

# Compañía Administradora del Guano

## BOLETIN CIENTIFICO

VOLUMEN II

1955

Lima - Perú

---

Dirección Postal: Casilla No. 2147. — Lima, Perú

1954

## Un año anormal

Por:

MAURICE E. GRAVES, ERWIN SCHWEIGGER Y JORGE VALDIVIA P.

Ciertos fenómenos meteorológicos e hidrográficos del año 1954 nos indujeron a reunirnos para examinar si los datos disponibles permitirían explicar las causas de esa situación anormal. Las páginas siguientes contienen el aporte particular de cada uno de nosotros a la discusión sobre las singularidades climáticas e hidrográficas como también las conclusiones que se nos insinuaron respecto a las posibles razones de esa situación anormal reinante en 1954.

Deseamos expresar nuestra gratitud a la "Panagra" que nos brindó una sala de su edificio en Limatambo para llevar a cabo nuestras reuniones.

---

## Anomalías en el tiempo de superficie sobre el Territorio de Sudamerica Occidental

Por:

MAURICE E. GRAVES

Supervisor of Meteorology, Panamerican-Grace Airways Inc.

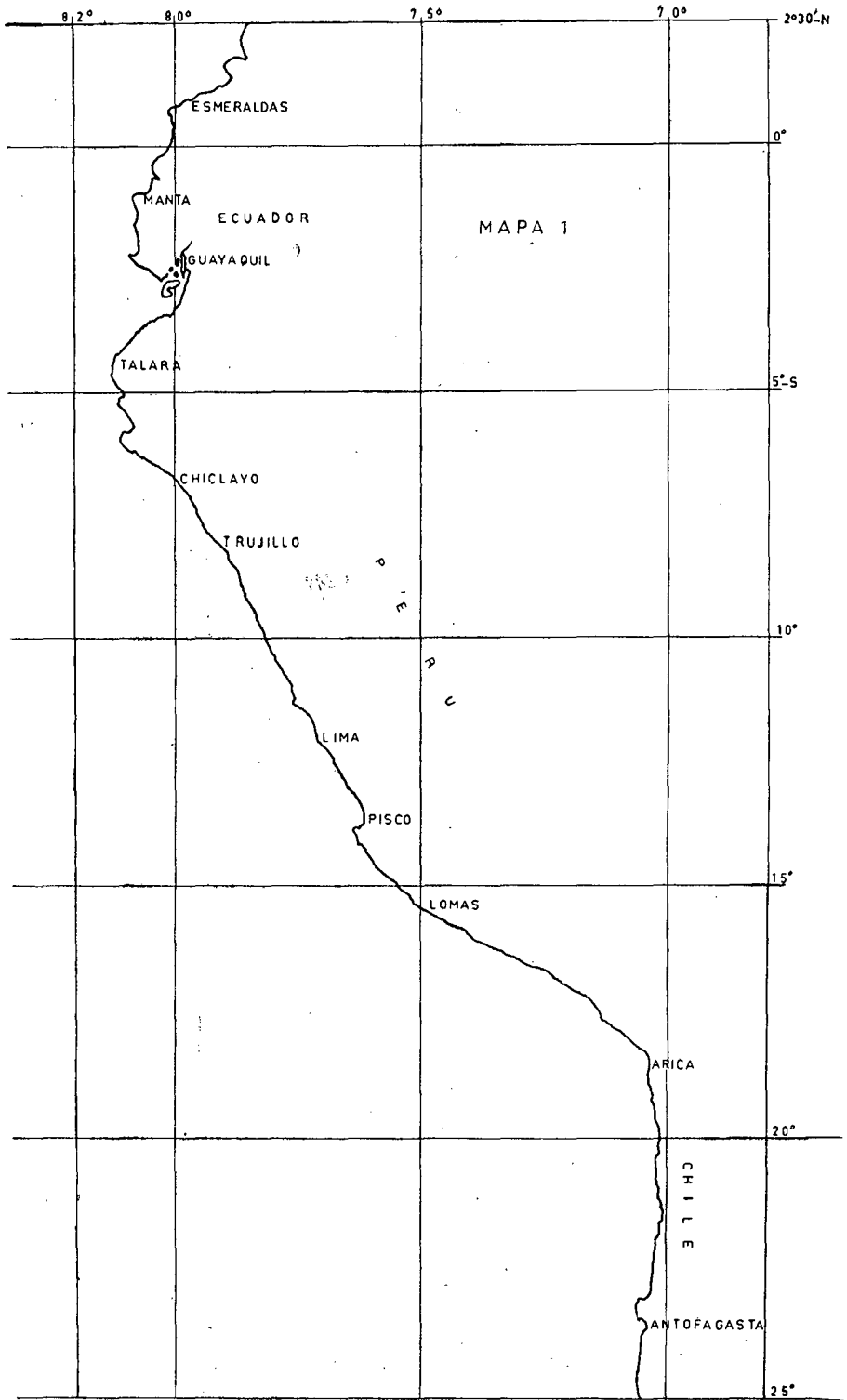
Las anomalías de ciertos elementos meteorológicos de superficie sobre los territorios costeros a lo largo de la costa occidental de Sud América desde Antofagasta, Chile ( $24^{\circ}\text{S}$ ), hasta Esmeraldas, Ecuador ( $1^{\circ}\text{N}$ ), en el año de 1954 fueron muy notorias. Para encuadrar estas anomalías, se han promediado los datos obtenidos de once estaciones de aeropuerto, estación por estación, utilizando todos los datos disponibles para llegar a un valor mensual "normal" para cada uno de estos elementos: temperatura, temperatura del punto de rocío, presión en superficie, dirección del viento, y velocidad del viento. Aunque se considera necesario unos treinta años de registro, generalmente para obtener una "normal" confiable, se cree que los cinco a diez años disponibles en cada una de estas estaciones son suficientes para un estudio de esta clase.

A fin de facilitar la presentación de las anomalías descubiertas en estos datos, hemos primeramente construido curvas gráficas de aquellos elementos que indicaron una significativa anomalía en cualquier tiempo, conjuntamente con sus curvas medias o "normales", a medida que se computaron mes por mes. En segundo término hemos tabulado nuestros resultados para todos los elementos, estación por estación. Finalmente, ofrecemos algunas observaciones e hipótesis sobre la conducta general de la temperatura y las anomalías del viento que tuvieron lugar sobre los territorios costeros en 1954.

En las figuras del 1 al 11, se han dispuesto las estaciones en orden de sur a norte, con la situación geográfica de la estación y el número de años de registro se muestra en cada gráfico. En general, la uniformidad de estas curvas es buena, y consideramos la información confiable en todos los casos, exceptuando la velocidad del viento "normal" en Arica. Esta curva "normal" se basa en diez años de información, la mitad de la cual es velocidad de viento estimada y la mitad medida por anemómetro. Tenemos la fuerte sospecha de que las velocidades de viento estimadas eran demasiado bajas, haciendo la curva media muy baja y la anomalía positiva muy grande. Sin embargo, probablemente existe una pequeña anomalía positiva en la velocidad del viento en Arica.

La tabla siguiente sintetiza los varios elementos y sus anomalías. Creemos que todas las inclusiones se explican por sí mismas.

