

# OBSERVACIONES CLIMATOLÓGICAS EN MONTEMAR 1958-59

EDUARDO REYES FRÍAS

## SUMARIO:

- I. Introducción
- II. Plan de Trabajo
- III. Observaciones e Instrumentos
- IV. Resultados Obtenidos
- V. Apreciación General
- VI. Resumen. - (Summary)
- VII. Bibliografía

## I. — INTRODUCCION.

El progreso de las investigaciones oceanográficas ha destacado la inter-relación de los fenómenos meteorológicos con muchos procesos físicos y biológicos que se desarrollan en el mar. Resulta interesante reseñar algunos ejemplos:

1. Los estudios de Günther (1936) sobre la Corriente de Humboldt o del Perú, confirmaron la explicación de Schott y otros investigadores respecto al fenómeno de "surgencia": aguas frías que ascienden para reemplazar capas superficiales que son alejadas de la costa por la acción combinada de los vientos predominantes y la fuerza deflectora de la rotación terrestre. La Corriente ocupa el sector oriental del área anti-ciclónica de alta presión del Pacífico Sur, donde los vientos soplan más o menos paralelos a la costa, especialmente mar afuera (del S. en Chile y del S. E. en Perú).

En el caso de los vientos "locales", Günther comprobó sus efectos en el desarrollo de "surgencia" al observar los cambios hidrológicos siguientes al cambio de aquéllos; supone la influencia de los vientos "lejanos" al verificar "surgencia" en localidades cuyas condiciones hidrológicas y meteorológicas no eran favorables al fenómeno (Islas Guañape, Arica). Considera, en tales casos, la mayor intensidad y tendencia al W que adquieren los vientos en alta mar

y sugiere que el efecto indirecto de estos vientos lejanos puede superar una acción directa local al inducir corrientes "por aspiración".

Diversos autores reconocen centros más intensos de "surgencia", como asimismo la gran variabilidad hidrológica de la Corriente: estas características podrían relacionarse con los cambios estacionales de los vientos predominantes.

En verano e invierno el centro del anticiclón del Pacífico Sur experimenta un ligero "balance" que aleja y acerca, respectivamente, su margen oriental del continente (de Pto. Montt al norte); los fuertes vientos de verano en el litoral central y norte de nuestro país corresponden precisamente a las isobaras del anticiclón, sin que se advierta un marcado gradiente barométrico. Por otra parte, la mayor latitud austral que abarca en esa época el anticiclón extiende también su circulación característica: ello coincide con el desplazamiento más al sur que señaló Günther para el desarrollo de "surgencia" en verano.

Las cartas sinópticas de varios años de la Oficina Meteorológica de Chile establecen que en nuestro litoral no hay una relación constante entre gradiente barométrico y fuerza del viento ("Barografía", 1943), lo cual implica la necesidad de aumentar las observaciones anemométricas, tanto en la costa como en alta mar, a fin de estudiar seriamente los vientos en relación a la "surgencia" que inducen, fenómeno de reconocida importancia en la productividad del mar y en el clima del litoral adyacente.

2. Periódicamente se repiten en la costa peruana "veranos de fracaso" en la industria guanera al suscitarse una mortandad masiva de las aves productoras (pelícanos, piqueros, guanayes) que incluso abandonan sus huevos y crías iniciando una migración al sur en que llegan hasta Chile (Valparaíso, Talcahuano).

El trastorno se ha asociado a una perturbación general de las condiciones meteorológicas y oceanográficas por una invasión de aguas cálidas hacia la costa peruana, a raíz de la cual la anchoveta (*Engraulis ringens*), alimento principal de las aves, descendería a niveles más profundos fuera del alcance de aquéllas.

Según Schott, esta contracorriente cálida se explicaría en un fenómeno de vastas proporciones que afecta al O. Pacífico ciertos veranos cuando el centro de la baja presión ecuatorial se desplaza anormalmente más al sur (en probable relación al debilitamiento del margen N.E. del centro de alta presión, ya mencionado). En estas condiciones, los alisios del S.E. son reemplazados por vientos

N. y N.W., de tipo monzónico, conjuntamente con la convergencia a la costa de aguas cálidas, ya sea de alta mar o como extensión de la contracorriente ecuatorial. También se menciona para explicar estas aguas cálidas, una rama más directa del Norte, proveniente del Golfo de Guayaquil o hasta de Panamá; y de antiguo se le conocía como "corriente del Niño" (Günther, Schweigger).

Más recientemente, M. Sears (1954) ha comprobado que el calentamiento de las aguas costeras peruanas es ocasionado también y más directamente por la misma radiación solar cuando la "surgencia" característica (y única causal de enfriamiento del mar en esta zona) cesa durante un tiempo relativamente largo.

En todo caso, Schweigger llama la atención sobre el efecto que puede tener el aumento de temperatura del mar sobre las aves mismas, al inducir "un aumento simultáneo de la temperatura del aire y, tal vez, un cambio pequeño en la dirección del viento". Señala que el guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*) no obstante ser el pájaro más abundante y mejor productor de guano, es una especie subantártica que sólo en tiempos recientes ha experimentado una gran expansión en las costas más cálidas del N. de Perú. Esto lo haría más sensible a las variaciones climáticas adversas, disminuyendo su resistencia a las enfermedades y sufriendo más agudamente las dificultades que se presentan a su alimentación al producirse el alejamiento de la anchoveta por el calentamiento de las aguas.

3. En las costas de Baja California la "surgencia" está relacionada con los vientos del N. y N.W. que predominan en Primavera (Dawson, 1957) y sus efectos sobre la productividad del mar, en las poblaciones de aves marinas e incluso en las condiciones climáticas de esas costas, muestran gran similitud con el litoral chileno-peruano. Los estudios realizados por la Fundación "Allan Hancock" sobre la distribución de algas en Baja California han llegado a deducir que la variación de la flora marina al sur de latitud 27° N. puede atribuirse al cambio del régimen de vientos en verano que detendría la "surgencia" con las consiguientes alteraciones hidrológicas de las aguas litorales.

4. La aparición de manchas de "agua roja" (red tide) ha sido notada prácticamente en todos los mares del mundo y se explica por un súbito florecimiento de grandes concentraciones de dinoflagelados que, en ciertos casos, tienen efectos tóxicos sobre los peces (Günther, Ryther, Sears).

Ryther estima que la conjunción de ciertos factores hidrológicos y meteorológicos favorecería ocasionalmente este notable aumento de dinoflagelados que habitualmente existen en el mar en proporción moderada. En un cuadro comparativo de los diversos puntos geográficos en que se registró el fenómeno (Australia, Japón, Africa, California, Florida, Noruega, etc.), señala como factor más común una alta temperatura del mar, precedida de tiempo caluroso y sin viento.

