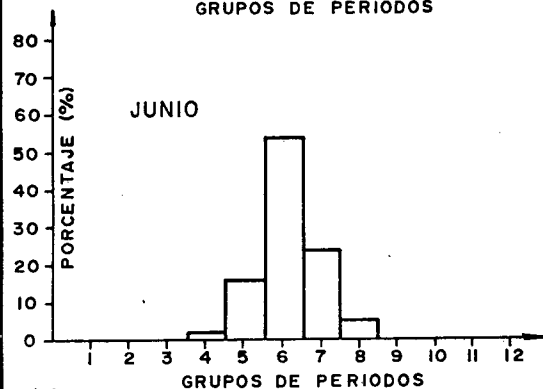
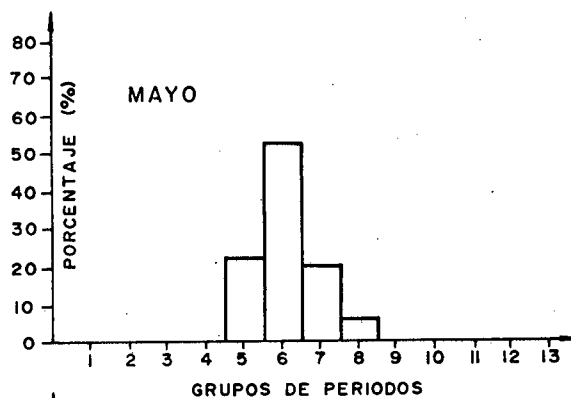
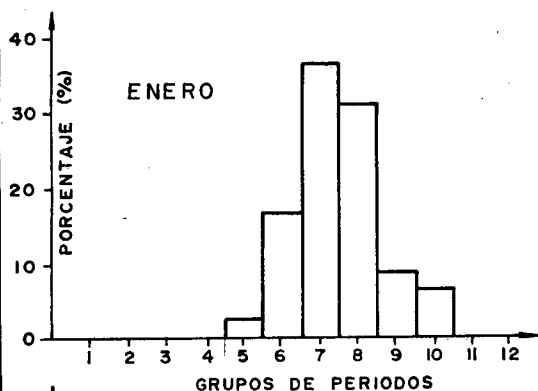


FIGURA N° 10

HISTOGRAMAS DE FRECUENCIA RELATIVA DEL PERIODO DEL OLEAJE EN EL LITORAL CENTRAL "AÑO 1.972"



LEYENDA	
GRUPOS	T (Seg)
1	≤ 2
2	2.1 - 3.0
3	3.1 - 4.0
4	4.1 - 5.0
5	5.1 - 6.0
6	6.1 - 7.0
7	7.1 - 8.0
8	8.1 - 9.0
9	9.1 - 10.0
10	10.1 - 11.0
11	11.1 - 12.0
12	12.1 - 13.0
13	13.1 - 14.0
14	14.1 - 15.0
15	15.1 - 16.0
16	16.1 - 17.0
17	17.1 - 18.0
18	18.1 - 19.0

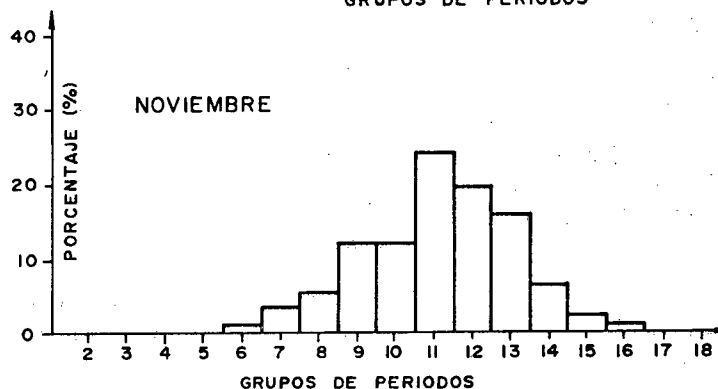


FIGURA N° 11

- II = Número de bajas presiones extratropicales entre latitudes: 20° N-30° N.
- III = " " " " " entre 20° N-30° N, con velocidad del viento mayor ó igual a 30 nudos.
- IV = Número de bajas presiones extratropicales entre 30° N-40° N con velocidad del viento mayor ó igual a 40 nudos.
- V = Número de bajas presiones extratropicales que generaron oleaje que debió llegar a nuestras costas.
- VI = Número de mares de fondo registrado en nuestras costas.

De este cuadro se concluye; que hubo 58 bajas extratropicales en el año, de las cuales, 13 generaron oleaje de período largo que llegó a nuestras costas y de éstos, fueron registrados 8 mares de fondo. Del análisis de este cuadro y de los registros de oleaje podemos concluir que:

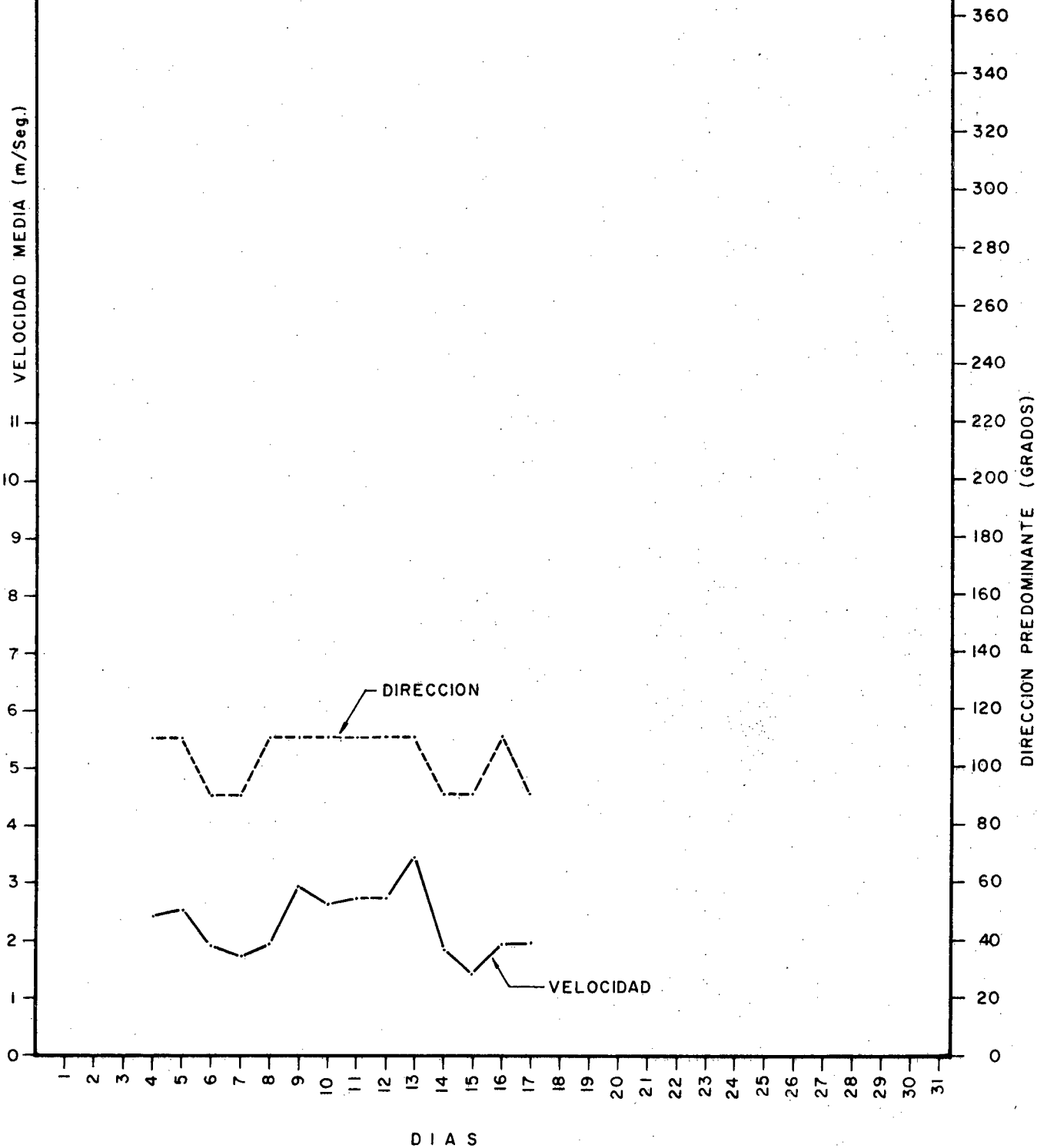
i) El oleaje que llegó a nuestras costas en los meses de enero, febrero, marzo, abril, octubre, noviembre y diciembre es un oleaje mezclado, es decir, una superposición del oleaje generado por los Alisios y por las bajas extratropicales.

ii) El oleaje que llegó a nuestras costas en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre es generado exclusivamente por los Alisios.

VIII .- Viento en La Orchila y en Maiquetía .- Se construyeron gráficos de la velocidad media diaria del viento y la dirección predominante, para los meses de enero, mayo, junio, julio, septiembre, octubre y noviembre ( ver Figuras Nos. 12 al 25 ) con el fin de compararlos con el oleaje y tratar de encontrar una correlación entre los mismos.

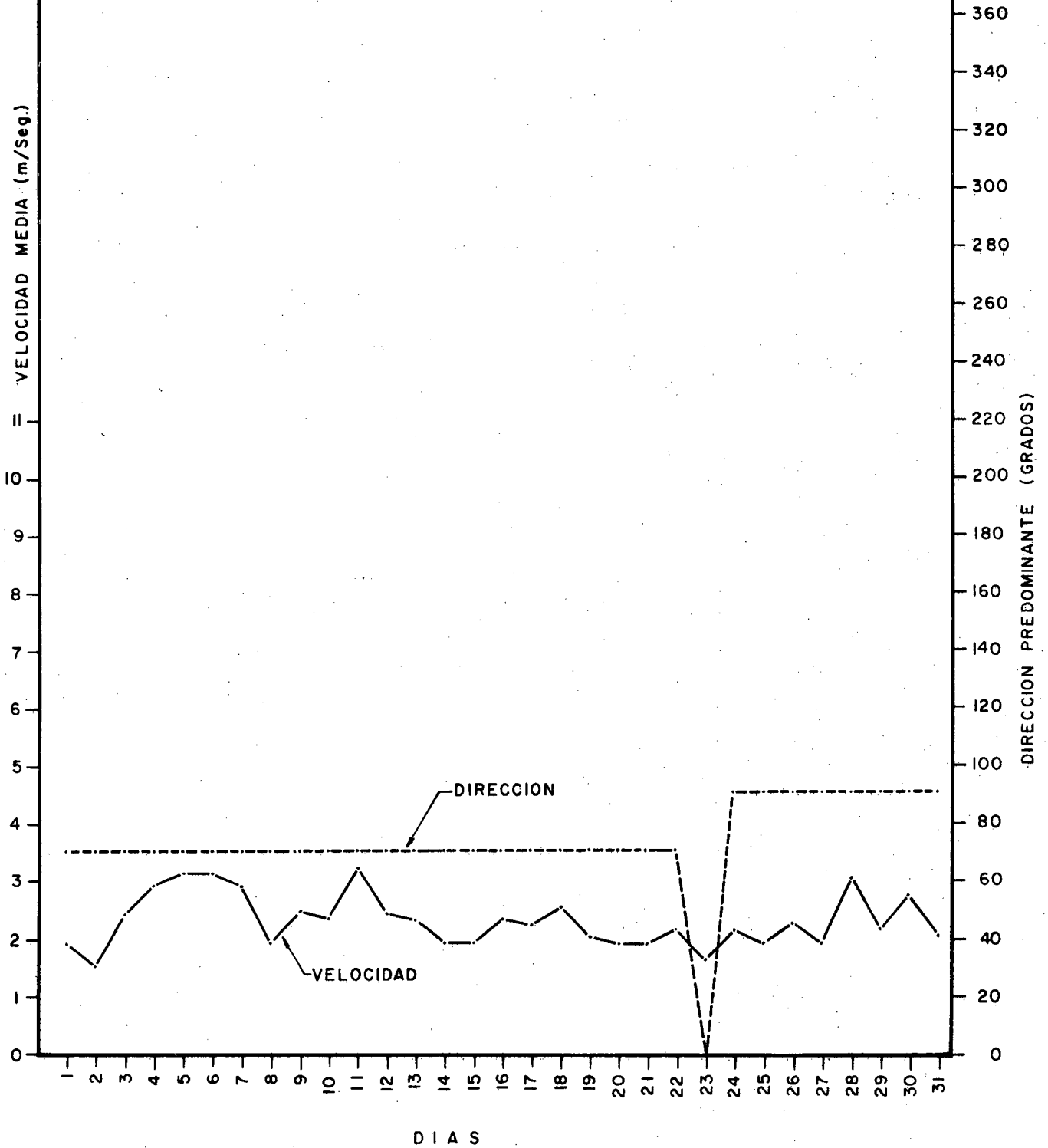
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES ENERO-AÑO 1.972