Estación	Situación	Anomalía de Temperatura	Anomalía de Punto de Rocío	Dirección del Viento; Presión	Velocidad del Viento
Antofagasta, . . . Chile . . . . .	23°29'S 70°26'S	Negativa después de Marzo . . . .	Negativa . . . . Feb-Oct. . . . .	Ninguna . . . .	Positiva 1-3 nudos
Arica, . . . . . Chile . . . . .	18°29'S 70°20'W	Negativa . . . . Max. Mayo-Nov.	La misma . . . . que Temp. . . . .	Ninguna . . . .	Positiva ver texto
Punta de Lomas. Perú . . . . .	15°33'S 74°56'W	Negativa . . . . Max. Jul-Sep.	La misma . . . . que Temp. . . . .	Ninguna . . . .	Negativa 1-2 nudos
Pisco. . . . . Perú . . . . .	13°45'S 76°14'W	Negativa . . . . Max. Jun-Ago.	Negativa . . . . Max. Jul-Ago.	Ninguna . . . .	Positiva hasta Mayo
Limatambo. . . . Perú . . . . .	12°06'S 77°01'W	Negativa . . . . Max. Ago-Sep.	Negativa . . . . Max. Jul-Sep.	Ninguna . . . .	Ninguna
Trujillo. . . . . Perú . . . . .	08°06'S 79°02'W	Negativa . . . . Max. May-Sep.	La misma . . . . que Temp. . . . .	Ninguna . . . .	Positiva 2-3 nudos
Chiclayo, . . . . Perú . . . . .	06°47'S 79°50'W	Negativa . . . . Max. May-Sep.	La misma . . . . que Temp. . . . .	Ninguna . . . .	Negativa hasta Jun. des- pués positiva
Talara, . . . . . Perú . . . . .	04°34'S 01°15'W	Negativa . . . . Max. May-Sep.	La misma . . . . que Temp. . . . .	Ninguna . . . .	Positiva Max. May-Sep.
Guayaquil, . . . . Ecuador . . . . .	02°10'S 79°53'W	Negativa . . . . Abr-Dic. . . . .	Ninguna . . . . Ninguna . . . . .	Ninguna . . . .	Positiva 1-2 nudos
Manta, . . . . . Ecuador . . . . .	00°57'S 80°44'W	Negativa . . . . May-Dic. . . . .	Negativa . . . . todo el año . . . .	Ninguna . . . .	Positiva 2-3 nudos
Esmeraldas, . . . Ecuador . . . . .	00°58'N 79°37'W	Negativa . . . . Todo el año . . . .	Negativa . . . . pequeña . . . . .	Ninguna . . . .	Positiva 1-2 nudos



En general, las temperaturas del territorio costeño muestran una condición bajo normal en todo el trayecto desde Antofagasta, Chile, hasta Esmeraldas, Ecuador, con la mayor anomalía negativa que tiene lugar en el sector Trujillo, Perú, a Talara, Perú, durante los meses de invierno. Las temperaturas del punto de rocío muestran una anomalía similar de magnitud ligeramente más pequeña. Las velocidades de vientos de superficie muestran condiciones más altas que el promedio de Antofagasta, Chile, Arica, Chile y de Talara, Perú, a Esmeraldas, Ecuador. Trujillo, Perú, también tiene una anomalía positiva en este elemento. La mayor anomalía en este elemento se encuentra en Talara desde Abril hasta Agosto.

Se ha delineado también el promedio de temperaturas mensuales en 1954 y se efectuaron trazos de líneas isotermas a lo largo de la costa, a intervalos de 2°C para observar la gradiente isotérmica. La única apreciación interesante en estos diagramas fué la gran concentración de isotermas en el invierno, en el sector Talara, Perú, a Guayaquil, Ecuador, alcanzando la gradiente 2.5°C/100Km. en Septiembre. Sin embargo, ésto es solamente 0.5°C/100Km. mayor que la gradiente en un Septiembre "normal".

Las temperaturas del aire costeño son controladas por tales factores como las temperaturas del agua de la costa, la insolación, y los vientos de superficie. De estos factores, la temperatura del agua de la costa es probablemente el más importante regulador de la temperatura del aire costeño. Los otros dos factores, insolación y vientos de superficie son difíciles de fijarse, pero el viento de superficie está sin duda enlazado con la temperatura del aire sobre los territorios costeños y las aguas de la costa, debido al fenómeno de afloramiento. Los vientos de superficie más fuertes que lo normal en Trujillo, Perú, y Antofagasta, Chile, significan mayor afloramiento que lo normal en estas áreas, ya que la dirección del viento de superficie se encuentra cerca de 30° a 40° de ser paralela a la línea costera, la componente siendo de agua a tierra. Esto es verídico en todos los meses de 1954, ya que este no es el año "normal". Sin embargo, la dirección del viento predominante en Arica es marcadamente occidental en todos los meses, de tal modo que cualquier conexión entre la velocidad del viento y afloramiento costeño no es muy claro en esta región. Del mismo modo, la velocidad de viento sobre lo normal en las tres estaciones ecuatorianas, Guayaquil, Manta y Esmeraldas, no pueden fácilmente estar asociadas con afloramiento, ya que Guayaquil está situada bien al interior sobre el río Guayas, Manta y Esmeraldas se encuentran situadas a lo largo de una corriente costera de norte a sur, con vientos predominantes en estas estaciones del cuadrante sur-occidental.

Una razón primordial para efectuar este estudio, fué el hallar hasta qué punto las temperaturas del aire sobre los territorios costeños comprobaron observaciones de ciertas temperaturas bajo normal de las aguas de la costa. Los datos reunidos comprueban ciertamente las observaciones sobre el agua en casi todo lo que respecta.

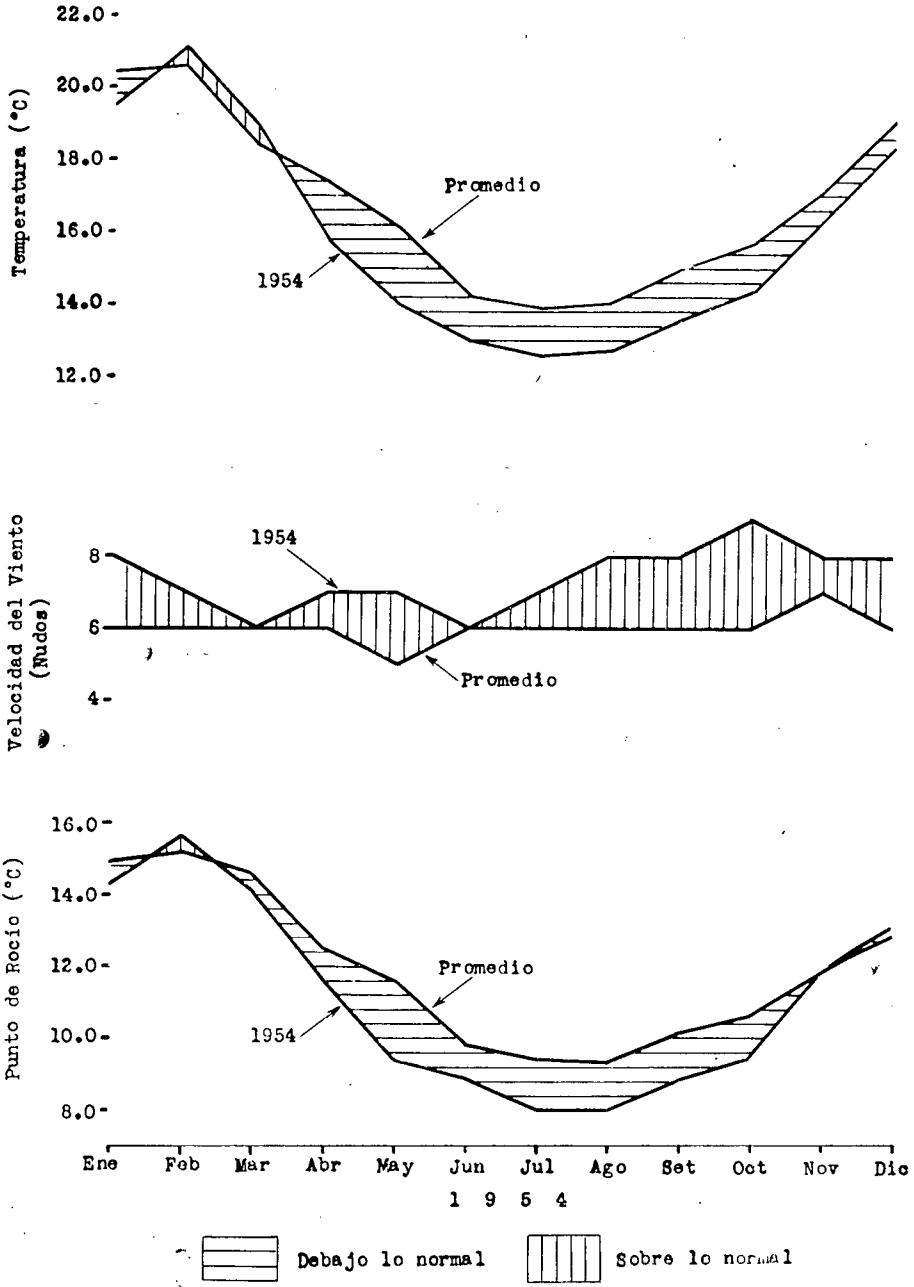
Los datos más o menos escasos utilizados en este estudio, pueden apenas sustentar algunas conclusiones, pero pueden mantener dos hipótesis, que ahora nosotros ofreceremos:

1.—Las temperaturas de aire costero estuvieron bajo lo normal sobre los territorios costeros desde Antofagasta, Chile, hasta Esmeraldas, Ecuador, de Marzo a Diciembre de 1954, porque las aguas de la costa fueron más frías que lo normal. Velocidades de viento mayores de lo normal en la mayoría de las estaciones y posiblemente insolación bajo lo normal pueden haber contribuido a la anomalía del frío.