En Chile, estas "aguas rojas" fueron observadas por Manning (1956) en la zona de pesca del pez-espada (*Xiphias gladius*) entre Iquique y Antofagasta, y el análisis posterior en el Laboratorio Marino de la Univ. de Miami, señaló la presencia del dinoflagelado *Porocentrum micans*, indicado ya por W. E. Allen como agente causal del fenómeno en la Bahía de La Jolla, California.

Personalmente, hemos advertido "aguas rojas" en alta mar al norte de Iquique en el verano 1955-56, coincidiendo con alta temperatura del mar (26°) y tiempo calmo; también en 1958 en el puerto de Arica y en la bahía de Mejillones. Los pescadores llaman "virigüe" estas aguas que muestran fosforescencia nocturna: sus explicaciones sobre posibles efectos en la pesca son algo vagas y contradictorias. Muy rara vez se ha observado "aguas rojas" en la bahía de Valparaíso (verano 1957, por ejemplo) coincidiendo sí con las condiciones de tiempo ya señaladas. Aparte del estudio efectuado por el Laboratorio de Miami, antes citados, no se han efectuado aquí otros análisis de las "aguas rojas" que se presentan en nuestros mares.

## II. — PLAN DE TRABAJO.

Las observaciones meteorológicas de Montemar propenden a un mejor conocimiento y comprensión de los factores que afectan la bioclimatología marina de la bahía de Valparaíso, campo inmediato de trabajo de este Instituto.

Aunque la determinación de valores medios (normales) climatológicos requiere un período mínimo de 5 años de observaciones continuadas, se estima conveniente ir publicando los resultados obtenidos por la utilidad que puedan tener para los trabajos actuales de los investigadores interesados.

La bahía de Valparaíso (Lat. 33° 01' S.; Long. 71° 38' W.) es un amplio arco extendido 6½ millas entre Punta Angeles, por el sur, y Punta Concón por el norte (fig. 1). En el extremo sur, más protegido, se encuentra la dársena del puerto artificial y la ciudad

de Valparaíso. Dicho sector se caracteriza por el relieve pronunciado de los cerros (de 150 a 250 m. altitud) que va decreciendo al seguir el contorno de la Bahía hacia el NE. La costa entre Viña del Mar y Pta. Concón es más baja, con dunas de arena y las playas son interrumpidas por roqueríos que penetran hacia el mar.

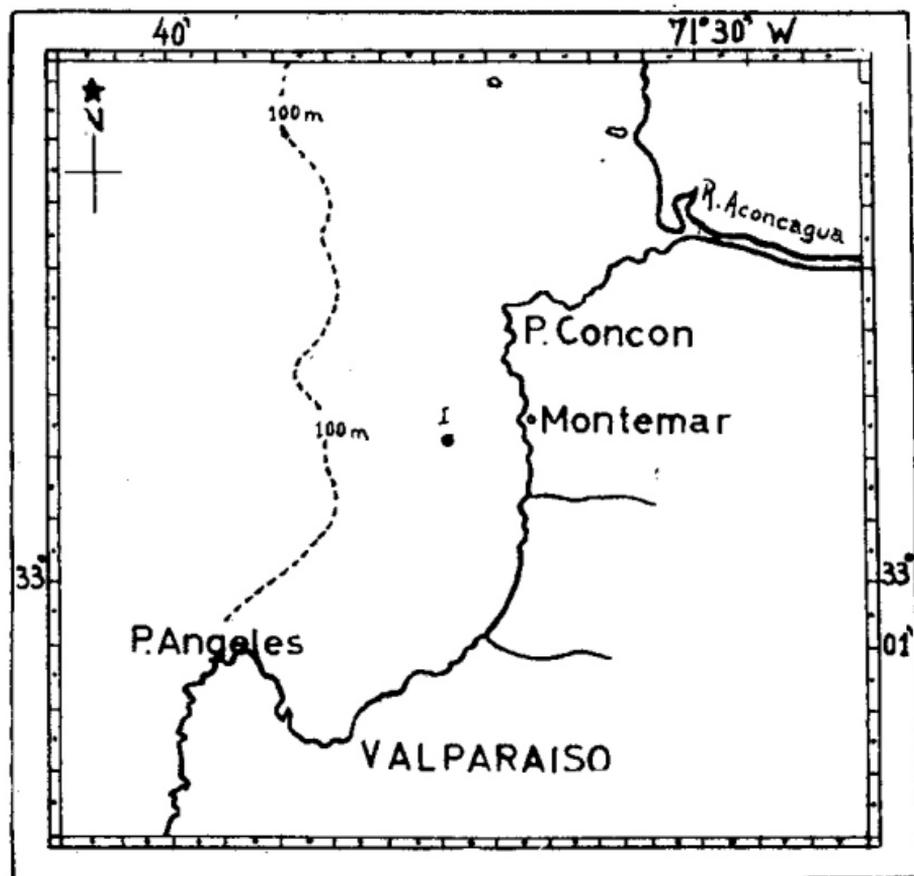


FIGURA 1. — La Bahía de Valparaíso; posición de los dos observatorios meteorológicos: Pta. Angeles y Montemar. El punto I es sitio de observaciones semanales de temperatura superficial del mar para compararla con la registrada diariamente en la costa misma de Montemar.

La profundidad media es de unos 80 m. al centro de la bahía, aumentando marcadamente hacia Punta Angeles; en cambio, disminuye hacia el extremo norte, donde el declive es más suave y parejo. La isohata de los 200 m. se encuentra a unas 6 millas de

Punta Angeles y a 8 millas de Pta. Concón. Por otra parte, la isobata de los 20 m. se mantiene en general a unos 300 m. de la costa.

El aporte de sedimentación del Río Aconcagua resulta la primera influencia por considerar en el aspecto batimétrico interno de la bahía (ver fig. 1). Los Esteros Marga-Marga (Viña del Mar) y Reñaca permanecen cerrados casi todo el año; muy ocasionalmente se abren al mar, después de lluvias excepcionalmente fuertes y prolongadas o bien cuando la marejada de un temporal irrumpe sobre la barra de arena que obstruye la boca.

Exceptuando la dársena del puerto artificial, la Bahía queda muy expuesta a los vientos y marejadas del N. y NW. en invierno. Primavera y verano se caracterizan por fuertes vientos del S. y S.W. que mantienen una mar rizada en todo el sector abierto desprovisto de la protección orográfica del extremo sur. La constancia de estos vientos debe considerarse entre los factores más importantes en el clima y oceanografía de la bahía de Valparaíso.