FIGURA N° 12



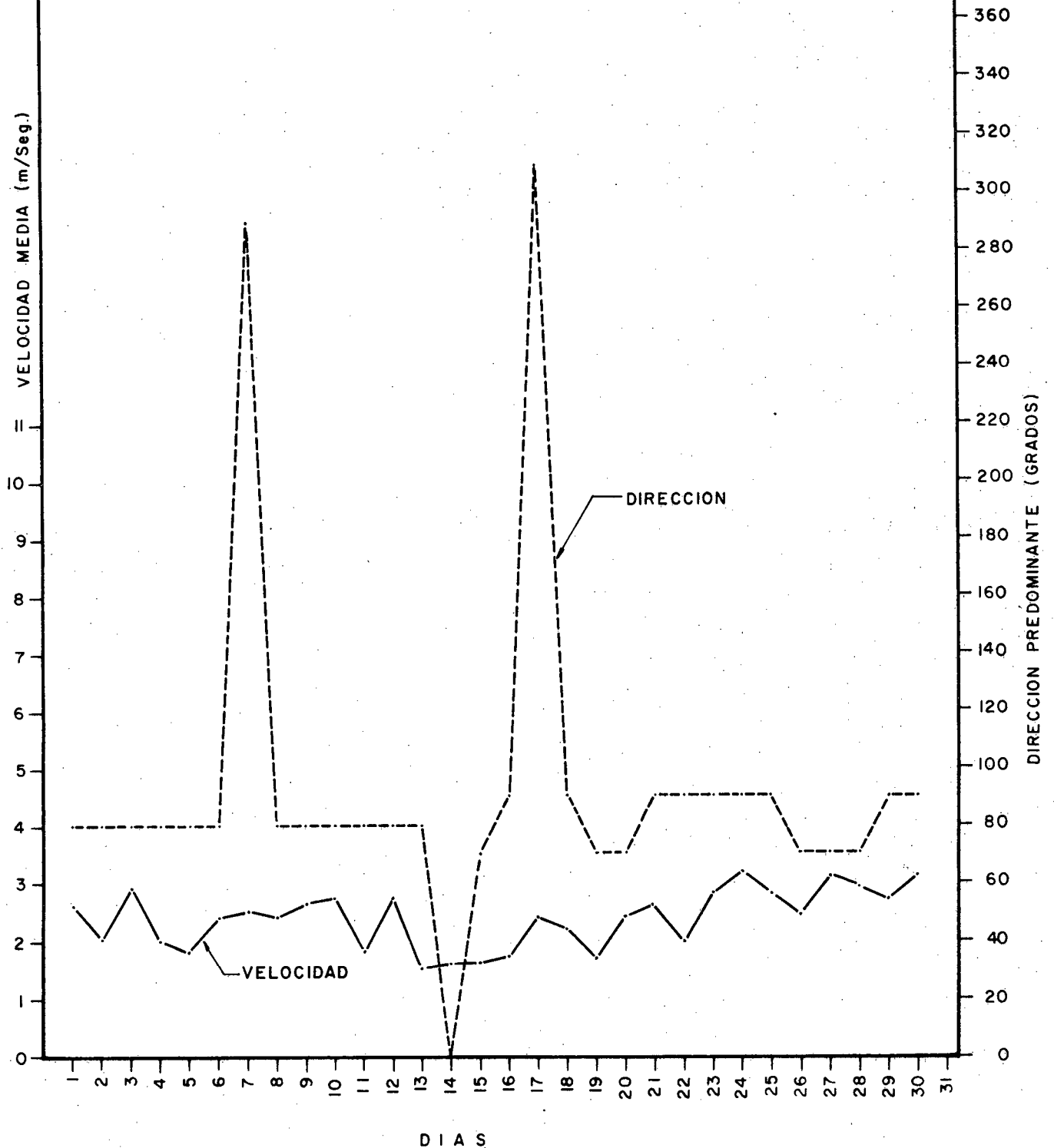
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES MAYO - AÑO 1.972

FIGURA N° 13



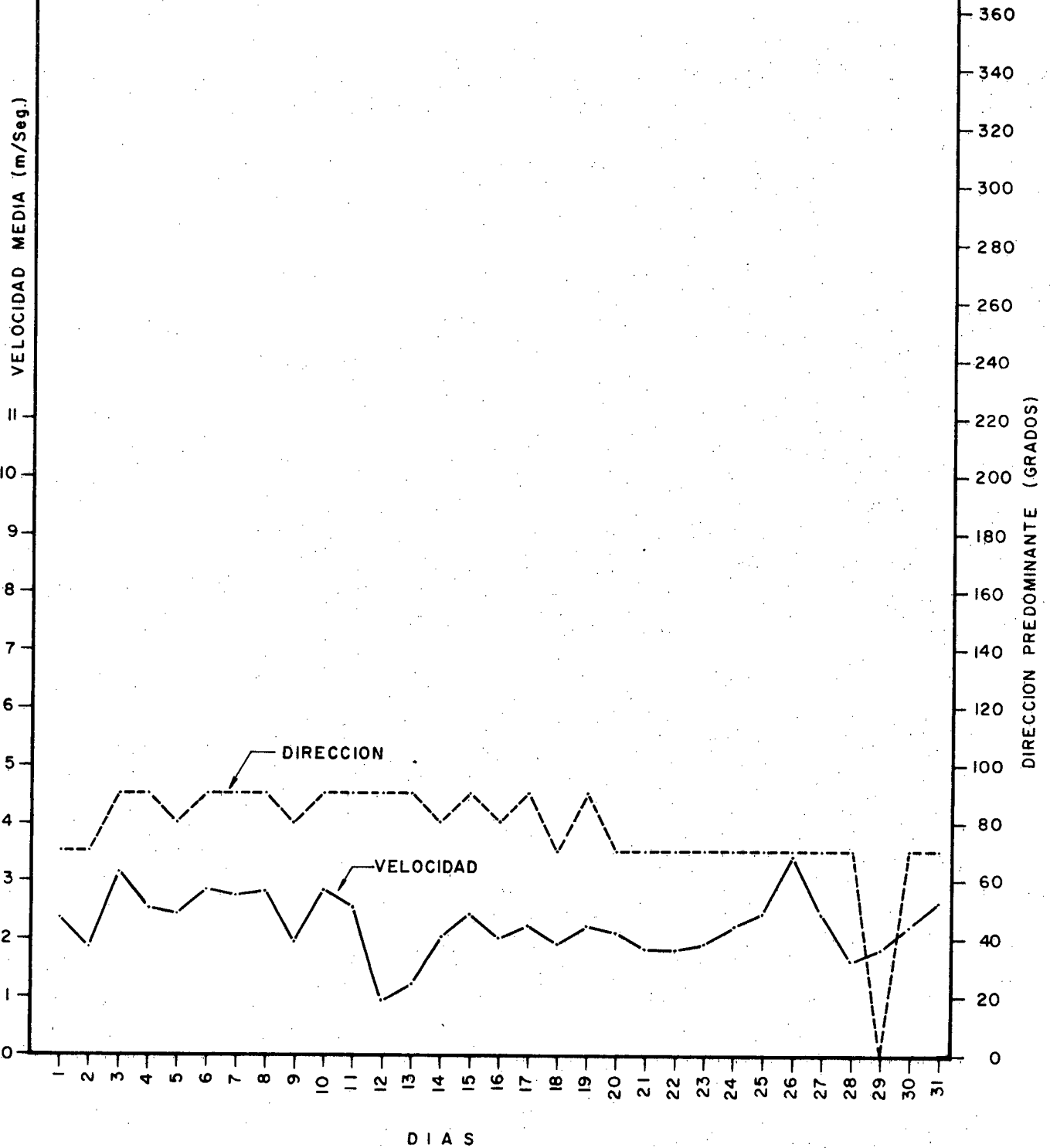
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES JUNIO - AÑO 1.972

FIGURA N° 14



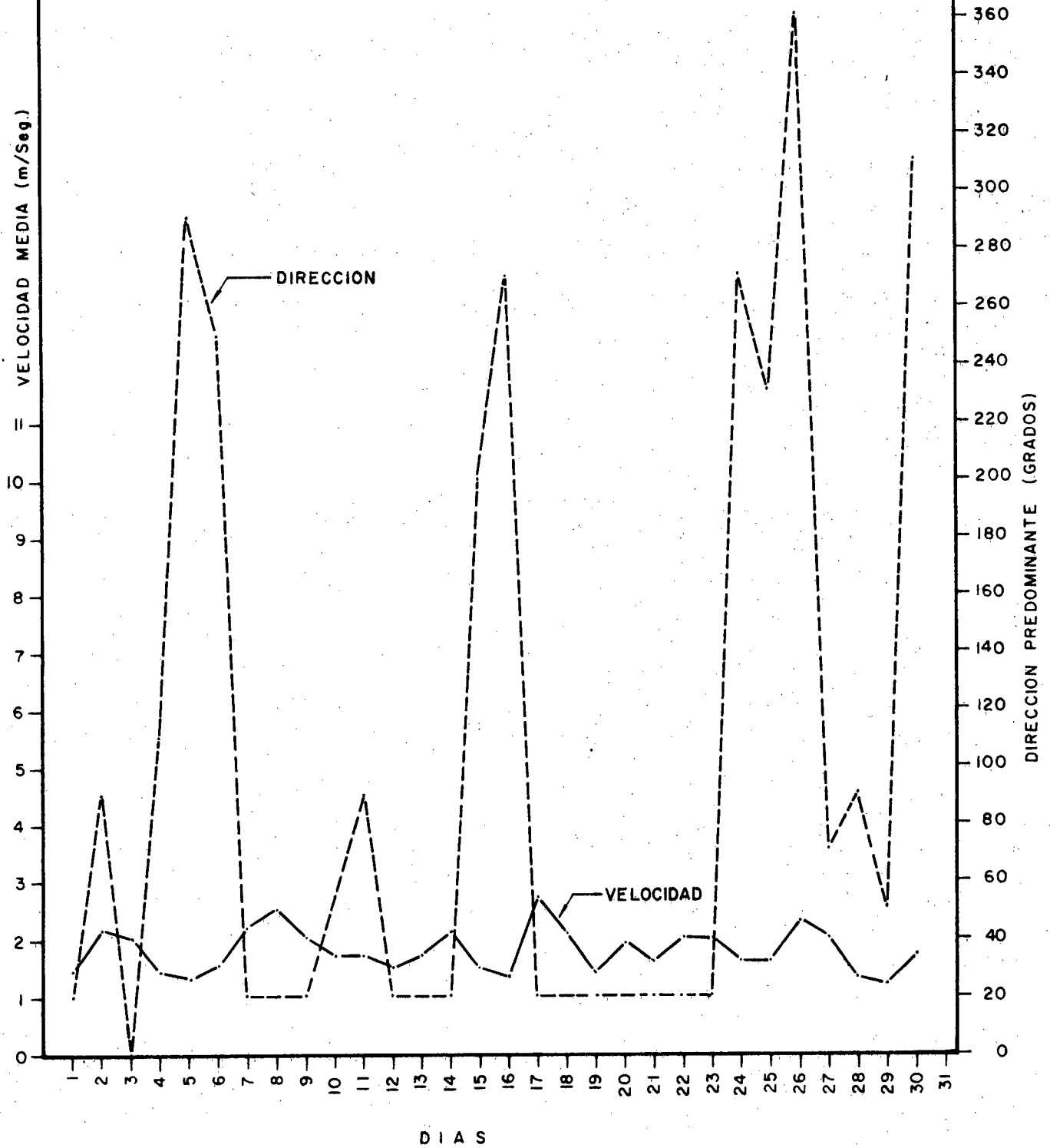
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES JULIO - AÑO 1972