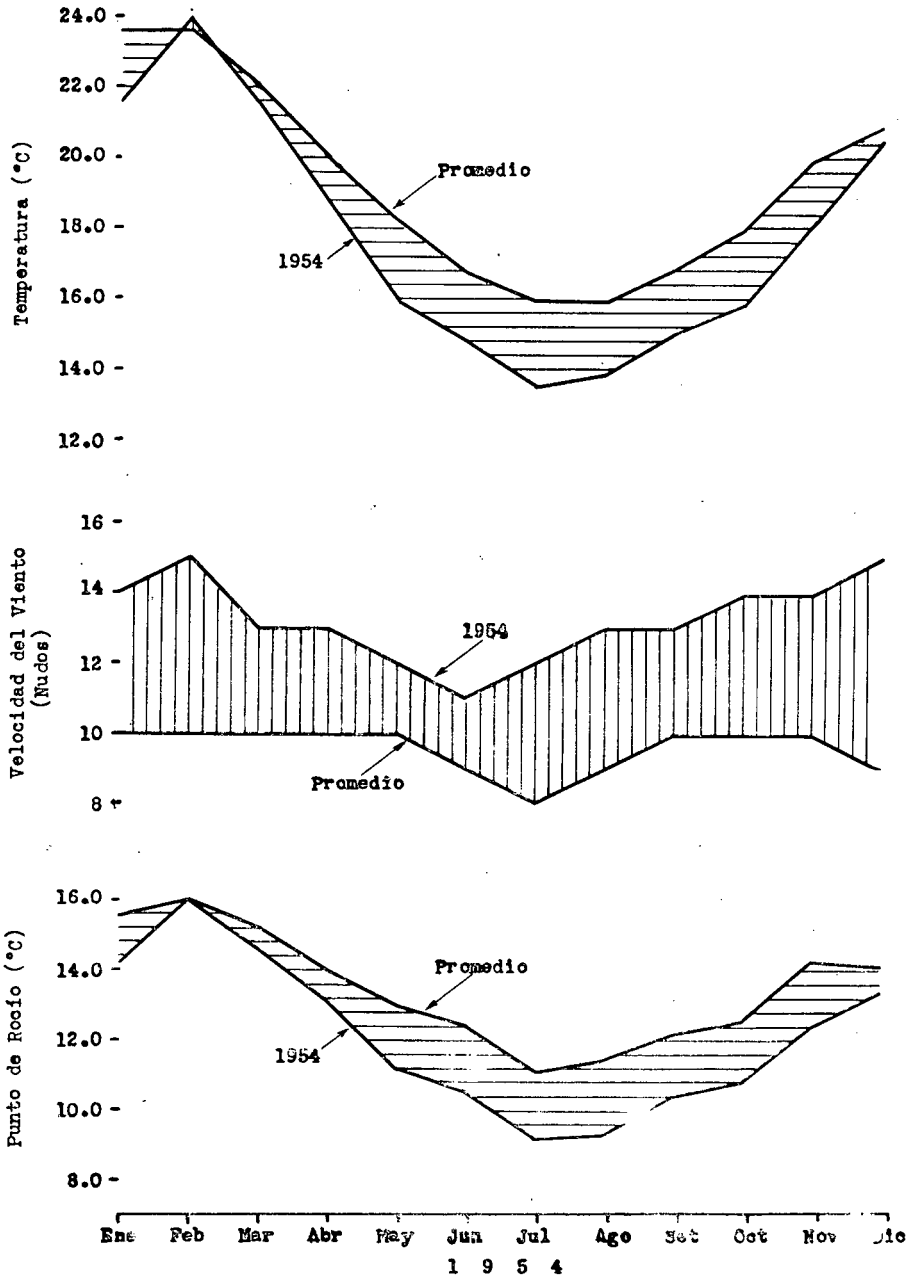
2. Velocidades de viento mayores que lo normal en Trujillo, Perú y Antofagasta, Chile, significan un mayor afloramiento que lo normal en las aguas de la costa en estas regiones. En otras partes, un afloramiento relativamente grande no se indica por las velocidades del viento costero y direcciones predominantes de viento sobre los territorios costeros.

Los gráficos que acompañan este estudio han sido hechos por el Sr. Lelio Parodi H. a quien doy mis gracias por su inteligente y cuidadosa colaboración.

Antofagasta, Chile  
24° S - RECORD DE 10 AÑOS



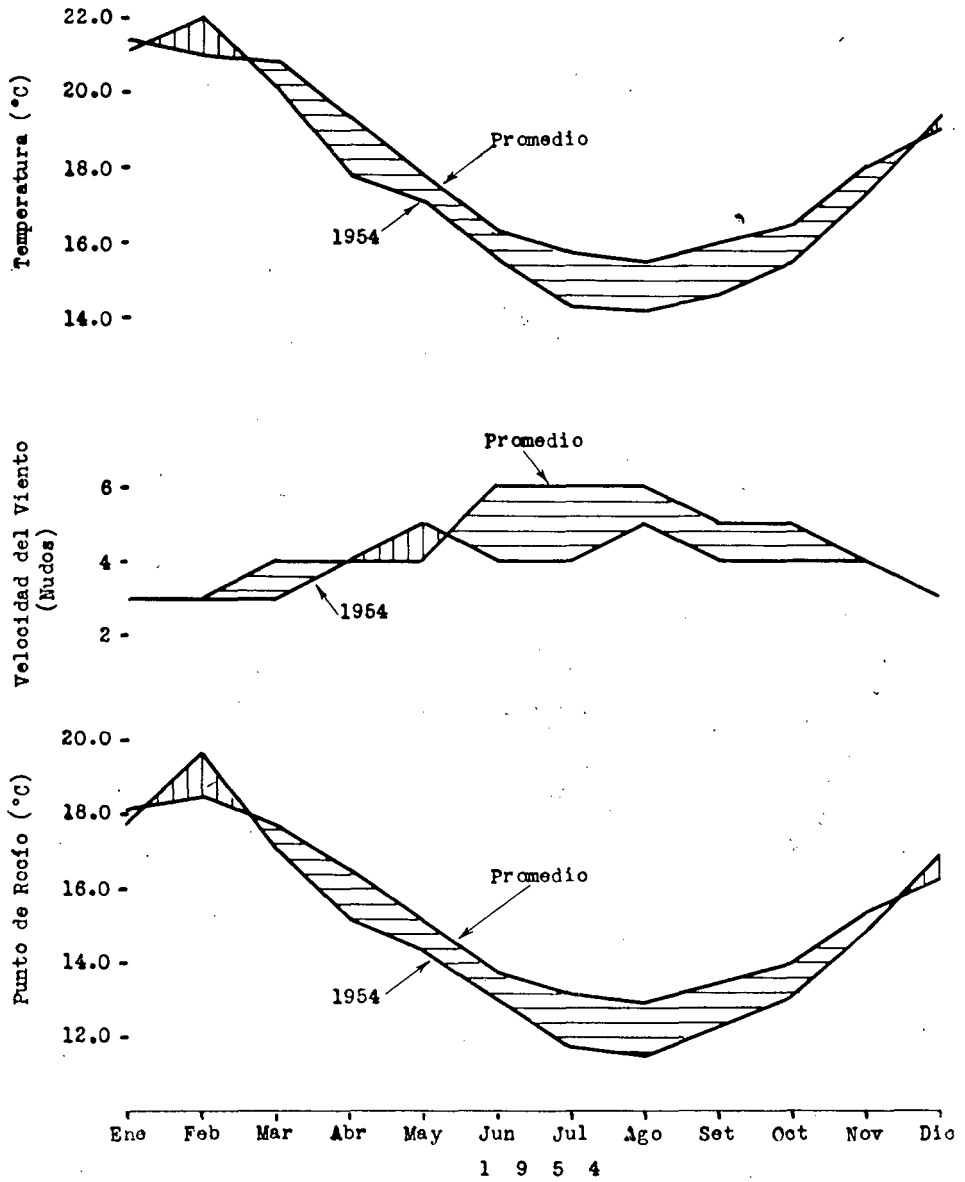
Arica, Chile  
18° S - RECORD DE 10 AÑOS