Por experiencias directas efectuadas entre Punta Concón y Montemar hemos comprobado corrientes superficiales y sub-superficiales (10 m.) hacia el Sur. Sin embargo, las observaciones se desarrollaron generalmente en días de calma o viento débil y no son lo suficientemente numerosas para generalizar sobre sus resultados.

La Fig. 1 muestra también el aspecto complementario en el estudio de la bahía de Valparaíso que tiende a satisfacer la Est. de Montemar en relación al antiguo observatorio meteorológico de Punta Angeles que funciona en el extremo sur de la bahía, en un punto a 41 m. sobre el nivel del mar y con especiales características topográficas locales. Nuestra ubicación y cercanía al mar resultan, entonces, particularmente favorables a los objetivos ya señalados.

### III. — OBSERVACIONES E INSTRUMENTOS.

El instrumental fue facilitado, en su mayoría, a fines de 1957 por la Oficina Meteorológica de Chile y se detalla separadamente.

En la ubicación del cobertizo meteorológico standard el Jefe del Servicio Nacional, Sr. U. Matassi, concordó con la elección de un prado en la terraza superior del edificio del Instituto de Biología Marina como lugar más apropiado para satisfacer las exigencias de libre exposición, aislamiento de centros de irradiación, terreno con pasto, etc. El cobertizo quedó así a 14 m. sobre el nivel del mar y contiene:

1 psicrómetro de aspiración	(Fuess, Berlín)
2 termómetros temp. extremas (máxima y mínima)	( id. id.)
1 termógrafo	(H. Cir., Suiza)

Cerca del cobertizo se instaló 1 pluviómetro tipo FACH (15,7 cm. diám.) a 1,20 m. sobre el prado descrito.

En una torreta de la misma terraza se instaló el Heliógrafo, tipo universal (Fuess, 97f). El registro de insolación se efectúa a base de 2 diagramas (A.M. y P.M.) y para el ajuste estacional se procede conforme a la variación del mediodía verdadero (solar) a través del año que da el Almanaque Náutico.

El barómetro de mercurio, tipo Fortin, se encuentra en el interior del edificio a 12 m. sobre el nivel del mar y está revisado por la Oficina Meteorológica de Valparaíso. Adjunto a él se ubicó un Barógrafo aneroide.

Las observaciones incluyen además: apreciación del viento (fuerza y dirección), estado y temperatura del mar, estado general del tiempo; todo ello conforme a las normas internacionales recomendadas por la Of. Meteorológica de Chile. El horario también corresponde a tales preceptos en la siguiente rutina diaria:

08.00 hrs. (14.00 GMT), 14.00 (18.00 GMT) y 19.00 (23.00 GMT)

Previo un período de 3 meses de entrenamiento, las observaciones se iniciaron en Enero de 1958 a cargo del personal Auxiliar de Servicio de la Est. de Biología Marina y control directo del suscrito, habiéndose mantenido las condiciones indispensables de exactitud y continuidad ininterrumpida que requieren estos estudios.

#### IV. — RESULTADOS OBTENIDOS.

##### 1. *Temperatura del aire.*

Los Cuadros 1 y 2 dan los valores horarios extremos y medio para 1958 y 1959, respectivamente.

El promedio mensual se obtuvo según la fórmula adoptada por la Oficina Meteorológica de Chile:

$$T_m = \frac{T_{08} + T_{19} + \text{máx} + T_{\text{mín}}}{4}$$

Latitud: 32° 57' S      Longitud: 71° 33' W.      Altitud: 14 m. (Cobertizo met.)

Mes	Valores medios mensuales							Máxima abso- luta	Mínima abso- luta
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Máx.	Mín.	Oscil.	Media		
Enero .....	15.3	18.1	19.0	20.3	13.1	7.2	16.9	23.0	11.5
Febrero .....	14.8	18.6	18.5	20.6	13.1	7.5	16.8	24.0	11.8
Marzo .....	16.0	19.0	18.8	20.3	14.5	5.8	17.4	23.4	12.8
Abril .....	12.7	16.0	15.9	17.8	11.5	6.3	14.5	20.8	9.0
Mayo .....	11.2	14.6	13.5	15.6	9.9	5.7	12.5	17.9	6.8
Junio .....	10.9	13.9	12.8	14.6	10.0	4.6	12.1	17.2	7.2
Julio .....	11.6	14.2	13.0	15.6	9.9	5.7	12.5	18.8	7.4
Agosto .....	10.0	13.8	12.4	15.1	7.8	7.3	11.3	19.6	4.6
Septiembre .....	11.1	13.9	13.0	14.5	9.6	4.9	12.0	19.0	6.7
Octubre .....	12.2	14.9	13.9	15.9	10.5	5.4	13.1	21.0	7.0
Noviembre .....	14.0	16.4	16.3	17.9	11.8	6.1	15.0	23.0	10.1
Diciembre .....	13.5	16.1	16.5	17.7	11.4	6.4	14.7	21.3	9.0
Anual .....	12.8	15.8	15.3				14.1	24.0	4.6

Mes	Valores medios mensuales							Máxima absoluta	Mínima absoluta
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Máx.	Mín.	Oscil.	Media		
Enero .....	15.1	18.0	18.2	19.6	13.4	6.2	16.6	25.2	11.8
Febrero .....	15.8	18.7	18.9	20.6	14.3	6.3	17.4	26.0	12.8
Marzo .....	14.1	17.3	17.3	19.5	12.7	6.8	15.9	24.5	10.81
Abril .....	12.9	16.1	15.6	17.6	11.3	6.3	14.3	19.6	9.4
Mayo .....	11.7	14.8	14.2	16.3	10.5	5.8	13.2	22.0	7.3
Junio .....	10.4	13.4	12.4	14.4	9.1	5.3	11.6	19.2	5.4
Julio .....	11.3	14.5	13.1	15.3	10.0	5.3	12.4	17.5	6.8
Agosto.....	10.4	13.8	12.9	15.3	9.6	5.7	12.0	20.0	7.0
Septiembre .....	10.9	14.1	13.2	15.3	9.4	5.9	12.2	18.1	7.2
Octubre.....	11.9	14.7	14.3	16.4	10.0	6.4	13.1	21.3	8.1
Noviembre .....	13.5	15.9	16.0	17.6	11.5	6.1	14.6	19.9	9.9
Diciembre.....	14.1	16.8	17.3	18.9	12.1	6.8	15.6	23.7	9.6
Annual .....	12.7	16.5	15.3				14.0	26.0	5.4

La exactitud de este promedio ( $T_m$ ) se verificó empleando su fórmula en algunos días característicos de mayor oscilación térmica (verano e invierno) y comparando el resultado con el "promedio aritmético" de 12 temperaturas horarias dentro de las 24 horas de los mismos días característicos, obtenidas de la inscripción del termógrafo. La diferencia entre ambos promedios (" $T_m$ " y "aritmético") resultó ínfima, siempre inferior a  $0,5^\circ$ .