FIGURA N° 15



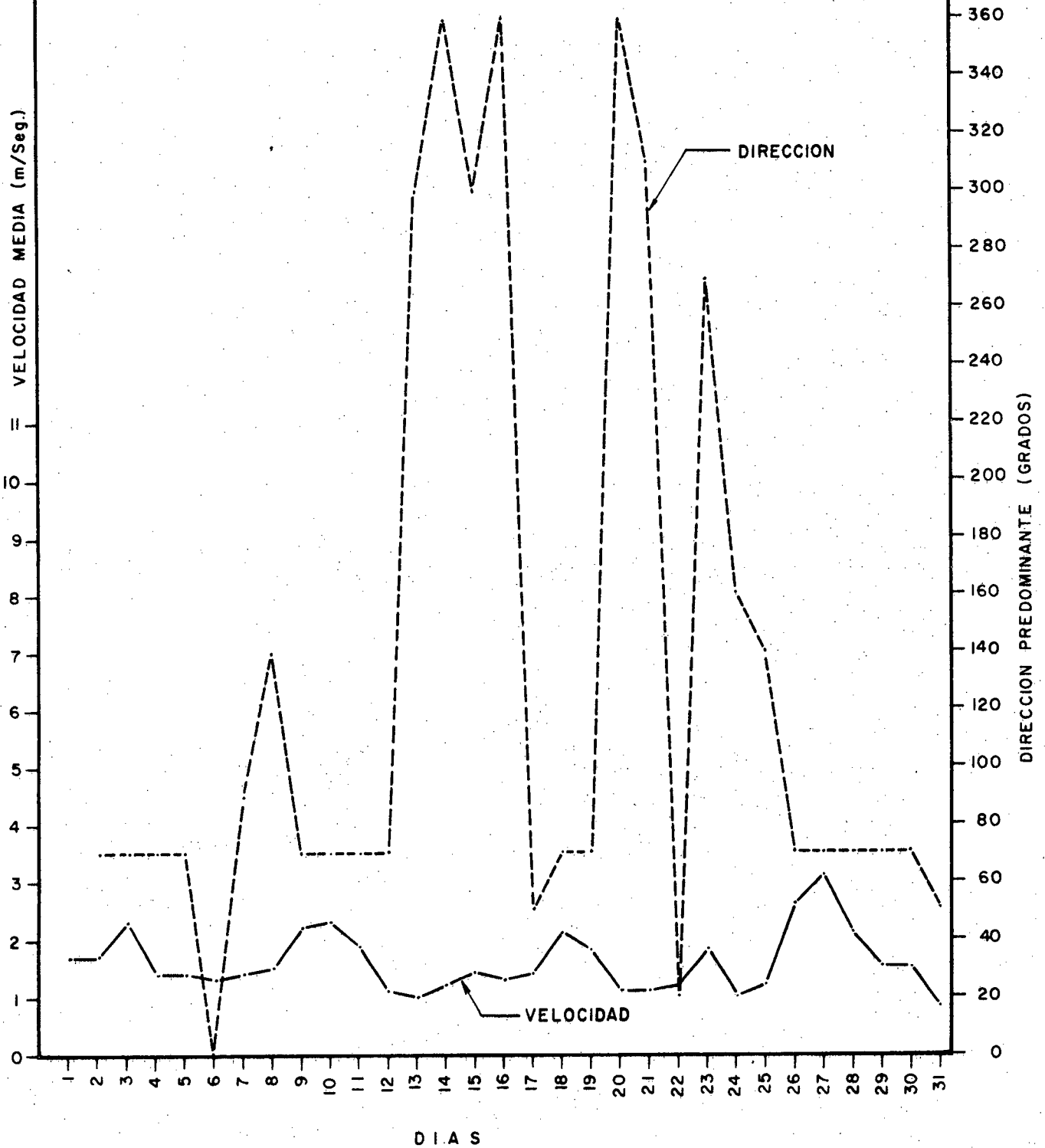
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES SEPTIEMBRE - AÑO 1.972

FIGURA N° 16



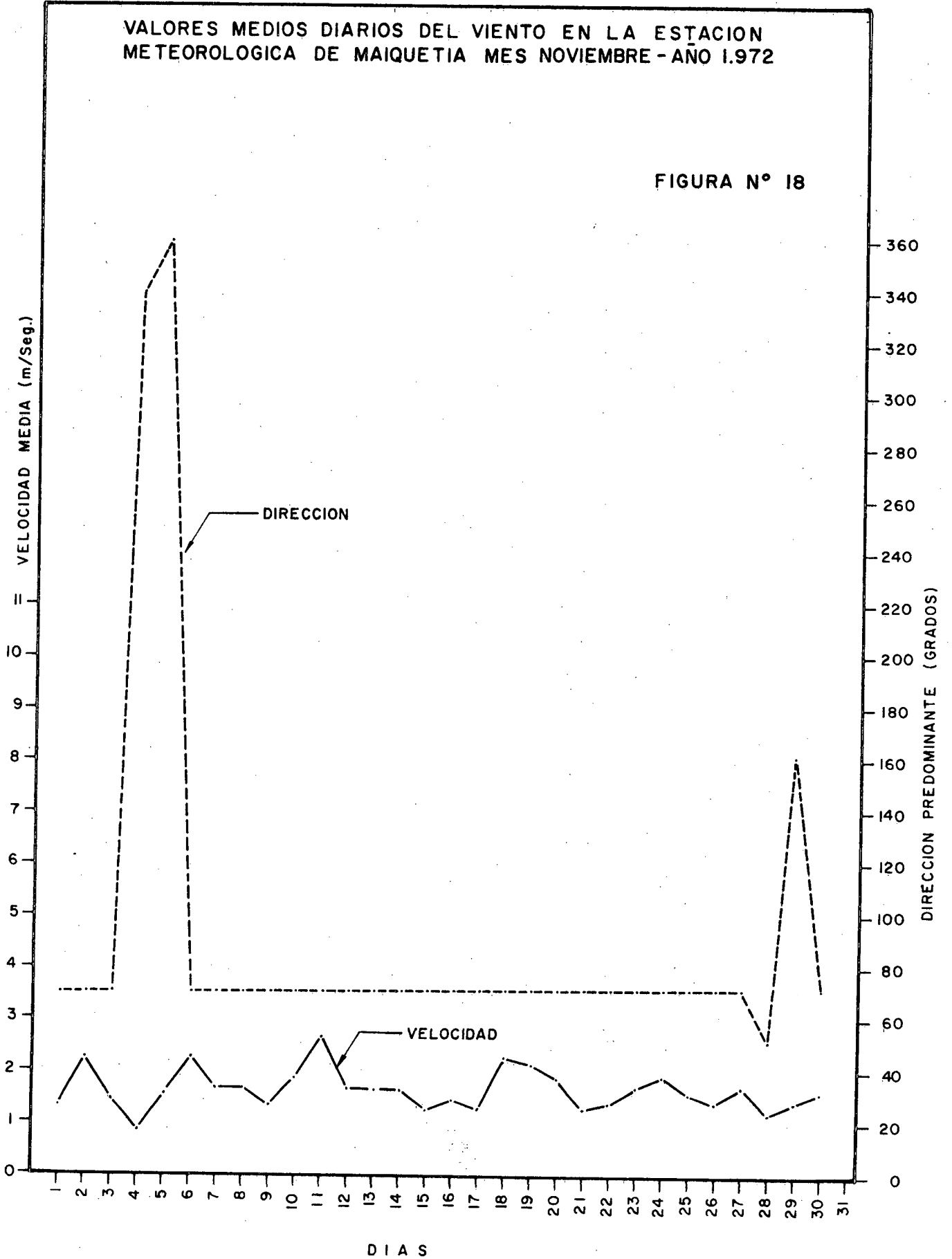
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES OCTUBRE-AÑO 1.972

FIGURA N° 17



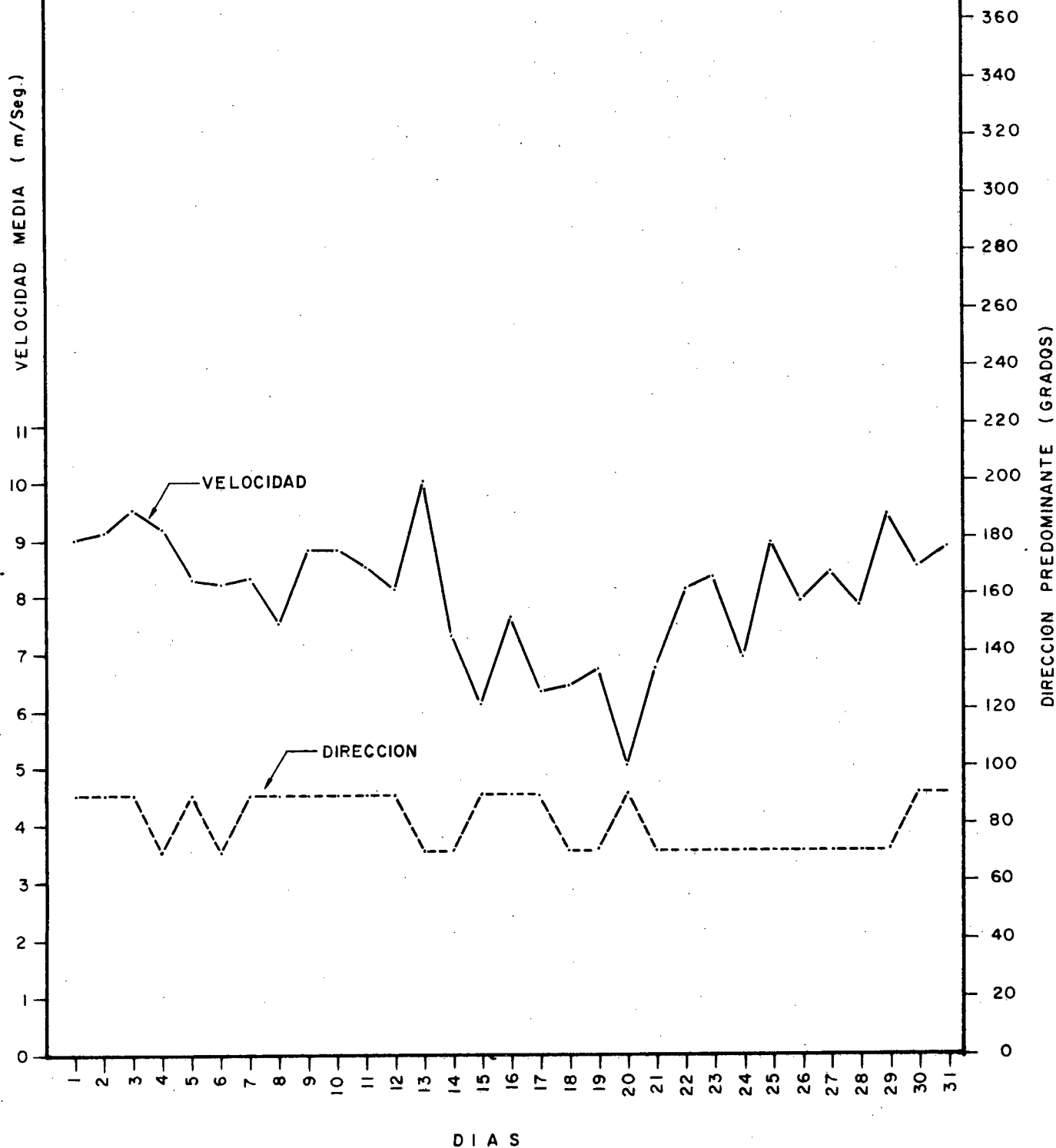
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA MES NOVIEMBRE - AÑO 1.972