Debajo lo normal
     
 
 Sobre lo normal



Punta de Lomas, Perú  
 16° S - RECORD DE 10 AÑOS

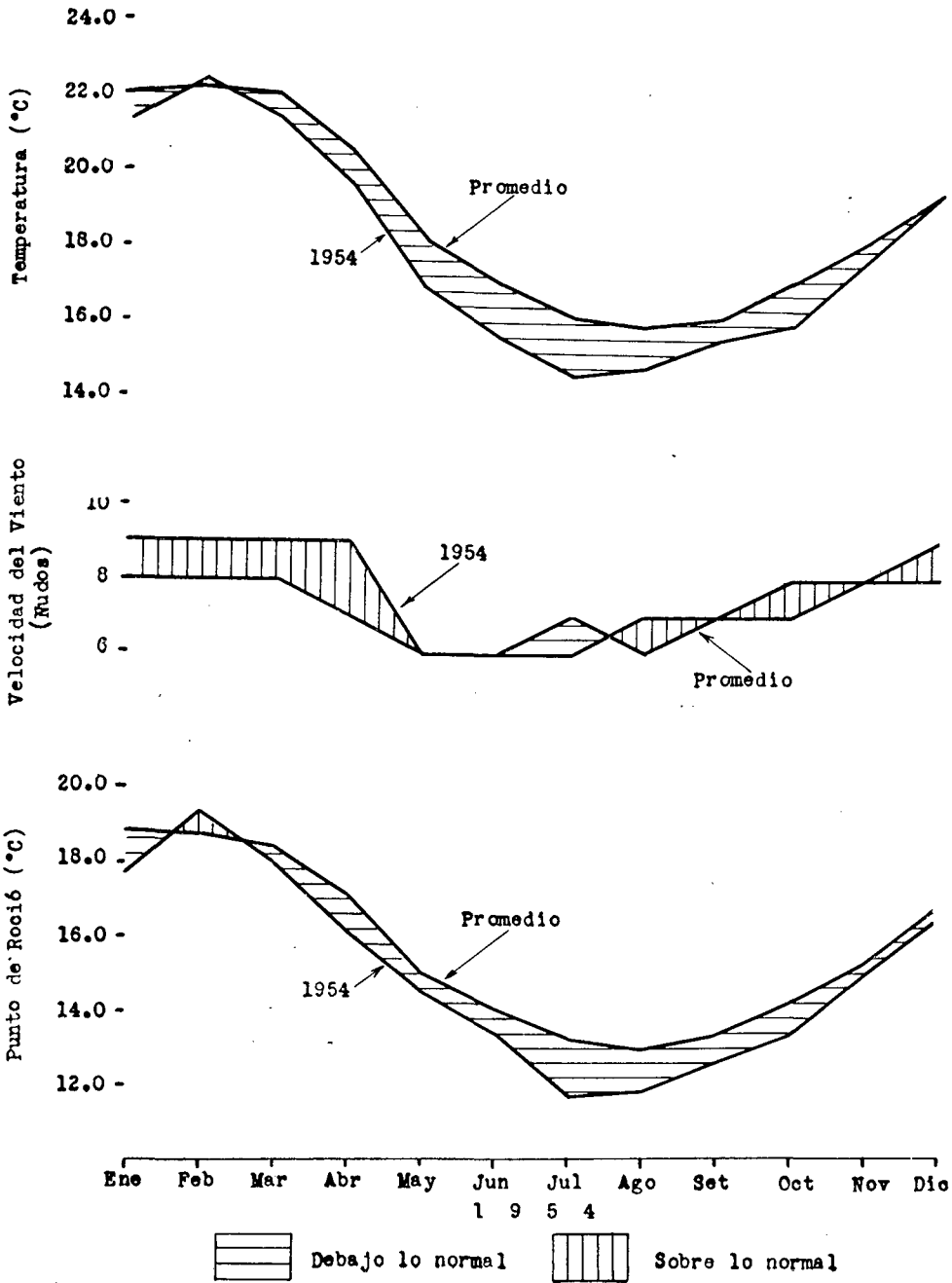


Debajo lo normal

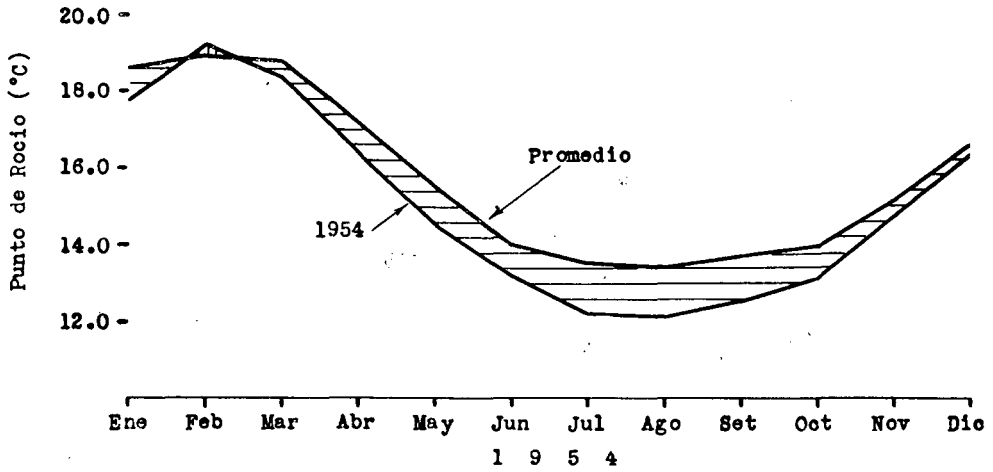
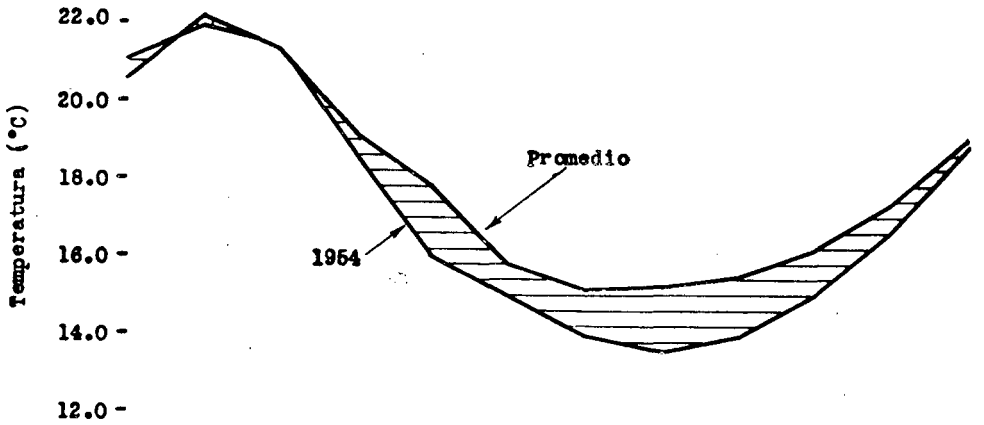