### Promedio de temperaturas máximas y mínimas del aire : Montemar y Punta Ángeles

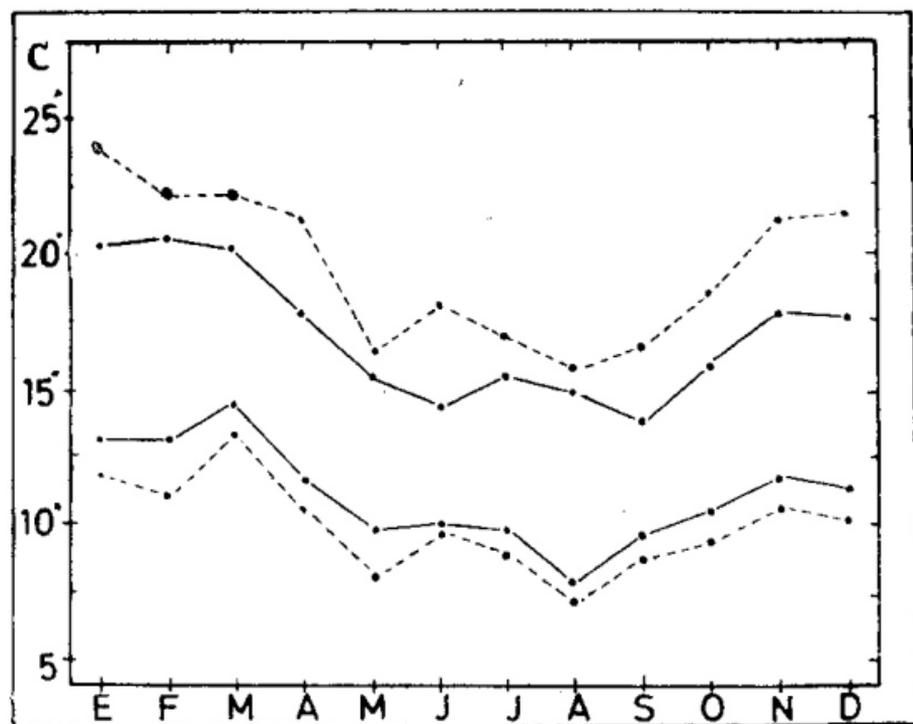


FIGURA 2. — Gráfico de los promedios mensuales de temperaturas extremas del aire en 1958. (Máximas y mínimas). Línea quebrada: Punta Angeles. Línea continua: Montemar.

La influencia moderadora del mar, favorecida por los vientos predominantes, es muy notoria en las temperaturas del aire que registramos en Montemar; tanto las oscilaciones diurnas y estacionales como los valores extremos, son menos pronunciados que los consignados por el Observatorio de Pta. Angeles, a cuya ubicación ya nos referimos anteriormente. La fig. 2 es representativa de esta aseveración.

## 2. *Temperatura del mar.*

Aunque más o menos desde 1947 se iniciaron observaciones diarias de temperatura del mar en Montemar, su continuidad no fue suficientemente rigurosa para considerar tales datos en este estudio climatológico. Además, en Noviembre de 1957 al cambiar el horario de observaciones, éstas pasaron a efectuarse en las rocas al norte del edificio en un sector de contacto más directo con el mar abierto y que siempre mantiene sobre 1 m. de profundidad de agua en continua renovación.

Se extrae una muestra de agua con balde de lona, mantenido algunos instantes en el mar para su homogenización térmica, y la temperatura se lee directamente del termómetro que se sumerge en la muestra.

Los valores horarios y mensuales de la temperatura del mar en este sitio, correspondiente a la llamada zona intercotidal, están dados en los Cuadros 3 y 5 para 1958 y 1959. La "Temp. media" corresponde al promedio aritmético del número total de observaciones. Cabe destacar que el valor de las 19.00 horas resulta casi siempre el más cercano a dicho promedio.

Es razonable relacionar la temperatura del aire con la temperatura superficial del mar, considerando aquélla como fuente térmica; sin embargo, en nuestro caso, no estimamos aconsejable estudiar dicha relación con sólo 2 años de observaciones.

En cambio, se estimó necesario tratar de establecer la correspondencia del régimen térmico marino de la bahía entre el sitio, habitual de observaciones diarias y un punto fijo en mar abierto a 2.000 m. al SW. de Montemar (señalado por "I" en la fig. 1). Para ello, a partir de abril de 1958, una vez por semana se efectúan observaciones casi simultáneas (10 min. diferencia) de la temperatura del mar, según el horario establecido, en 3 puntos:

Montemar: (sitio habitual de las rocas, descrito)

Est. a): 120 m. mar afuera de las rocas

Est. I 2.000 m. afuera (Fig. 1)

Los resultados de estas observaciones esporádicas (de 1 a 4 por mes) se indican en los cuadros siguientes 7 y 8.

Los promedios mantienen como rasgo más común y sobresaliente que, en la mañana, las temperaturas superficiales observa-

**CUADRO 3**

**Temperaturas superficiales del mar (°C) e insolación registrada en Montemar, 1958.**

Mes	Temperaturas medias mensuales				Horas de Sol	
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Media	Total	Media diaria
Enero . . . . .	13.5	15.0	14.7	14.4	252.6	8.1
Febrero . . . . .	14.5	15.4	15.2	15.0	228.1	8.1
Marzo . . . . .	15.5	16.1	16.4	16.0	193.3	6.2
Abril . . . . .	13.4	14.1	14.0	13.8	180.2	6.0
Mayo . . . . .	12.6	13.0	12.7	12.7	150.4	4.8
Junio . . . . .	12.2	12.4	12.2	12.2	111.5	3.7
Julio . . . . .	12.3	12.7	12.4	12.5	120.3	3.9
Agosto . . . . .	11.9	12.5	12.3	12.2	176.9	5.7
Septiembre . . . . .	11.8	12.3	12.0	12.0	145.8	4.8
Octubre . . . . .	11.9	12.7	12.3	12.3	129.9	4.2
Noviembre . . . . .	12.3	13.2	12.7	12.7	215.1	7.1
Diciembre . . . . .	12.3	13.5	13.0	12.9	239.7	7.7
Anual . . . . .	12.8	13.6	13.3	13.2	2.143.8	5.8

**CUADRO 4**

**Humedad relativa registrada en Montemar, 1958.**

Mes	Valores medios mensuales (%)				
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Media	Mínima del mes
Enero . . . . .	85	75	71	79	53
Febrero . . . . .	89	75	73	81	40
Marzo . . . . .	85	78	81	82	38
Abril . . . . .	88	82	79	84	65
Mayo . . . . .	82	75	76	78	49
Junio . . . . .	87	83	84	85	61
Julio . . . . .	85	79	84	83	63
Agosto . . . . .	82	76	78	80	51
Septiembre . . . . .	85	79	78	82	54
Octubre . . . . .	89	81	81	85	57
Noviembre . . . . .	84	77	72	79	51
Diciembre . . . . .	86	77	72	80	46
Anual . . . . .	85	78	77	81	40

CUADRO 5

Temperaturas superficiales del mar (°C) e insolación registrada en Montemar, 1959.