FIGURA N° 18



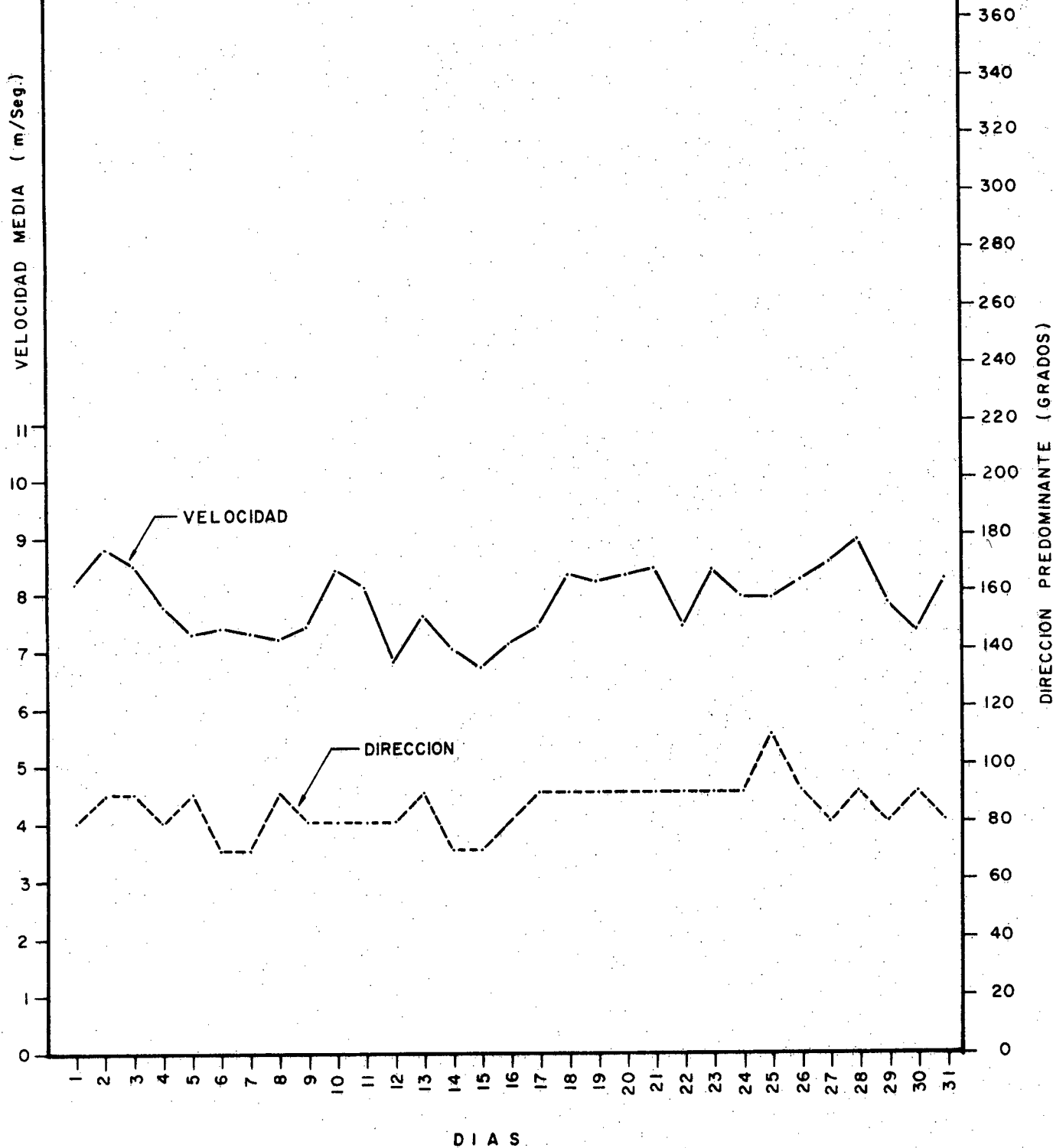
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA MES ENERO-AÑO 1.972

FIGURA N° 19



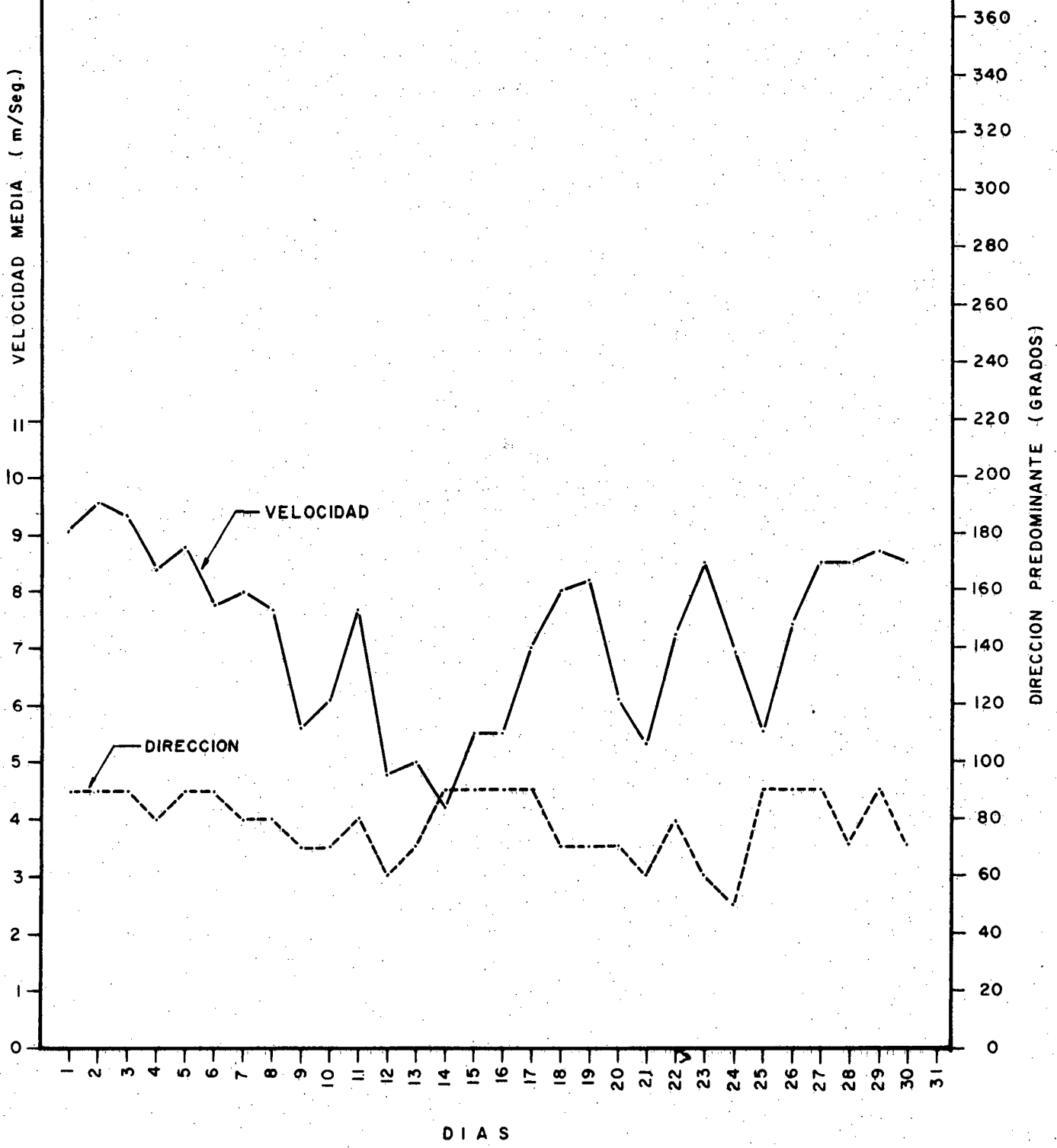
### VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA MES MAYO - AÑO 1.972

FIGURA N° 20



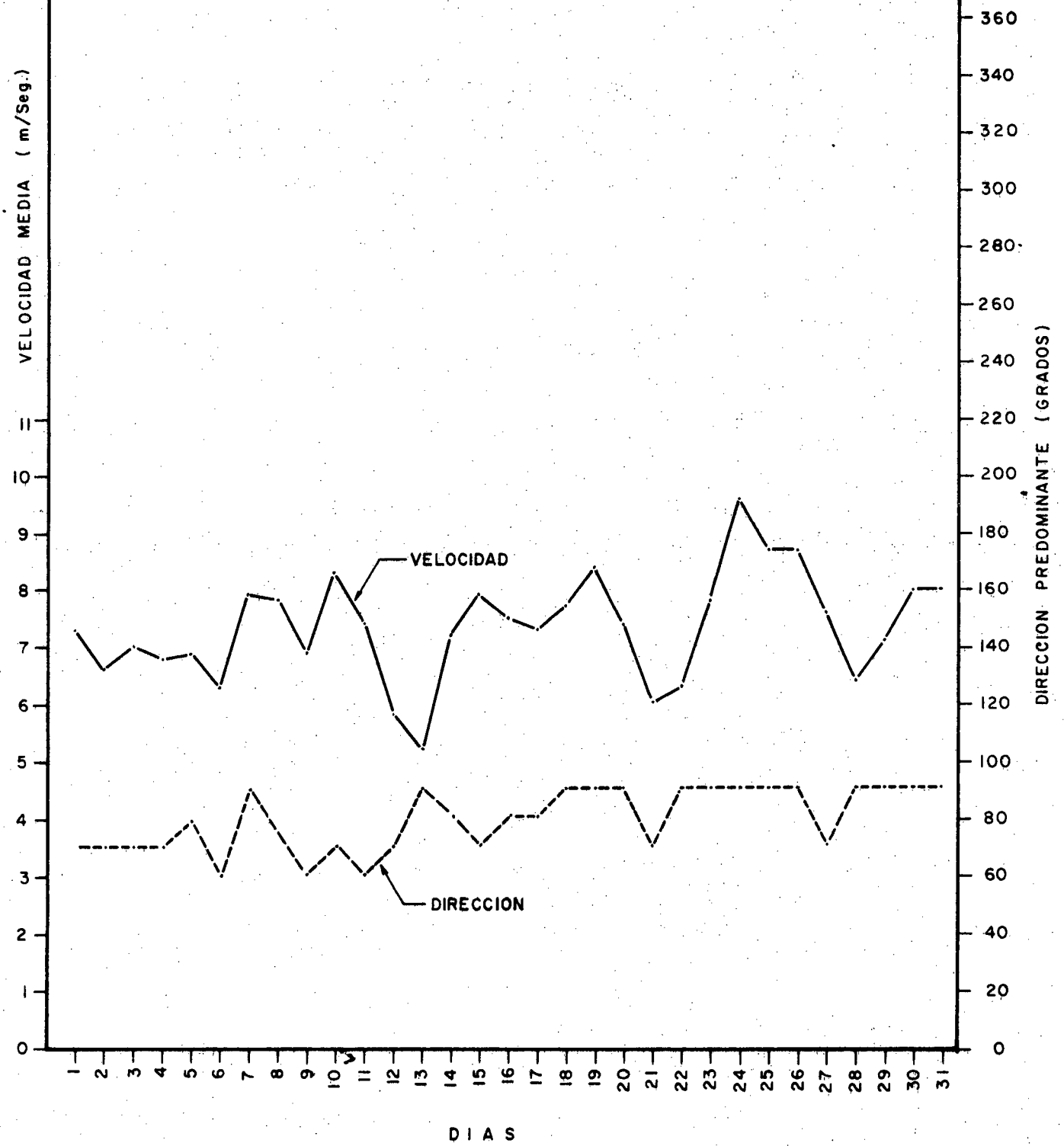
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA MES JUNIO-AÑO 1.972