Sobre lo normal

Pisco, Perú  
 14° S - RECORD DE 10 AÑOS



Lima, Perú  
 12° S - RECORD DE 10 AÑOS

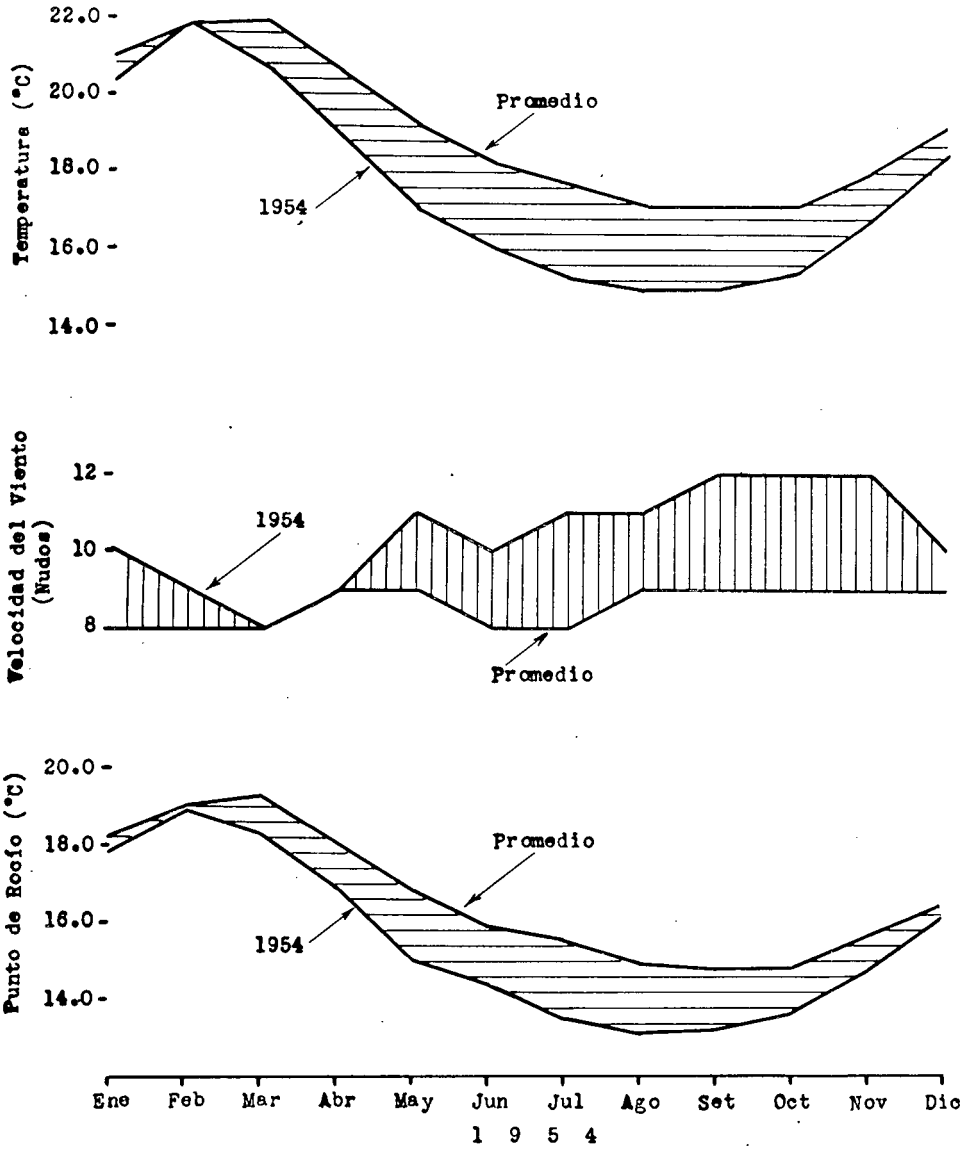


Debajo lo normal



Sobre lo normal

Trujillo, Perú  
8° S - RECORD DE 10 AÑOS

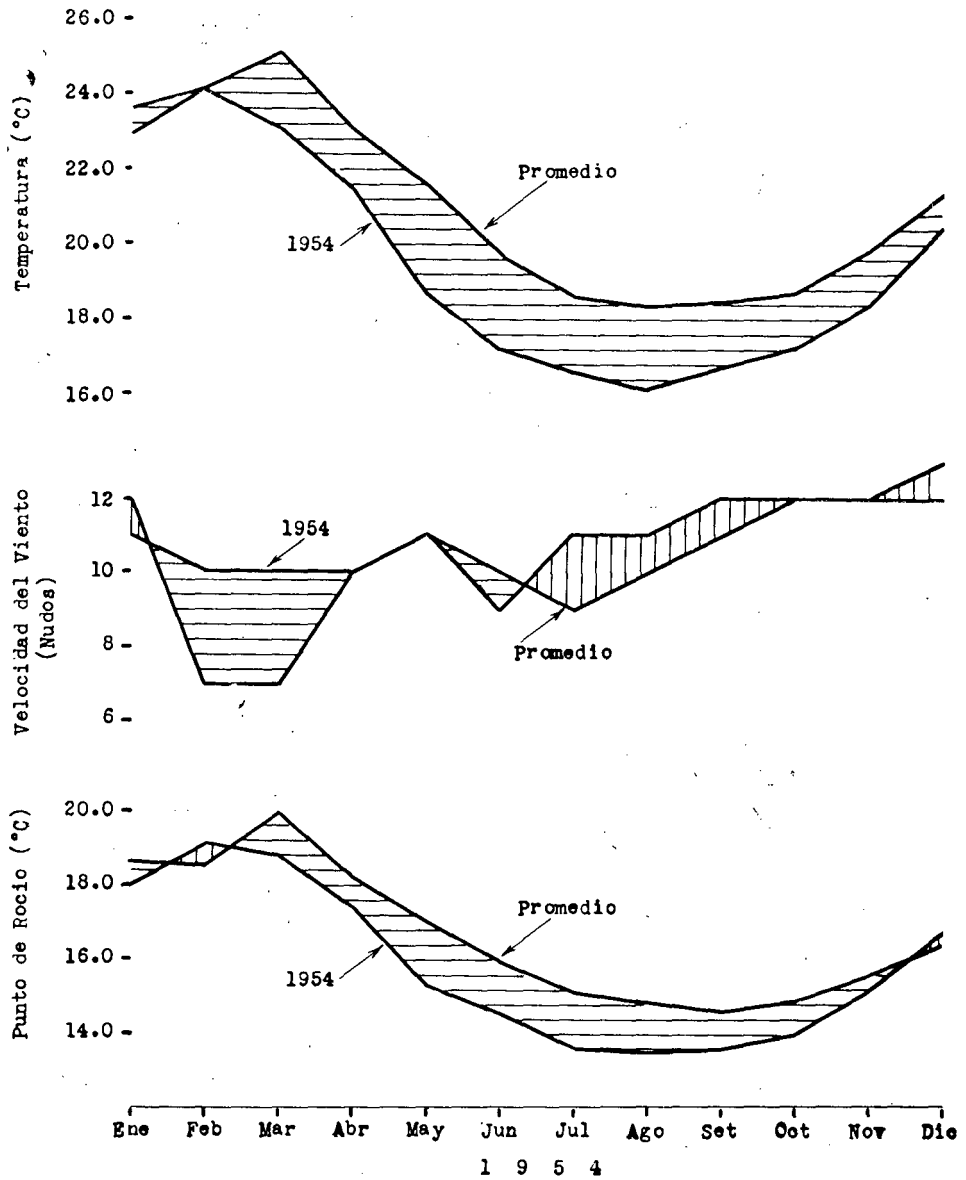


Debajo lo normal



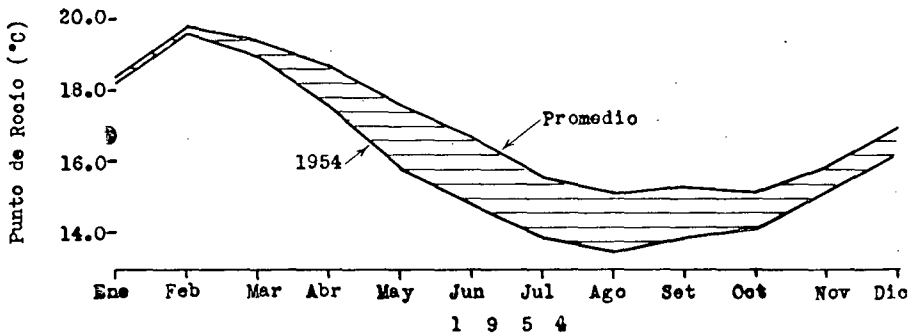
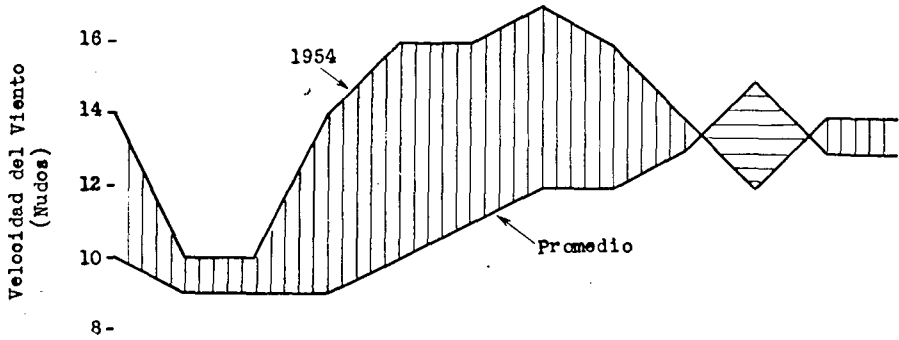