Mes	Temperaturas medias mensuales				Horas de Sol	
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Media	Total	Media diaria
Enero . . . . .	14.1	15.3	15.0	14.8	221.4	7.1
Febrero . . . . .	14.4	15.9	15.4	15.2	187.0	6.7
Marzo . . . . .	13.5	14.4	13.7	13.9	196.3	6.5
Abril . . . . .	12.8	13.4	13.2	13.1	162.6	5.4
Mayo . . . . .	12.0	12.6	12.3	12.3	126.3	4.1
Junio . . . . .	12.2	12.5	12.3	12.3	89.0	3.0
Julio . . . . .	12.8	13.1	12.9	13.0	103.0	3.3
Agosto . . . . .	11.8	12.3	11.9	12.0	189.0	6.1
Septiembre . . . . .	11.4	11.7	11.6	11.5	170.2	5.7
Octubre . . . . .	11.7	12.3	12.1	12.0	191.0	6.2
Noviembre . . . . .	12.8	13.7	13.4	13.3	236.5	7.9
Diciembre . . . . .	12.9	14.1	13.8	13.6	210.4	6.8
Anual . . . . .	12.7	13.4	13.1	13.1	2.082.7	5.7

CUADRO 6

Humedad relativa registrada en Montemar, 1959.

Mes	Valores medios mensuales (%)				
	08.00 hrs.	14.00 hrs.	19.00 hrs.	Media	Mínima del mes
Enero . . . . .	86	74	73	80	49
Febrero . . . . .	88	78	73	82	50
Marzo . . . . .	87	77	73	81	45
Abril . . . . .	84	76	76	80	45
Mayo . . . . .	86	80	78	82	51
Junio . . . . .	85	78	81	82	59
Julio . . . . .	82	76	82	80	56
Agosto . . . . .	84	76	75	80	46
Septiembre . . . . .	87	78	71	81	60
Octubre . . . . .	82	76	74	78	48
Noviembre . . . . .	83	76	72	78	52
Diciembre . . . . .	86	75	72	80	49
Anual . . . . .	85	77	75	80	45

## CUADRO 7

**PROMEDIOS DE TEMPERATURAS SUPERFICIALES DEL MAR (°C),  
CASI SIMULTANEAS, EN LA ZONA DE MONTEMAR, 1958.**

Meses	Montemar	Est. a)	Est. I
<b>A las 08.00 horas:</b>			
Abril (3).....	13.0	13.3	13.4
Mayo (3).....	13.1	13.1	12.9
Junio (4).....	12.2	12.2	12.3
Julio (0).....	.....	.....	.....
Agosto (4).....	11.8	12.0	12.3
Septiembre (3).....	11.8	11.8	12.1
Octubre (5).....	11.9	12.3	12.2
Noviembre (4).....	12.1	12.8	13.5
Diciembre (4).....	12.5	13.1	13.1
Promedio.....	12.3	12.6	12.7
<b>A las 14.00 horas:</b>			
Abril.....	13.9	14.0	14.2
Mayo.....	13.4	13.7	13.6
Junio.....	12.2	12.3	12.5
Julio.....	.....	.....	.....
Agosto.....	12.3	12.7	12.9
Septiembre.....	12.4	12.9	12.9
Octubre.....	12.5	12.6	12.7
Noviembre.....	13.0	13.8	13.8
Diciembre.....	13.9	14.2	13.1
Promedio.....	12.9	13.2	13.2
<b>A las 19.00 horas:</b>			
Abril.....	13.6	13.8	13.6
Mayo.....	13.1	13.2	13.4
Junio.....	12.1	12.4	12.5
Julio.....	.....	.....	.....
Agosto.....	12.4	12.9	13.3
Septiembre.....	12.1	12.2	12.3
Octubre.....	12.1	12.6	12.6
Noviembre.....	12.8	13.1	13.6
Diciembre.....	12.8	13.5	12.9
Promedio.....	12.6	12.9	13.0
Promedio General.....	12.6	12.9	13.0

**Nota:** Los números entre paréntesis, indican el número de días en que se efectuaron estas observaciones cada mes.

CUADRO 8

PROMEDIOS DE TEMPERATURAS SUPERFICIALES DEL MAR (°C),  
CASI SIMULTANEAS, EN LA ZONA DE MONTEMAR, 1959.

Meses	Montemar	Est. a)	Est. I
<b>A las 08.00 horas:</b>			
Enero (3)	13.4	13.9	15.1
Febrero (4)	14.5	15.5	15.6
Marzo (3)	13.2	13.5	13.7
Abril (3)	12.9	13.1	13.2
Mayo (4)	11.9	12.0	12.0
Junio (4)	12.0	12.0	12.1
Julio (4)	12.7	12.8	12.9
Agosto (4)	11.9	11.9	12.1
Septiembre (3)	11.3	11.4	11.1
Octubre (3)	11.9	12.0	12.2
Noviembre (1)	12.2	12.9	13.1
Diciembre (3)	13.8	14.2	14.8
Promedio	12.6	12.9	13.1
<b>A las 14.00 horas:</b>			
Enero	15.0	15.6	16.2
Febrero	16.2	17.2	15.6
Marzo	14.0	14.1	14.0
Abril	13.6	13.7	14.3
Mayo	12.5	12.4	12.5
Junio	12.4	12.3	12.4
Julio	13.1	13.1	13.1
Agosto	12.5	12.6	12.8
Septiembre	12.0	12.0	11.9
Octubre	12.8	12.9	13.0
Noviembre	13.1	13.6	13.9
Diciembre	14.5	14.9	15.1
Promedio	13.5	13.7	13.7
<b>A las 19.00 horas:</b>			
Enero	14.7	16.4	15.9
Febrero	15.9	16.9	16.9
Marzo	13.7	14.2	14.2
Abril	13.3	13.6	14.2
Mayo	12.2	12.5	12.8
Junio	12.1	12.2	12.4
Julio	12.9	12.9	12.9
Agosto	12.3	12.3	12.5
Septiembre	11.8	11.7	11.7
Octubre	12.6	12.7	12.9
Noviembre	12.9	12.5	13.6
Diciembre	13.7	15.0	14.9
Promedio	13.2	13.5	13.7
Promedio general	13.1	13.4	13.5

Nota: Los números entre paréntesis, indican el número de días en que se efectuaron estas observaciones en cada mes.

das en el punto litoral son inferiores a las de mar abierto; en la tarde la relación es inversa. En los meses invernales las diferencias tienden a anularse.