FIGURA N° 21



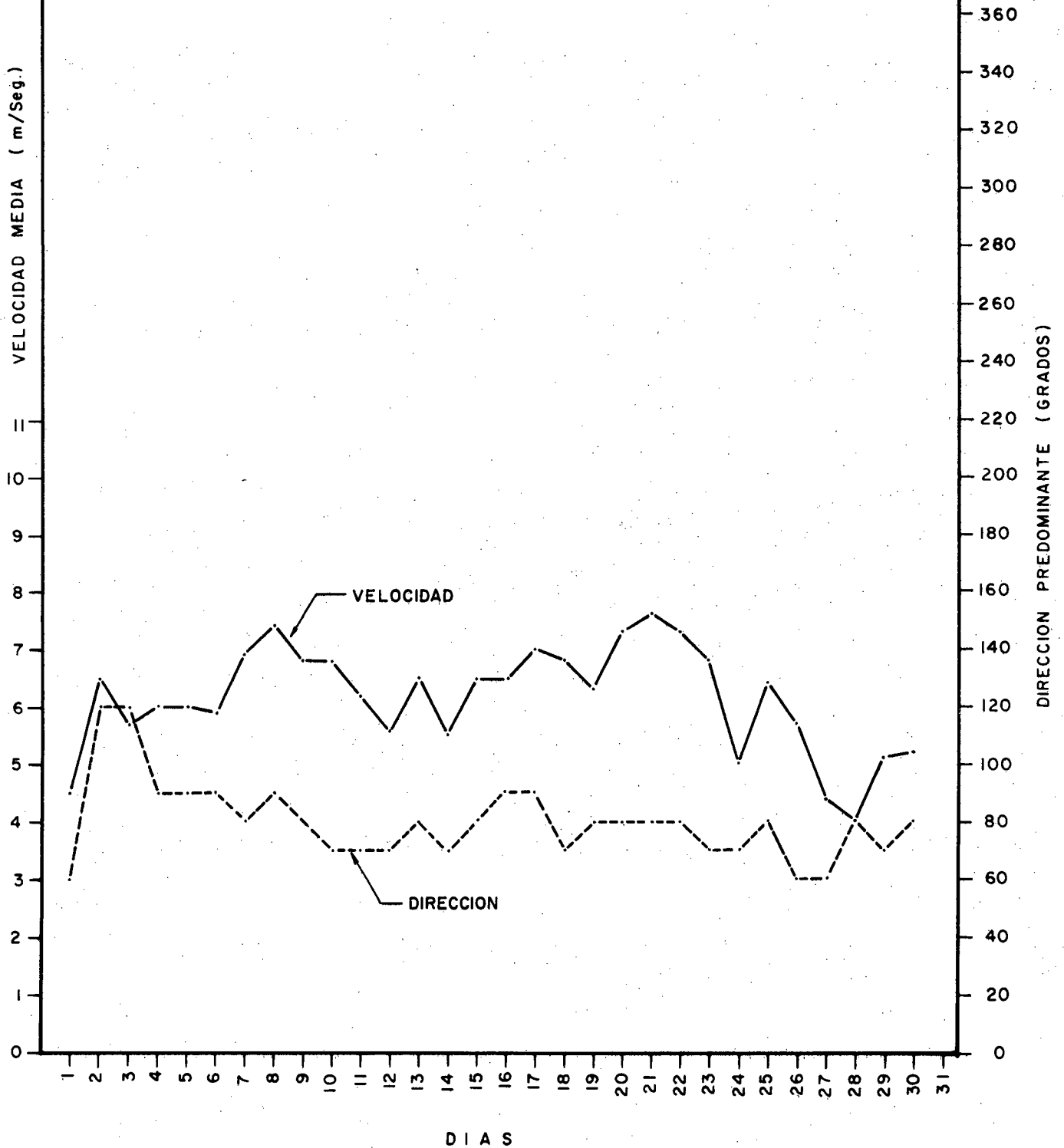
### VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA MES JULIO- AÑO 1.972

FIGURA N° 22



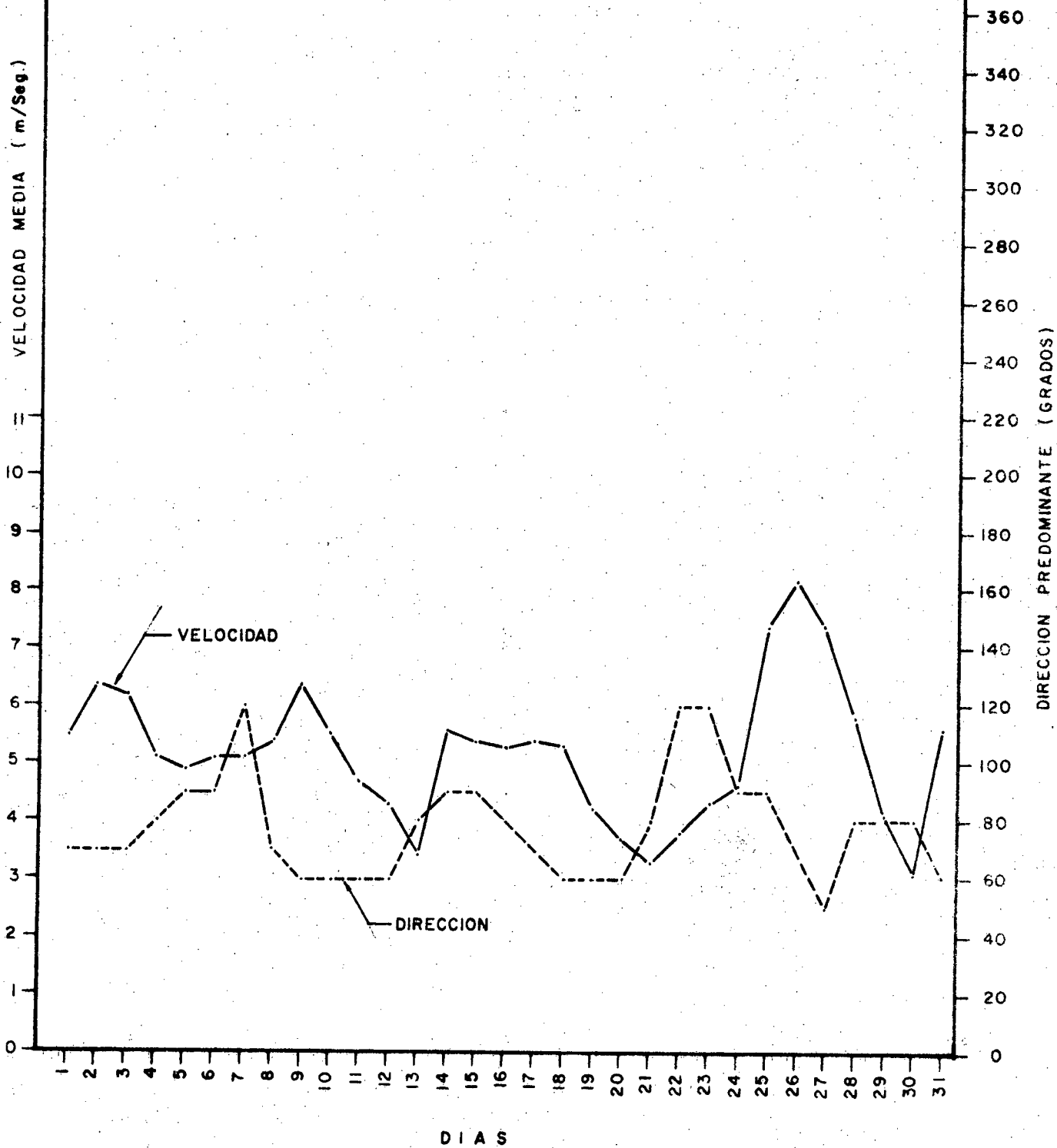
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA - MES SEPTIEMBRE - AÑO 1972

FIGURA Nº 23



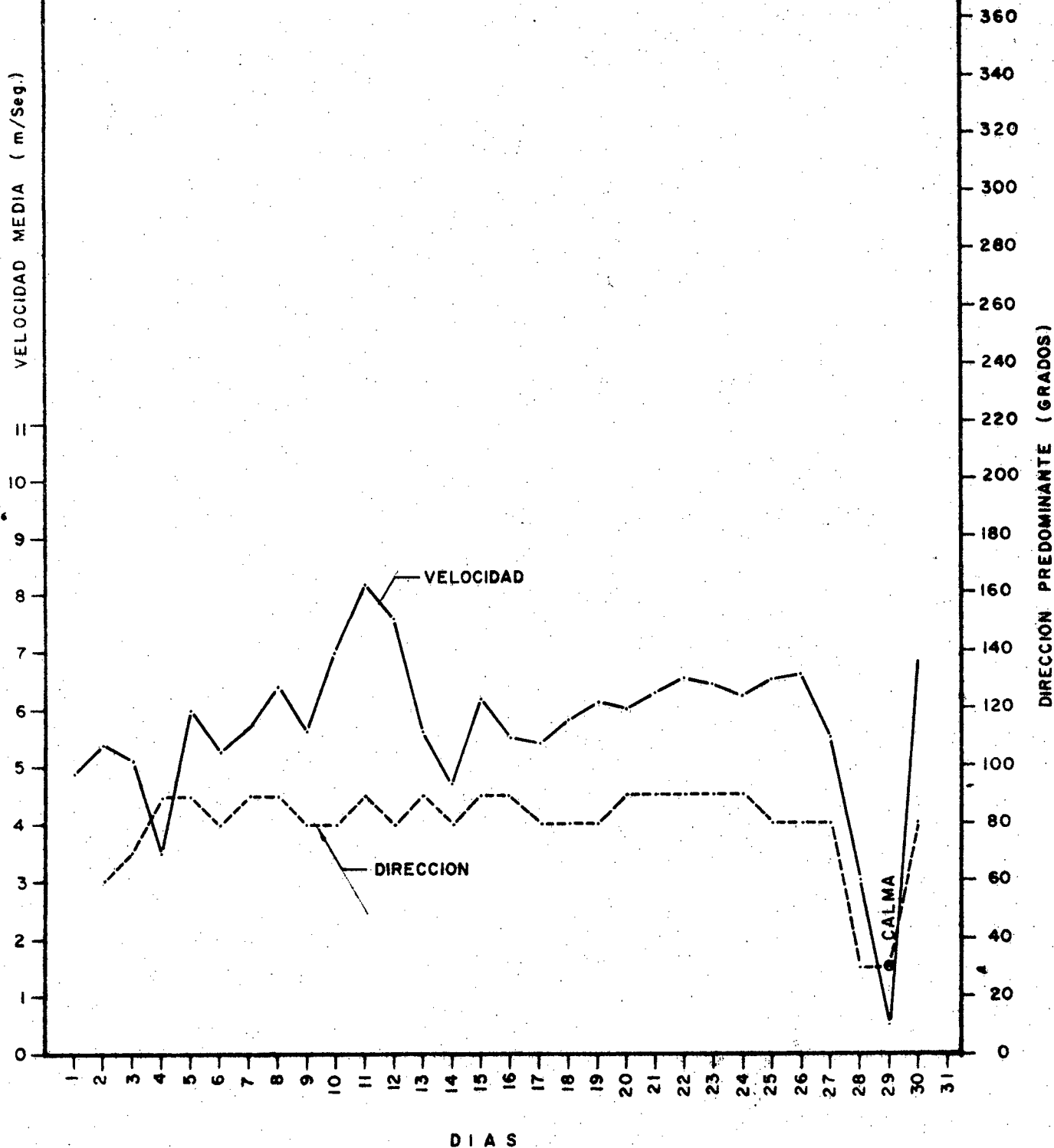
VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA - MES OCTUBRE - AÑO 1.972

FIGURA N° 24



### VALORES MEDIOS DIARIOS DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE LA ORCHILA - MES NOVIEMBRE - AÑO 1.972

FIGURA N° 25



IX .- Curvas ( Viento - Oleaje ) .- Tomándose los días de oleaje generado exclusivamente por los Alisios se construyeron los diagramas de dispersión del viento en las estaciones de La Orchila y Maiquetía contra la altura significativa y el período del oleaje que llega al Litoral Central ( ver Fig. No. 26, 27 y 28 ).