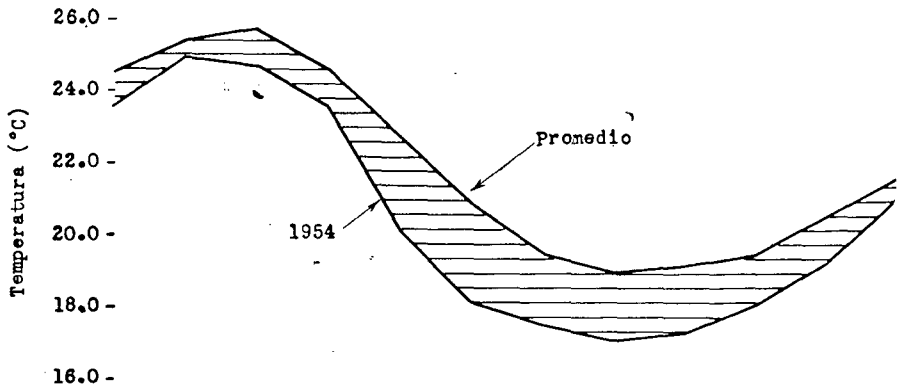
Sobre lo normal



Chiclayo, Perú  
7° S - RECORD DE 10 AÑOS



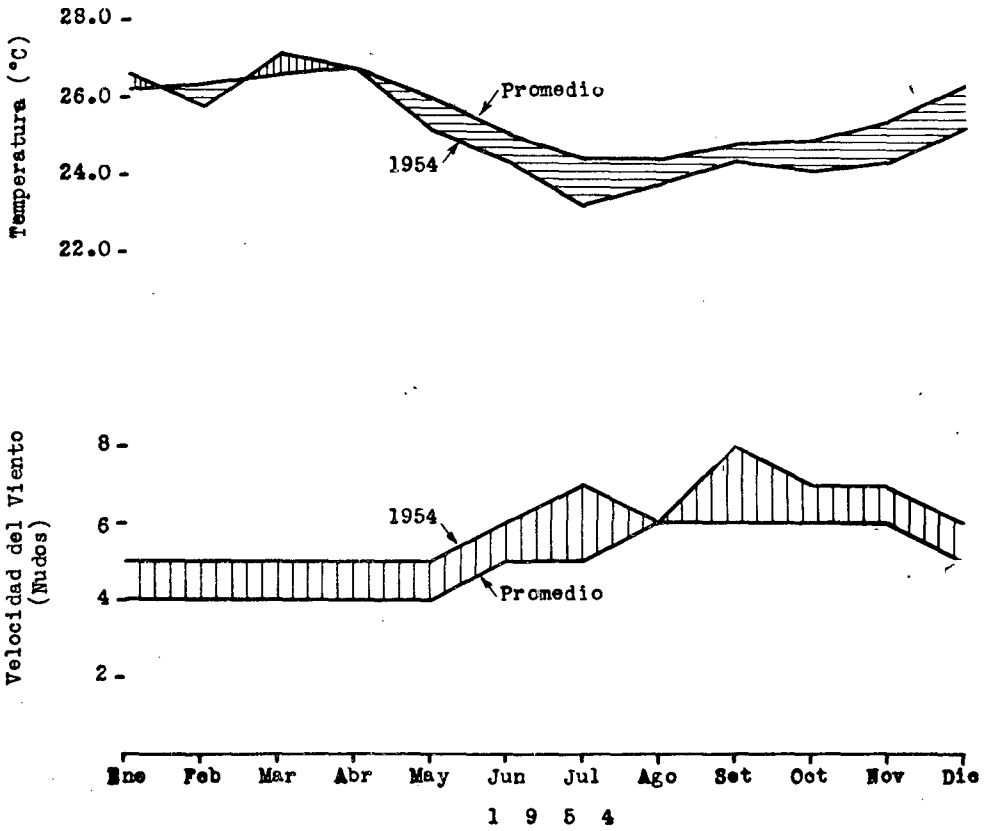
Debajo lo normal
  Sobre lo normal



Talara, Perú  
5° S - RECORD DE 10 AÑOS



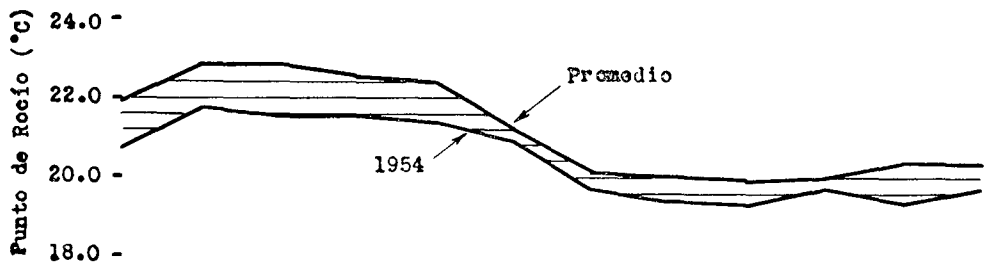
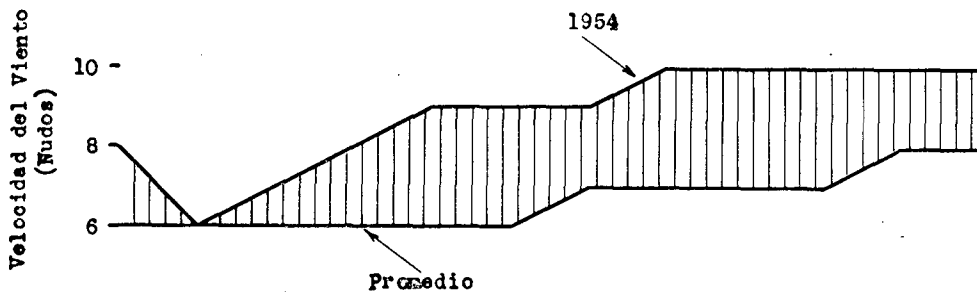
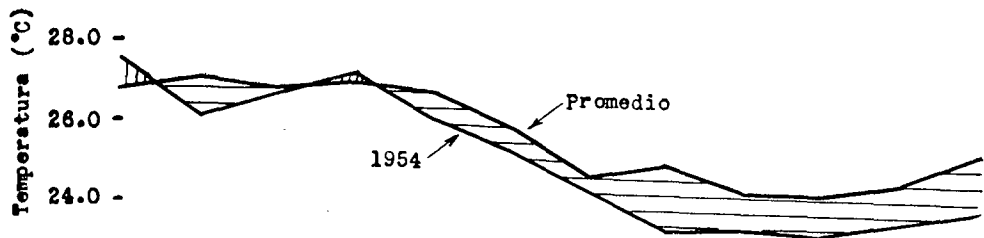
 Debajo lo normal , 
  Sobre lo normal