Las variaciones podrían explicarse, en primer lugar, por aquellos factores especiales del punto de la costa: menor profundidad, radiación de las rocas y cabría considerar también los efectos de mareas y corrientes costeras.

Los promedios generales de los Cuadros 7 y 8 resultan muy cercanos a los obtenidos en los Cuadros anteriores 3 y 5 que se refieren a las observaciones diarias de la costa de Montemar.

Con todo, es evidente la necesidad de un plan más amplio de investigaciones térmicas y oceanográficas en la bahía de Valparaíso, tanto en su radio horizontal como en las aguas sub-superficiales. Los datos aquí consignados se refieren sólo a la correlación térmica superficial de Montemar con un punto situado aproximadamente al centro de la Bahía, cuyo carácter representativo resulta limitado y discutible.

### *3. Insolación y nubosidad.*

La insolación indicada en los Cuadros 3 y 5 (en horas y décimos) refleja la característica nubosidad parcial que afecta la costa de Valparaíso en que, a las condiciones generales del clima marítimo, se añaden los efectos de mayor humedad y condensación que provocan las aguas frías de la Corriente del Perú.

En estas condiciones de régimen nuboso tan uniforme en gran parte del año, el dato "Horas de Sol" exige ser complementado con el de "Radiación total incidente" (directa solar y celeste difusa) expresada en cal-cm<sup>2</sup>, conforme a un Actinógrafo. La bioclimatología marina presenta fenómenos muy íntimamente relacionados con la radiación solar: bruscas variaciones del volumen de fitoplancton, por ejemplo.

Finalmente estimamos conveniente recordar que en los estudios recientes para utilizar en forma más directa la energía solar en beneficio del hombre (reemplazo de combustibles, energía hidráulica, destilación de agua de mar, etc.), los investigadores han visto limitada su acción por falta de datos sobre distribución global de la radiación solar incidente en lo que se refiere al hemisferio Sur (sobre 75% de los datos utilizados en el Symposium de 1954 correspondieron a Norte América y Europa).

#### 4. Presión atmosférica y vientos.

El Cuadro N.º 9 indica los valores extremos y promedios mensuales de la presión atmosférica corregida al nivel del mar. Puede advertirse la similitud de los valores anuales 1958 y 1959.

Dentro del régimen barométrico de Chile, Valparaíso se encuentra en la zona de altas presiones (media 1.016 mb) y, conforme a las leyes generales, se observan máximas en invierno y mínimas en verano.

Los valores barométricos se consignan especialmente para posibles estudios sobre el nivel medio del mar.

Aunque diariamente se registran en Montemar 3 observaciones horarias de apreciación visual del viento, (fuerza, según Escala Beaufort, y dirección) no hemos querido resumir estos valores por lo limitado de su representación correspondiente a las condiciones imperantes a las 08.00, 14.00 y 19.00 horas; además, carecen de la exactitud del dato en "millas por hora" o "metros por segundo" que proporciona un anemómetro, del que hemos carecido.

Estas observaciones horarias diurnas que no indican datos como "velocidad máxima del día", "duración y dirección de la máxima", etc., resultan demasiado incompletas para un estudio de la acción del viento sobre las aguas de la bahía de Valparaíso. Citaremos un ejemplo:

Del 12 al 13 de Agosto de 1959, se anotaron las siguientes observaciones del viento:

12-VIII	08.00 hrs.	Calma
	14.00 hrs.	NW. Fuerza 1 (menos de 2 millas/hora)
	19.00 hrs.	Calma
13-VIII	08.00 hrs.	NW. Fuerza 1

En suma, la lectura del registro indica "Calma". Sin embargo, entre las 02.00 y 04.30 hrs. de la madrugada del día 13 se desarrolló un temporal de viento superior a Fuerza 8 (más de 40 millas por hora) que causó daños menores en la bahía.

Estas consideraciones tienden a destacar la necesidad de contar con un aparato registrador del viento.

## CUADRO 9

Presión atmosférica registrada en Montemar (mbs) referida  
a 0° C, 45° Lat. y a nivel del mar.

Latitud: 32° 57' S. Longitud: 71° 33' W. Altura: 12 m.

Meses	Media mensual	Máxima absoluta	Mínima absoluta
<b>1958</b>			
Enero .....	1.014.3	1.021.6	1.008.5
Febrero .....	13.9	16.6	09.9
Marzo .....	13.6	17.9	10.6
Abril .....	14.5	18.0	08.8
Mayo .....	16.0	22.3	08.8
Junio .....	17.8	23.1	10.3
Julio .....	16.3	21.1	11.4
Agosto .....	19.8	27.0	12.4
Septiembre .....	17.6	23.9	10.6
Octubre .....	16.3	24.7	08.3
Noviembre .....	15.5	21.4	08.2
Diciembre .....	15.3	19.9	11.1
Anual .....	1.015.8	1.027.0	1.008.2
<b>1959</b>			
Enero .....	1.014.4	1.018.4	1.007.8
Febrero .....	13.9	19.0	10.0
Marzo .....	14.6	19.1	08.7
Abril .....	15.5	21.8	11.5
Mayo .....	16.8	23.8	11.9
Junio .....	17.4	25.5	09.5
Julio .....	17.0	24.3	08.8
Agosto .....	18.3	25.9	09.1
Septiembre .....	17.1	23.4	10.2
Octubre .....	17.5	22.8	11.1
Noviembre .....	15.5	21.5	09.9
Diciembre .....	13.8	19.9	07.6
Anual .....	1.015.9	1.025.9	1.007.6

## 5. Estado del mar.

Un fenómeno típico del litoral chileno-peruano son las “bravezas de costa” que se experimentan más o menos a través de todo el año e independientemente de las condiciones meteorológicas locales. En mar abierto sólo se advierten olas largas de poca altura,