Observando el diagrama de dispersión de Maiquetía no podemos encontrar una relación entre los dos fenómenos y la tendencia no está clara. Con el diagrama de dispersión de La Orchila si podemos ver una cierta tendencia que, dentro del rango de información, parece ser una correlación lineal.

Se construyeron las tablas de correlación:

Oleaje H1/3	Mc	Mc	Mc	Mc	T o t a l e s
Viento	0,295	0,495	0,695	0,895	
5,45	3	7	1	0	11
6,45	3	14	2	0	19
7,45	1	18	12	1	32
8,45	0	8	12	8	28
9,45	0	0	1	1	2
Totales:	7	47	28	10	92

y se calcularon los puntos de las líneas de regresión, resumidos en los cuadros que a continuación presentamos:

Cuadro I .-

Línea de regresión de  $\bar{H}1/3/\bar{U}$ .

$\bar{U}$	$\bar{H}1/3$
5,45	0,458
6,45	0,484
7,45	0,576
8,45	0,695
9,45	0,795

Cuadro II .-

Línea de regresión de  $\bar{U}/\bar{H}1/3$ .

$\bar{H}1/3$	$\bar{U}$
0,295	6,164
0,495	7,024
0,695	7,807
0,895	8,450

La ecuación de una línea recta es del tipo  $y = a + b x$  que en nuestro caso será:  $\bar{H}1/3 = a + b \bar{U}$ , para encontrar las ecuaciones de las dos líneas de regresión se resolvieron los siguientes sistemas:

$$I. - \begin{cases} na + b \sum \bar{U} = \sum \bar{H}1/3 \\ a \sum \bar{U} + b \sum \bar{U}^2 = \sum (\bar{U} \bar{H}1/3) \end{cases} \Rightarrow (\bar{H}1/3 = a + b \bar{U})$$

$$II. - \begin{cases} na' + b' \sum \bar{H}1/3 = \sum \bar{U} \\ a' \sum \bar{H}1/3 + b' \sum (\bar{H}1/3)^2 = \sum (\bar{U} \bar{H}1/3) \end{cases} \Rightarrow (\bar{U} = a' + b' \bar{H}1/3)$$

a .- Línea de regresión de  $\bar{H}1/3/\bar{U}$ . - Se elaboró el siguiente cuadro:

$\bar{U}$	$\bar{H}1/3$	$\bar{U}^2$	$(\bar{U} \cdot \bar{H}1/3)$
5,45	0,458	29,702	2,496
6,45	0,484	41,602	3,121
7,45	0,576	55,502	4,291
8,45	0,695	71,402	5,872
9,45	0,795	89,302	7,512

$$\sum \bar{U} = 37,250 \quad \sum \bar{H}1/3 = 3,008 \quad \sum \bar{U}^2 = 287,510 \quad \sum \bar{U} \cdot \bar{H}1/3 = 23,292$$

resolviendo el sistema I.

$$\begin{cases} 5a + b \cdot 37,250 = 3,008 \\ 37,250 a + b \cdot 287,500 = 23,292 \end{cases}$$

$$a = - 0,055953 \quad b = 0,088261$$

y la línea de regresión es:

$$\bar{H}1/3 = - 0,055953 + 0,088261 \bar{U}$$

b .- Línea de regresión de  $\bar{U}/\bar{H}1/3$ . -

Se elaboró el cuadro siguiente:

$\bar{H}1/3$	$\bar{U}$	$(\bar{H}1/3)^2$	$(\bar{U} \cdot \bar{H}1/3)$
0,295	6,164	0,087	1,818
0,495	7,024	0,245	3,476
0,695	7,807	0,483	5,425
0,895	8,450	0,801	7,562

$$\sum \bar{H}1/3 = 2,380 \quad \sum \bar{U} = 29,445 \quad \sum (\bar{H}1/3)^2 = 1,616 \quad \sum \bar{U} \cdot \bar{H}1/3 = 18,261$$

Se resolvió el sistema II.

$$\begin{cases} 4 a' + b' \cdot 2,380 = 29,445 \\ 2,380 a' + b' \cdot 1,616 = 18,281 \end{cases}$$
$$a' = 5,093750 \quad b' = 3,806250$$

y la línea de regresión es:

$$\bar{U} = 5,093750 + 3,806250 \bar{H}/3$$

El coeficiente de correlación es:

$$r = \sqrt{b \cdot b'} = \sqrt{0,088261 \times 3,806250} = 0,58$$

$$r = 0,58$$

La desviación típica es:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (H/3)^2}{N} - \left(\frac{\sum H/3}{N}\right)^2} = \sqrt{0,377 - 0,014} = \sqrt{0,363}$$

$$\sigma_y = 0,19$$

Curva -  $\bar{T} = \bar{T}(\bar{U})$  .-

Se construyó la tabla de correlación:

$\bar{U}$	Período ( $\bar{T}$ )				Totales
	5,45	6,45	7,45	8,45	
Viento	5,45	6,45	7,45	8,45	Totales
5,45	3	3	4	0	10
6,45	3	8	2	2	15
7,45	7	14	8	2	31
8,45	0	16	11	1	28
9,45	0	1	0	1	2
Totales:	13	42	25	6	86

Se calcularon los puntos de las líneas de regresión que a continuación presentamos:

Cuadro I.

Línea de regresión de  $\bar{T}/\bar{U}$

$\bar{U}$	$\bar{T}$
5,45	6,55
6,45	6,65
7,45	6,61
8,45	6,91
9,45	7,45

Cuadro II.-

Línea de regresión  $\bar{U}/\bar{T}$

$\bar{T}$	$\bar{U}$
5,45	6,75
6,45	7,54
7,45	7,49
8,45	7,61

Para encontrar las ecuaciones de las curvas de regresión, se resolvió los sistemas:

$$I \quad \begin{cases} na_1 + b_1 \sum \bar{U} = \sum \bar{T} \\ a_1 \sum \bar{U} + b_1 \sum \bar{U}^2 = \sum \bar{U} \cdot \bar{T} \end{cases}$$

$$II \quad \begin{cases} na_2 + b_2 \sum \bar{T} = \sum \bar{U} \\ a_2 \sum \bar{T} + b_2 \sum \bar{T}^2 = \sum \bar{U} \cdot \bar{T} \end{cases}$$

a.- Curva de regresión de  $\bar{T}/\bar{U}$

Se elaboró el siguiente cuadro:

$\bar{U}$	$\bar{T}$	$\bar{U}^2$	$\bar{U}\bar{T}$
5,45	6,55	29,70	35,69
6,45	6,65	41,60	42,89
7,45	6,61	55,60	49,24
8,45	6,91	71,40	58,38
9,45	7,45	89,30	70,40
$\sum \bar{U} = 37,25$	$\sum \bar{T} = 34,17$	$\sum \bar{U}^2 = 287,50$	$\sum \bar{U}\bar{T} = 256,60$

Resolviendo el sistema I.

$$\begin{cases} 5 a_1 + b_1 \cdot 37,25 = 34,17 \\ a_1 \cdot 37,25 + b_1 \cdot 287,50 = 256,60 \end{cases}$$

$$a_1 = 5,31678 \quad b_1 = 0.203644$$

La ecuación nos dá:  $\bar{T} = 5,31678 + 0.203644 \bar{U}$

b.- Curva de regresión de  $\bar{U}/\bar{T}$

Se elaboró el siguiente cuadro:

$\bar{T}$	$\bar{U}$	$\bar{T}^2$	$\bar{U} \cdot \bar{T}$
5,45	6,75	29,70	36,78
6,45	7,54	41,60	48,63
7,45	7,49	55,50	55,80
8,45	7,61	71,40	64,30
$\sum \bar{T} = 27,80$	$\sum \bar{U} = 29,39$	$\sum \bar{T}^2 = 198,20$	$\sum \bar{U} \cdot \bar{T} = 205,51$

Resolviendo el sistema II .-

$$\begin{cases} 4 a'_1 + b'_1 \cdot 27,80 = 29,39 \\ 27,80 a'_1 + b'_1 \cdot 198,20 = 205,51 \end{cases}$$

$$a'_1 = 5,60721 \quad b'_1 = 0.25061$$

La ecuación de la recta de regresión es:

$$\bar{U} = 5,60721 + 0,25061 \bar{T}$$

La desviación típica es:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum(Y)^2}{N} - \left(\frac{\sum Y}{N}\right)^2} = \sqrt{0,107}$$

$$\sigma_y = 0,32$$

El coeficiente de correlación es:

$$r = \sqrt{0,203644 \times 0,25051} = \sqrt{0,051014}$$

$$r = 0,23$$

DIAGRAMA DE DISPERSION

FIGURA N° 26

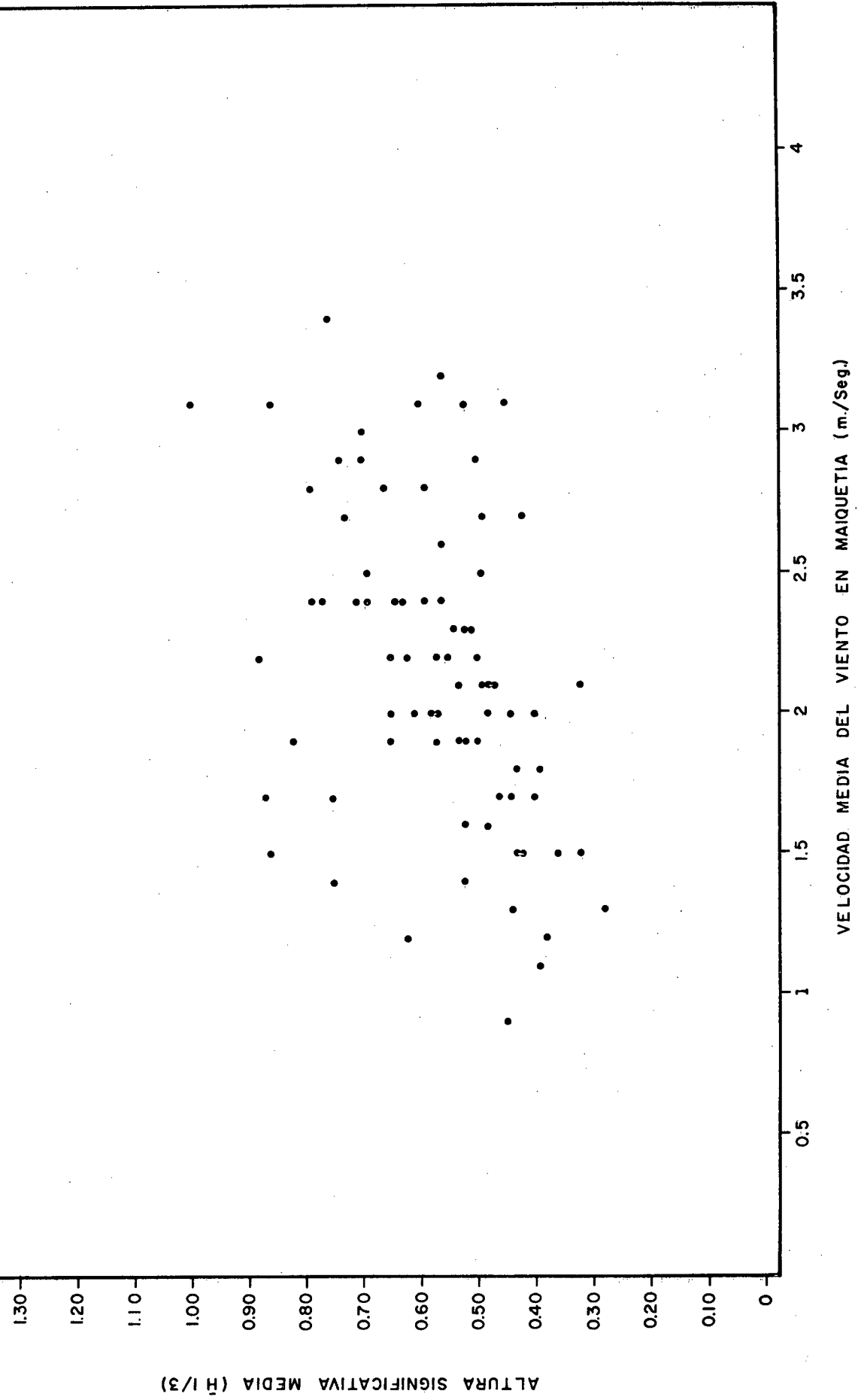


DIAGRAMA DE DISPERSION  
Y RECTAS DE REGRESION

FIGURA N° 27

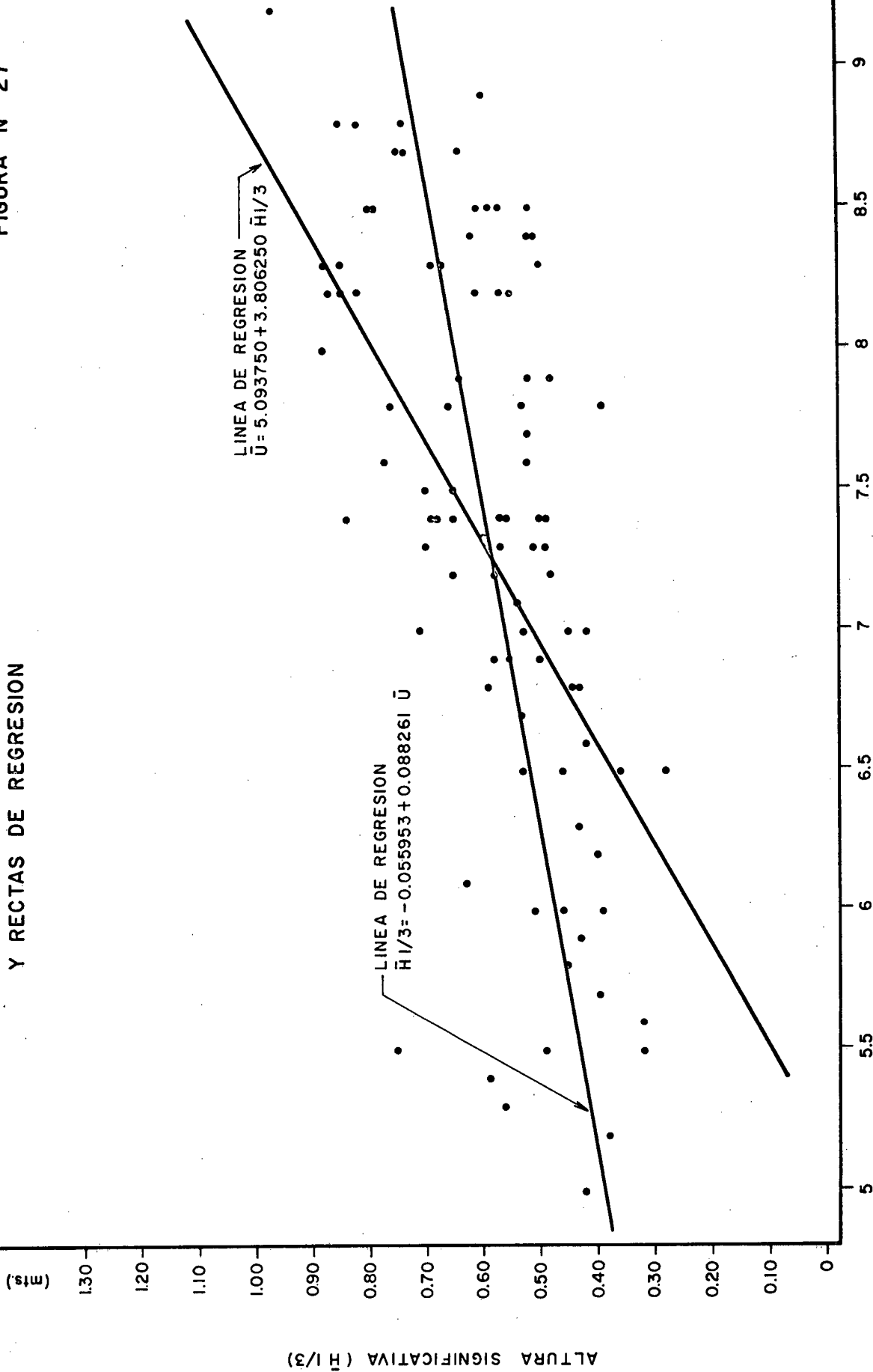
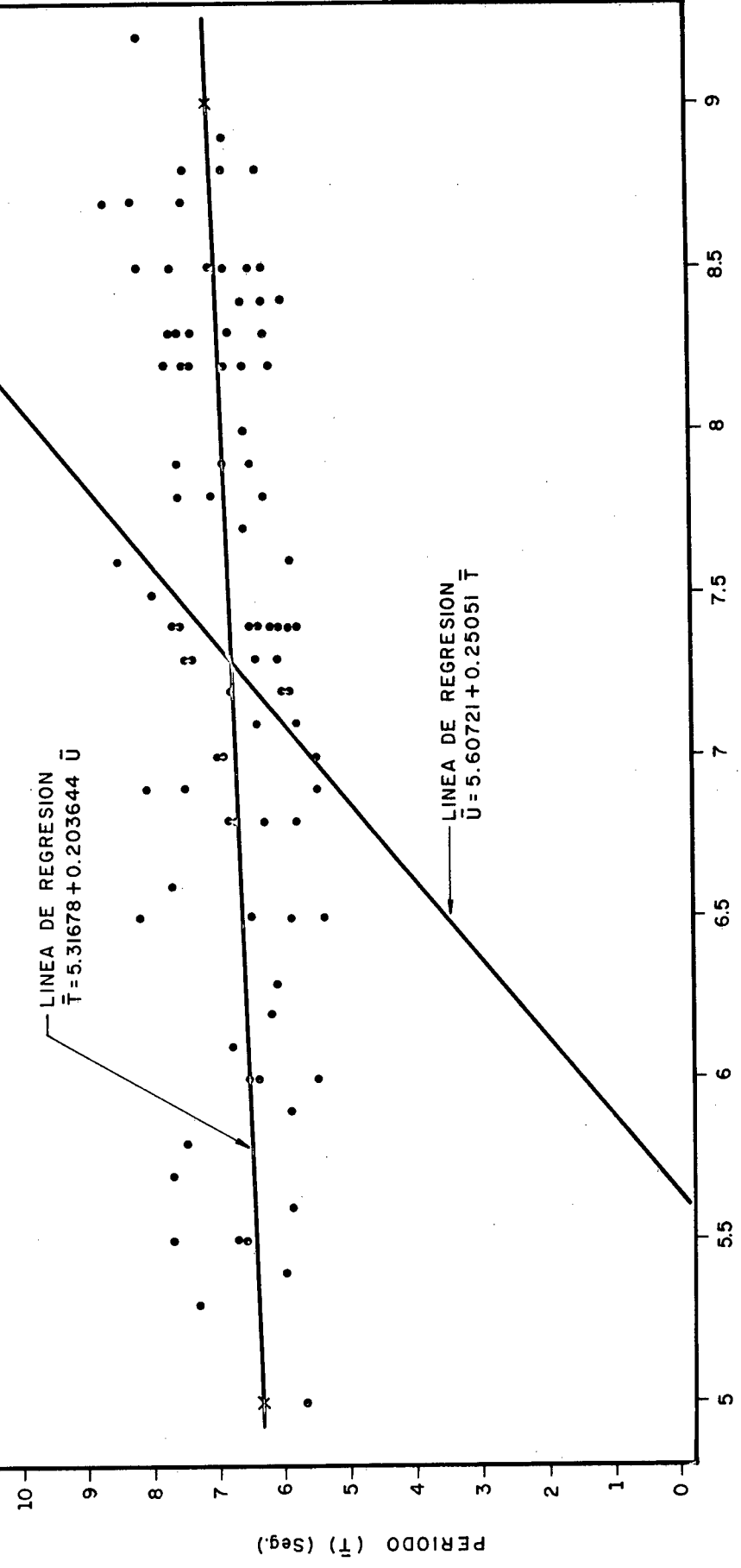


DIAGRAMA DE DISPERSION  
Y RECTAS DE REGRESION

FIGURA N° 28



## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Al observar los gráficos de los valores medios horarios y el cuadro de variaciones horarias del oleaje ( Días tipos ), hay un hecho fundamental que resalta casi de inmediato a nuestra vista y es que no existe variación apreciable del oleaje en el transcurso del día; ésto, no concuerda con las observaciones visuales y la explicación la obtenemos al analizar el viento diario en la estación Maiquetía, ( ver Apéndice I ). Las costas del Litoral Central están afectadas por un efecto de Brisa Mar - tierra - mar que se sobrepone a los Alisios, este viento local genera un oleaje de alta frecuencia que dá el aspecto de agitación al mar ( mar picado ), estas ondas no son registradas por el oleógrafo de presión ya que son de muy corto período y por esto no se observan variaciones en el oleaje registrado.

Al disminuir la superposición entre los Alísios y el viento local, desaparece el aspecto de agitación del mar, esta situación se presenta generalmente en la madrugada y en las primeras horas del día, mientras el estado de agitación se presenta generalmente al mediodía y en las primeras horas de la tarde.

Al observar los valores medios diarios y las variaciones del oleaje para cada mes, vemos que en el mes de Enero se alcanzaron las mayores alturas promedio, este hecho coincide con el descenso de la alta presión subtropical a bajas latitudes ocasionando un aumento en las velocidades de los vientos Alísios. En el mes de Septiembre observamos los valores mínimos en la altura significativa promedio del oleaje, mientras que el período sufre pequeñas modificaciones en el transcurso de estos meses. En el mes de Octubre vemos un aumento del período que continúa en Noviembre, es

te aumento está relacionado con la aparición de las bajas presiones migratorias extra tropicales generadoras de los mares de fondo.

El efecto Brisa Mar - tierra - Mar en Maiquetía es tan marcado que no se puede correlacionar con el oleaje que nos llega al Litoral Central. ( ver Figura No. 26 ). La relación entre el viento en la Orchila y el oleaje es aceptable desde el punto de vista estadístico. Es de hacer notar que la cantidad de información para obtener las ecuaciones de regresión no son suficientes ya que para nuestros cálculos hubo necesidad de despreciar la dirección del viento en la Orchila, debido a la escases de información del oleaje para relacionarlo con el viento, la correlación es del tipo múltiple y cuya ecuación tiene la forma

$$Y = a + b x_1 + c x_2$$

donde:

a, b y c son constantes.

$x_1$  = velocidad del viento.

$x_2$  = dirección del viento.

Y = altura ó período de las olas.

Pero este tipo de ecuación necesita de mayor cantidad de datos ( varios años de registro ) para encontrar una buena ecuación de regresión que pueda utilizarse en el pronóstico del oleaje, pero lo importante es, que existe una relación estrecha entre el viento de la Orchila y el oleaje que llega al Litoral Central y debe ser utilizada la información meteorológica de dicha estación con preferencia para elaborar el pronóstico

de oleaje ( Exceptuándose los mares de fondo generados en el Atlántico por las bajas presiones extratropicales ).

Es de hacer notar que durante el año 1.972 no se presentaron en el Caribe huracanes y quedaría por estudiar el oleaje generado por estas perturbaciones.