Guayaquil, Ecuador  
 2° S - RECORD DE 10 AÑOS





 Debajo lo normal     
  Sobre lo normal

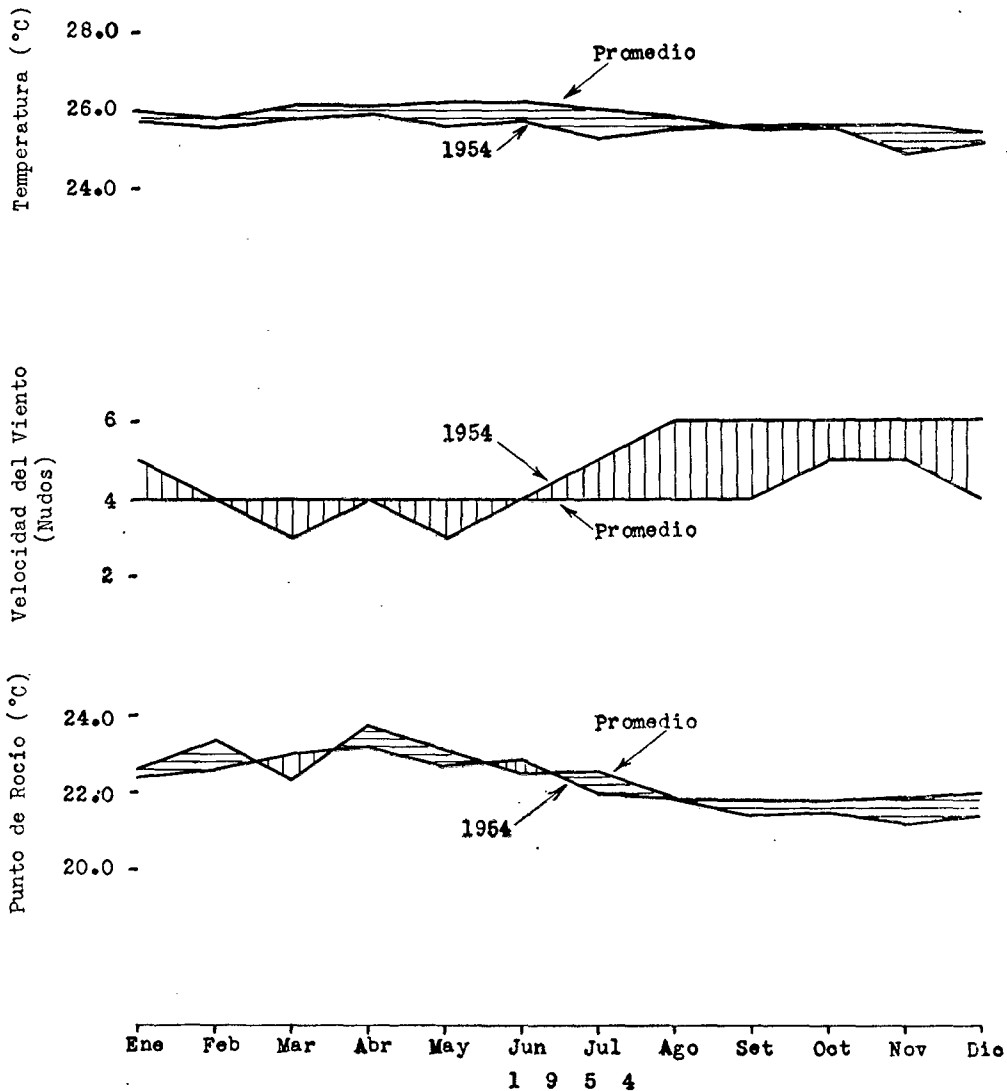
Manta, Ecuador  
 1° S - RECORD DE 10 ANOS





Ene Feb Mar Abr May Jun Jul Ago Set Oct Nov Dic  
 1 9 5 4

 Debajo lo normal
  Sobre lo normal

Esmeraldas, Ecuador  
1° N - RECORD DE 10 AÑOS



 Debajo lo normal     
  Sobre lo normal

# Estudio comparativo de temperaturas de mar y el régimen de vientos entre los años 1954 y 1939/53

Por el

DR. ERWIN SCHWEIGGER

Para comprobar que la temperatura de mar en el año 1954 ha sido sumamente baja en comparación con un año que puede llamarse "normal" se ofrecen los datos reunidos en los "Mapas Mensuales del Litoral Peruano", sumados y promediados para el lapso de años transcurridos desde 1939 hasta fines de 1953, o sean 15 años en total. Existen, además, datos que cubrirían una serie más larga de años, como por ejemplo los recolectados en Puerto Chicama desde el año 1925, es decir, durante 29 años, o aquellos respectivos a El Alto (Cabo Blanco), Lobitos y Talara que abarcarían 25 años consecutivos aproximadamente y fueron publicados primero por el Servicio Nacional de Meteorología y más tarde por la Dirección General de Meteorología del Perú.

Sin embargo, para un estudio de las condiciones, digamos "normales", en el mar litoral o a lo largo de la costa peruana entre 03°S y 18°S (\*) y para su comparación con aquellas de 1954, no pueden utilizarse estos datos obtenidos en puertos cuyas temperaturas siempre difieren de las de mar abierto, y además, tomados en lugares que representarían eventualmente sólo una parte de la latitud 04 (Cabo Blanco, Lobitos y Talara) o una parte de la latitud 07 (Puerto Chicama).

Por esa razón, se han tomado los promedios de las observaciones realizadas durante 15 años como la expresión de una "normalidad", aunque tal número no sería sino la mitad de los 30 años que se consideran necesarios para formar un año "normal".

Para la computación de estos 15 años se dispuso de un total de 71,268 observaciones relativas a la temperatura de mar. El mapa 2 que abarca la costa desde el margen sur del Golfo de Guayaquil, hasta la latitud del puerto

---

(\*) Tratándose en todo este estudio de latitudes sur, se ha suprimido en lo siguiente la indicación "S" como también del signo "o" al citar latitudes.

chileno de Arica, representa la zona marítima cuyas características expuestas en 1954 se someterán a la comparación con las "normales", constituida, como en los "Mapas Mensuales", por "áreas" de medio grado de longitud y medio grado de latitud con los promedios correspondientes. Mediante la adición de éstos y su división por el número de áreas que componen una sola latitud, se obtuvo la temperatura media de ésta.

La franja de mar formada por las diferentes áreas, se delimita en cada latitud por las que colindan directamente con la ribera, agregándose en cada latitud un área que no tiene este contacto inmediato con la playa, pero que proporciona cierta similitud con el mar costero y con el mar abierto a causa de su posición intermedia, nivelando las temperaturas extremadamente bajas y no representativas que resultarían de los cálculos si se tomase en consideración únicamente las áreas colindantes con la playa.