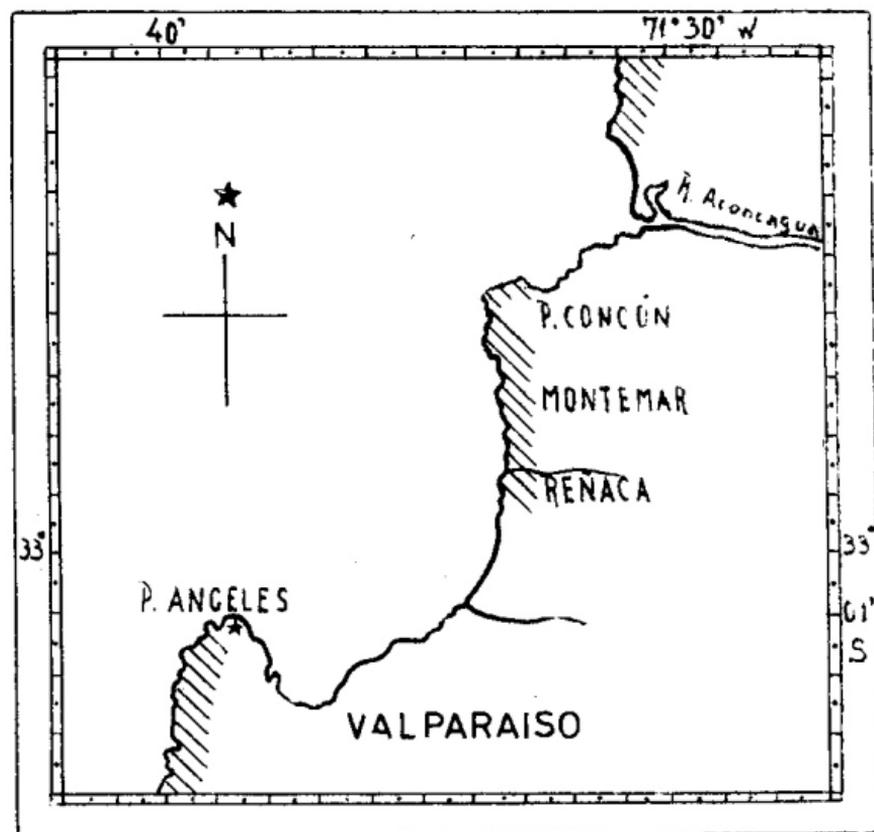


FIGURA 3. — Indica el sector litoral de Valparaíso que es más afectado por la “braveza de costa”.

que se van levantando al disminuir la profundidad cerca de la costa, donde revientan con gran violencia.

Las “bravezas” dificultan las labores portuarias y especialmente impiden la salida al trabajo de los pescadores de las caletas expuestas a su acción.

CUADRO 10 OBSERVACIONES CLIMATOLÓGICAS EN MONTEMAR: 1958

Meses	Precipitaciones (Total en mm)	Número de días con:							
		Lluvia	Llovizna	Tempestad eléctrica.	Niebla	Cielo despejado	Cielo cubierto	Viento fuerza 6 o super.	Braveza de costa
Enero .....	—	—	—	—	3	14	1	—	4
Febrero .....	—	1	—	—	6	14	1	2	—
Marzo .....	0.1	4	—	—	6	9	6	—	1
Abril .....	0.9	1	—	—	7	6	4	—	4
Mayo .....	61.1	1	—	—	5	5	10	1	2
Junio .....	159.6	5	—	—	10	4	12	—	2
Julio .....	5.2	1	—	—	10	3	8	—	8
Agosto .....	95.2	6	1	—	1	7	7	1	3
Septiembre .....	21.9	2	2	—	2	6	8	1	2
Octubre .....	1.0	—	1	—	8	6	13	—	3
Noviembre .....	—	—	1	—	2	9	4	1	—
Diciembre .....	—	1	—	—	2	10	3	2	3
Anual .....	345.0	19	13	—	62	93	77	8	32

**Explicación.** — Los datos sobre “viento” se refieren exclusivamente a las observaciones horarias de las 08.00, 14.00 y 19.00 horas.

CUADRO 11 OBSERVACIONES CLIMATOLÓGICAS EN MONTEMAR: 1959

Meses	Número de días con:									
	Precipitaciones (Total en mm)	Lluvia	Llovizna	Tem- pestad eléctric.	Niebla	Cielo despe- jado	Cielo cubier- to	Viento fuerza 6 o super.	Braveza de costa	
Enero .....	3.5	—	2	—	2	11	5	—	1	
Febrero .....	0.2	—	1	—	2	9	6	—	2	
Marzo .....	15.6	1	1	—	6	9	6	—	4	
Abril .....	5.6	2	2	—	3	7	7	—	1	
Mayo .....	23.6	1	4	—	6	4	10	—	2	
Junio .....	79.4	4	2	—	4	4	15	1	3	
Julio .....	30.5	4	3	1	3	3	11	2	1	
Agosto .....	36.2	5	2	—	1	14	6	—	4	
Septiembre .....	11.0	3	3	—	4	9	7	1	4	
Octubre .....	3.1	1	2	—	8	10	7	—	1	
Noviembre .....	—	—	1	—	3	15	4	—	—	
Diciembre .....	0.1	—	1	—	4	9	3	—	1	
Annual .....	208.8	21	24	1	46	104	87	4	24	

**Explicación.** — Los datos sobre “viento” se refieren exclusivamente a las observaciones horarias de las 08.00, 14.00 y 19.00 horas.

El oleaje de "bravezas" en Valparaíso se experimenta desde el W. y del SW., estimándose que se origina en temporales lejanos del O. Pacífico.

La Fig. 3 muestra en su parte achurada el litoral de Valparaíso más afectado por estas marejadas; en los Cuadros 10 y 11 se indica el número de días con mayores "bravezas" en los meses de 1958 y 1959.

### 6. Pluviometría y otros átos.

Los Cuadros 4 y 6 anteriores consignan los valores medios, horarios y mensuales, de la Humedad Relativa en 1958-59.

El promedio (Hm) se obtiene mediante la fórmula recomendada por la Oficina Meteorológica de Chile:

$$H_m = \frac{2 H_{08} + H_{14} + H_{19}}{4}$$

Los Cuadros 10 y 11 resumen los datos mensuales de pluviometría (1 mm = 1 lit/m<sup>2</sup>) y los días de fenómenos más característicos.

## V. — APRECIACION GENERAL.

Por su profundidad y amplitud la bahía de Valparaíso es campo propicio a un buen estudio climatológico que diga relación a su oceanografía, física y biológica. Tal estudio se facilita actualmente con los 2 observatorios ubicados en sectores opuestos: Pta. Angeles y Montemar.