## CONCLUSIONES Y RECCMENDACIONES

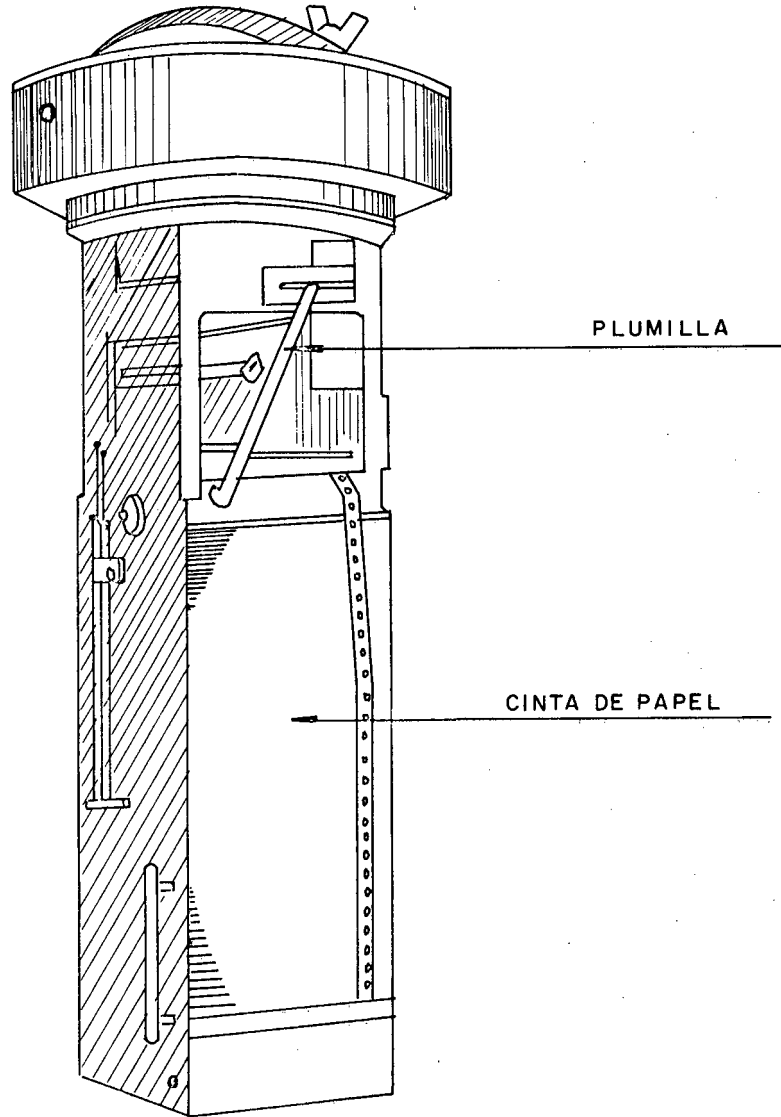
- 1 .- El viento registrado en la estación meteorológica de Maiquetia no es representativo del oleaje que llega al Litoral Central. Sólo, se podrá utilizar para relacionarlo con el estado de agitación que presente el mar, con el fin de informarlo por motivos operacionales de pequeña escala de las entidades y particulares que operan en la zona del Litoral Central.
- 2 .- Preferentemente debe utilizarse para el pronóstico del oleaje en el Litoral Central la información meteorológica de la Orchila, exceptuándose los mares de fondo generados en el Atlántico por las bajas presiones extratropicales, que llegan a nuestras costas.
- 3 .- La variación horaria del oleaje en el Litoral Central no es significativa.
- 4 .- Durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril, Octubre, Noviembre y Diciembre del año 1.972, el oleaje que llegó a nuestras costas es de período mezclado, es decir generado por las bajas presiones extratropicales y por los Alísios.
- 5 .- El oleaje llegado al Litoral Central durante los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre es un oleaje generado exclusivamente por los Alísios.
- 6 .- Se recomienda continuar los registros de oleaje en el Litoral Central y así poder ir rectificando en trabajos posteriores las curvas de regresión de las características del oleaje.

APENDICE N° 1.

ABREVIATURAS UTILIZADAS:

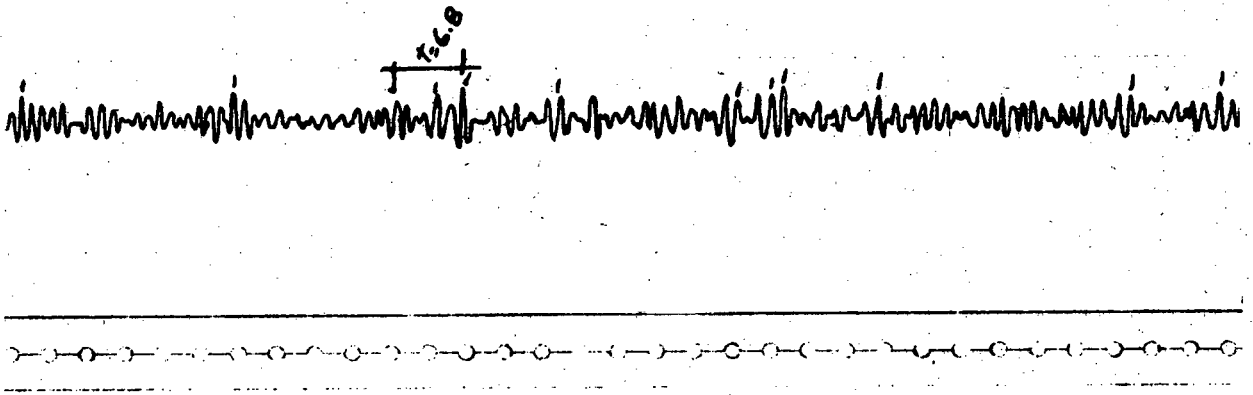
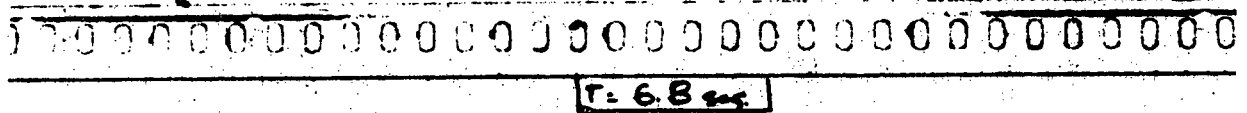
HLV	:	Hora Legal Venezolana
H	:	Altura de ola
H	:	Altura media de ola
H 1/3	:	Altura significativa
H 1/10	:	Altura media de un décimo de las olas más altas
H máx	:	Altura máxima de ola, registrado
N	:	Número de olas en un registro dado
T	:	Período
$\bar{T}$	:	Período medio
U	:	Velocidad del viento
$\bar{U}$	:	Velocidad media del viento

FIGURA A-1



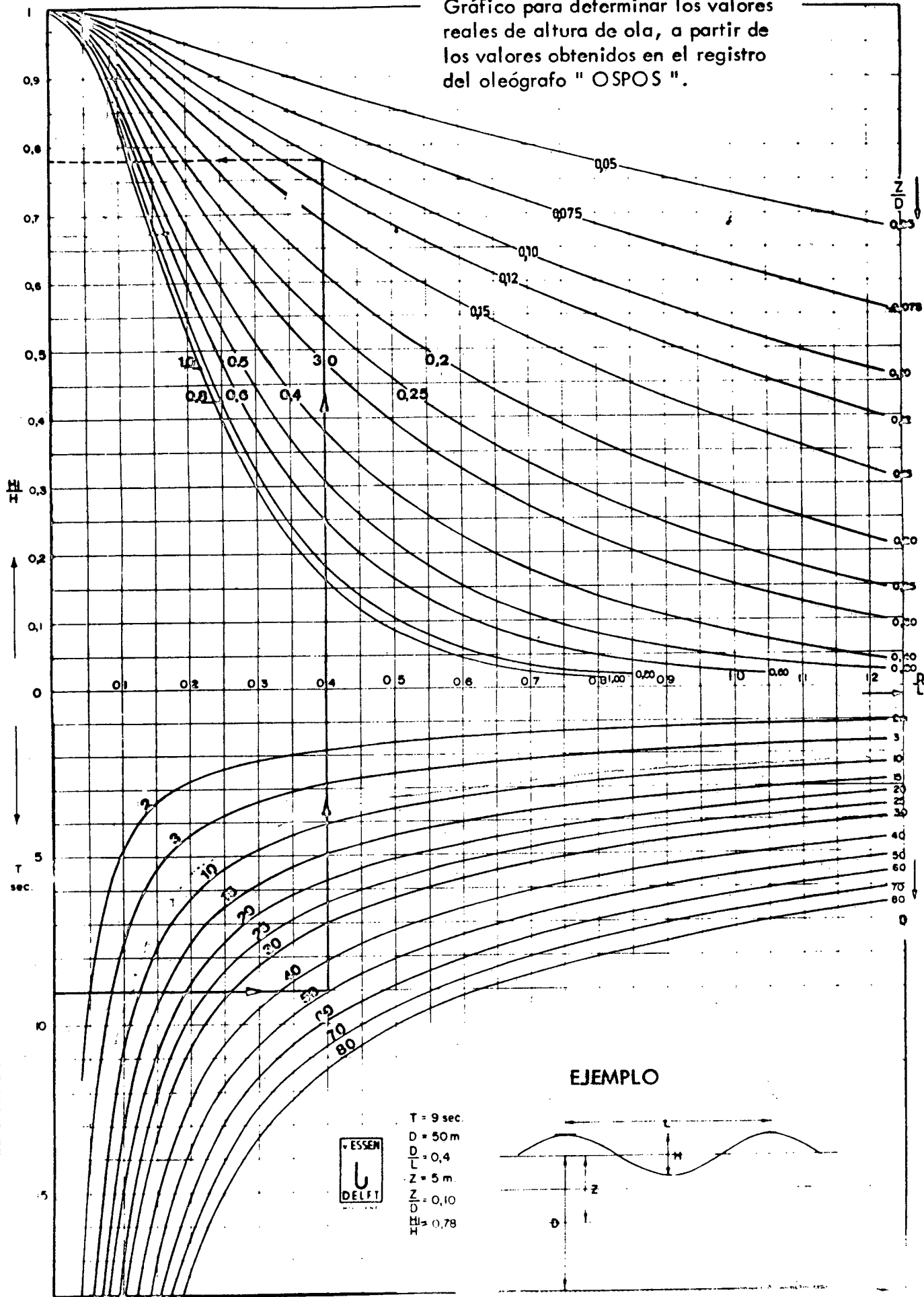
OLEOGRAFO "OSPOS"

Figura A - 2.



REGISTRO DEL OLEOGRAFO " OSPOS "

Gráfico para determinar los valores reales de altura de ola, a partir de los valores obtenidos en el registro del oleógrafo "OSPOS".



CUADRO DE FRECUENCIA EN PORCENTAJES DE LA DIRECCION DEL VIENTO EN LA ESTACION METEOROLOGICA DE MAIQUETIA, MES ENERO 1972.

	0030-0600 HLV	0630-1200 HLV	1230-1800 HLV	1830-2400 HLV
Calma	26.19	11.30	0.0	2.97
Norte	0.0	0.59	0.59	20.81
1 <sup>er</sup> cuadrante	4.75	41.05	61.28	25.59
Este	7.14	13.09	26.19	44.56
2 <sup>do</sup> cuadrante	43.41	14.86	8.92	1.19
Sur	5.35	2.97	0.0	3.54
3 <sup>er</sup> cuadrante	10.09	6.53	0.0	0.0
Oeste	0.59	0.59	1.19	1.18
4 <sup>to</sup> cuadrante	2.37	8.32	1.77	0.0

## REFERENCIAS

- 1 .- Francis P. Ho, Linn Siteriz. A preliminary study of ocean waves in the Hawaiian area. University of Hawaii, 1969.
- 2 .- Universidad de Madrid. Apuntes de estructura del oleaje. 1966.
- 3 .- U.S. Army Coastal Engineering Research Center. Shore protection, planning and design. Technical Report. N° 4, 1966.

## BIBLIOGRAFIA

- I .- Herbert Arkin, Raymond R. Colton. Métodos estadísticos, 1970
- II .- Gonzáles Ernesto Rivas. Estadística aplicada. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, U.C.V., 1967.
- III .- Marturet - Font - Cebrian S.A. Aeropuerto Internacional de Maiquetía, Estudio para selección de sitio. 1969
- IV .- Pierson, Neumann y James. Observing and Forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistic. U.S.Naval Oceanographic Office 1955.
- V .- Urquía, López J. Estadística. 1967.
- VI .- Wiegel, L. Robert. Oceanogrphical Engineering 1964.