Las investigaciones ictiológicas hasta aquí realizadas indican que las aguas de la bahía son importantes áreas de puesta o desarrollo embrionario de varias especies útiles; tanto costeras como pelágicas: blanquillo, cabrilla, merluza, anchoveta (Fischer, 1958, 1959). En estudios más especializados de Biología Pesquera interesará conocer los factores favorables o adversos que concurren al éxito de la freza, a la dispersión de larvas, a su supervivencia en general. Entre tales factores ecológicos están los vientos, las co-

rientes, la radiación solar, las lluvias y desagüe de ríos, etc. De manera que un cuidadoso historial meteorológico de la Bahía puede, más adelante, adquirir valiosa significación.

Finalmente, nos permitimos insistir en la influencia preponderante del anticiclón del Pacífico sobre el clima y cambios de tiempo en Chile. Se ha destacado el efecto de los desplazamientos estacionales muy notorios: así, en verano, las isobaras del margen oriental del anticiclón corresponden a los fuertes vientos que se registran en el litoral central. Y considerando esta acción del anticiclón del Pacífico, la Of. Meteorológica de Chile concluye que, en general, los vientos soplan aquí con fuerza superior a la gradiente barométrica (1943).

Ello debe tenerse muy en cuenta al deducir vientos de la mencionada gradiente y obligaría a extender las observaciones directas, anemométricas. Pero, por otra parte, la estrecha configuración geográfica del país impide extender tales observaciones hacia el W., es decir precisamente hacia el centro del anticiclón (ubicado en las cercanías de Juan Fernández) las cuales pudieran dar un cuadro sinóptico más completo para afinar las deducciones. Es obvio que muy poco o nada se sacaría ensificando las estaciones costeras. Por lo demás, Günther Dietrich (1951) que ha estudiado con preferencia el rol que cumplen los vientos en los desplazamientos de masas de agua y procesos oceanográficos en general, advierte que no es aconsejable emplear las observaciones anemométricas de estaciones terrestres como representativas de las condiciones imperantes en mayores extensiones oceánicas, dadas las diferentes condiciones de fricción e influencia de accidentes topográficos que experimentan las corrientes aéreas.

En las II Jornadas Hidronómicas Nacionales, efectuadas en Montemar en Diciembre 1959, se propuso un Plan General de Investigación de la Corriente de Humboldt o del Perú que, entre otros puntos, sugiere observaciones meteorológicas en alta mar que cumplirían en sus viajes los buques de guerra, mercantes y pesqueros nacionales en base a un programa de asistencia cooperativa de los organismos responsables (S. Carvajal, 1959).

Dentro de las condiciones y medios de nuestro país, el servicio de buques-observadores, de este tipo, constituye la respuesta adecuada al problema de cómo enfrentar el estudio de la compleja relación Atmósfera Océano en este sector del Hemisferio Sur.

Por su parte, las Estaciones costeras adquirirían un mayor valor en sus funciones, siempre que estén debidamente equipadas y eficientemente servidas.

### *Agradecimientos.*

Agradecemos al Sr. Ubaldo Matassi, ex jefe de la Oficina Meteorológica de Chile, la especial deferencia e interés en proporcionar a la Estación de Biología Marina el instrumental y demás elementos necesarios para iniciar estas observaciones climatológicas.

También debemos expresar nuestro reconocimiento al meteorólogo Sr. Karl Schanz por sus valiosas indicaciones en orientar nuestro trabajo.

### VII. — RESUMEN (Summary).

Climatological observations according to international schedule and methods were initiated at Montemar in order to achieve a better understanding of inter-related meteorological and oceanographic features of Valparaiso Bay.

The descriptive data here presented correspond to 1958-59 and it is stressed that a larger material need be accumulated to draw further general conclusions.

It is necessary to improve wind and solar radiation studies since these meteorological elements deeply affect both physical and biological phenomena in the sea.

### BIBLIOGRAFIA

1. CARRUTHERS, J. N. — 1951 — An attitude on "Fishery Hydrography". J. Marine Research, Vol. X, N.º 1-3.
2. DAWSON, Y. E. — 1951 — A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, México. J. Marine Research, Vol. X, N.º 1-3.
3. FISCHER, W. — 1958 — Primeras fases del desarrollo del blanquillo (*Prolatilus jugularis*). Rev. Biol. Mar., Vol. VIII, N.º 1, 2 y 3.
4. — 1958 — Huevos, crías y primeras prelarvas de la "anchoveta" (*Engraulis ringens* J.). Rev. Biol. Mar., Vol. VIII, N.º 1, 2 y 3.

5. GUNTHER, E. R. — 1936 — A report on oceanographical investigations in the Peru Coastal Current.  
Discovery Reports, Vol. XIII.
6. LEGARE, HENRI J. E. — 1957 — The qualitative and quantitative distribution of plankton in the Strait of Georgia in relation to certain oceanographic factors.  
J. Fish. Research Bd. Canada, Vol. 14, N.º 4.
7. MANNING, J. — 1956 — Resumen de las investigaciones sobre peces pelágicos de las aguas chilenas.  
Univ. Miami.
8. MARGALEF, R. — 1957 — Variación local e interanual en la secuencia de las poblaciones de fitoplancton de red en las aguas superficiales de la costa mediterránea española.  
Investig. Pesquera, Tomo IX.
9. METEOROLOGICA, OF. DE CHILE — 1943 — Barografía de Chile.  
Min. Defensa Nac.
10. — 1956 — Anuario Meteorológico.
11. MOORE, E. — 1926 — El cormorán (guanay o yeco).  
Rev. Chil. Hist. Nat. Año XXX.
12. RODRIGUEZ, R. J. — 1955 — Datos climáticos del puerto de Castellón y térmicos de las aguas costeras superficiales en relación con la pesca, 1953.  
Investig. Pesq., Tomo I.
13. RYTHER, J. — 1955 — Ecology of marine dinoflagelates with reference to red water conditions.  
Woods Hole Contr. 712, Oceanogr. Inst. Col. Rep.
14. SCHWEIGERG, E. — 1943 — Pesquería y Oceanografía del Perú.  
Cía. Adm. Guano, Lima.
15. — 1953 — Situación veraniega en el litoral peruano en 1953.  
Cía. Adm. Guano, Bol. Cientif. Tomo I, N.º 1.
16. SEARS, M. — 1954 — Notas sobre la Corriente Costanera del Perú.  
Cía. Adm. Guano, Bol. Cientific. Tomo I, N.º 2.
17. UNESCO — 1956 — Energía solar y eólica.  
Simposium de Nueva Delhi.