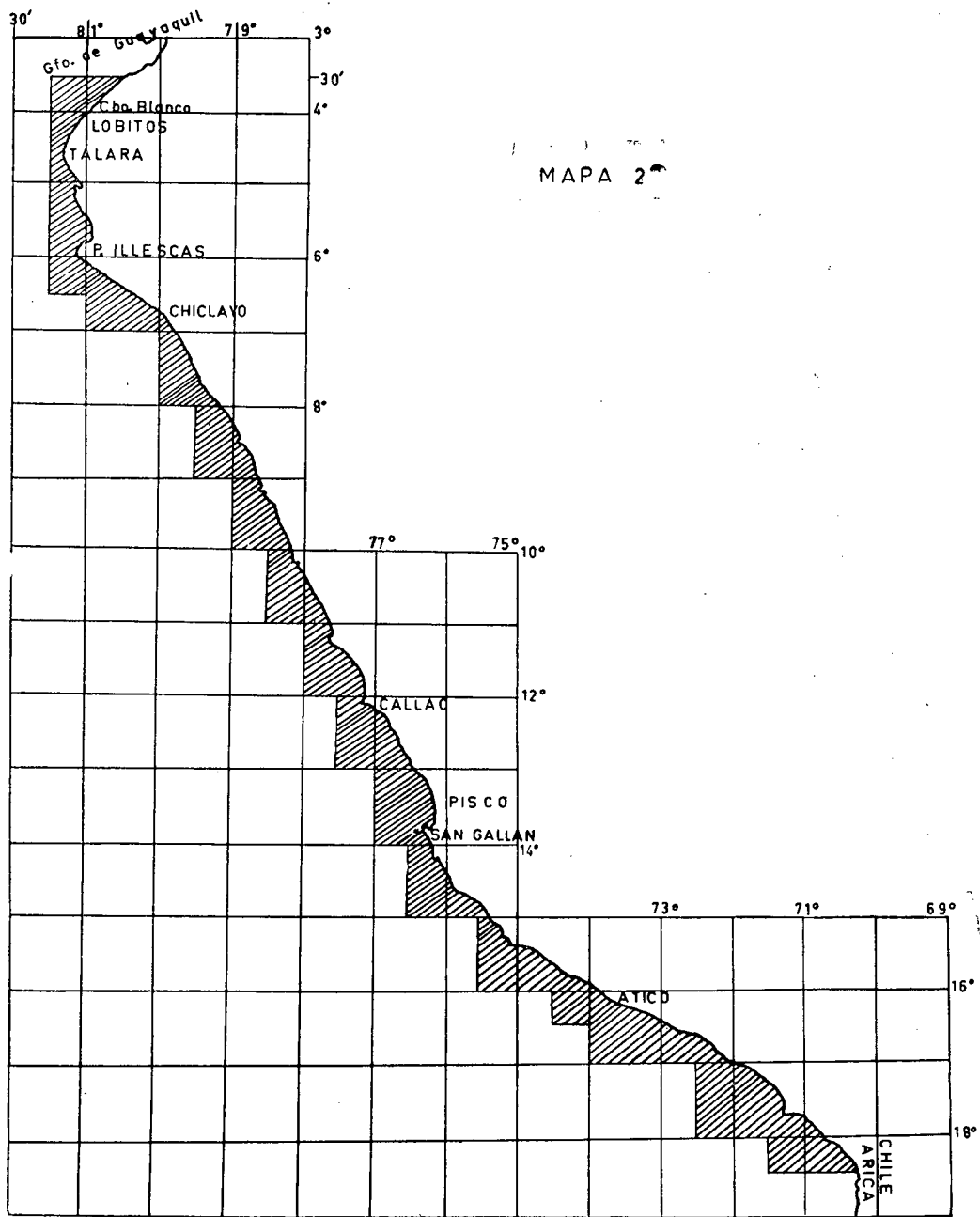
Sobre los resultados de estos cálculos son basados los gráficos isopléticos que reflejan el curso anual de temperaturas o (en la segunda parte del presente estudio) la relación entre los principales vientos anotados a lo largo del litoral en su variación durante el curso del año.

La temperatura media "normal" de la zona marítima comprendida en el gráfico 1, es de  $18.46^{\circ}\text{C} \pm 4.32^{\circ}\text{C}$ . El valor muy alto de la desviación standard insinúa que se han mezclado caracteres diferentes al promediar los datos para todas esas latitudes. Son pues las latitudes 03 y 04 con temperaturas muy elevadas que originan una desviación standard tan alta y el cómputo referente únicamente a las latitudes 06 hasta 18, disminuye no sólo el promedio a  $17.85^{\circ}\text{C}$  sino también la amplitud de la variación a  $\pm 1.41^{\circ}\text{C}$ .

Se reduciría todavía la amplitud de la variación por agrupar algunas latitudes, como por ejemplo 06-13, 14-15 y 16-18 a zonas distintas, pero el movimiento de las temperaturas durante los meses del año interesa más que la temperatura media y por esta razón no se ha descompuesto la región en referencia, en zonas o subzonas.

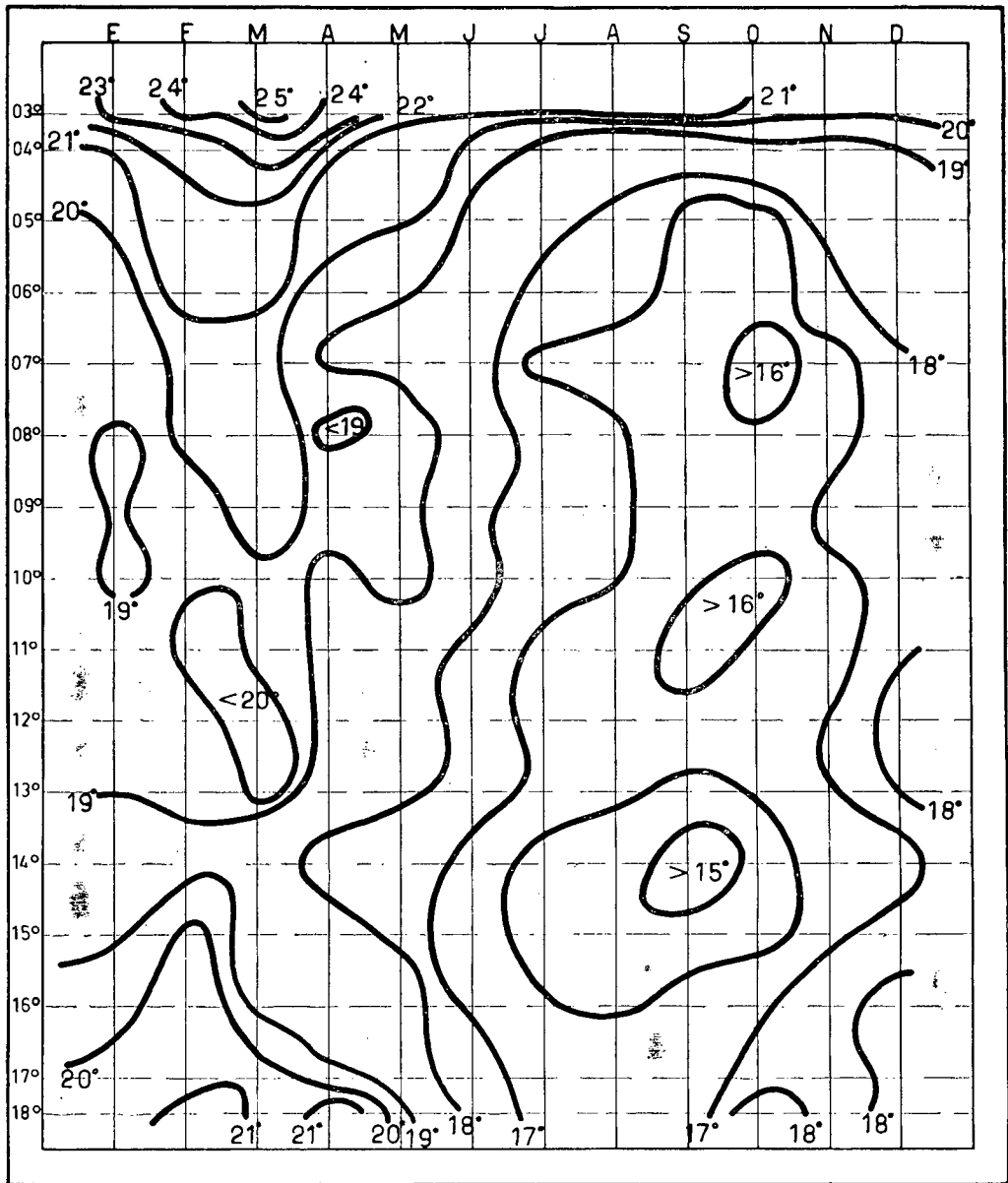
El verano del año normal (gráfico 1) se caracteriza por elevadas temperaturas en todas las latitudes. En el norte (latitudes 03-06 inclusive) altas temperaturas se derivan probablemente del norte o noroeste, mientras que entre los paralelos 16 y 18 sugieren su procedencia de incursiones de aguas calurosas desde el sur o suroeste elevando las temperaturas a un nivel que se iguala al de las latitudes 04-07. El máximo veraniego ocurre en el sur en febrero y en el norte en marzo mientras que las latitudes intermedias exponen también temperaturas más altas que la media, recibiendo mayor radiación solar durante los meses de verano que durante el resto del año.

La isoterma de  $18^{\circ}\text{C}$  es la que podría ser considerada para las latitudes 06-18 como la línea divisoria entre temperaturas estivales e invernales, reinando las primeras hasta junio (latitudes 06-10) o terminando en mayo (la-



MAPA 2

# GRAFICO 1



Temperatura media de mar correspondiente a la serie de años 1939/53.

titudes 11-13), pero desapareciendo en abril en la latitud 14, la más fría de todas.

La reaparición de la isoterma de  $18^{\circ}\text{C}$  a fin del año normal en el gráfico 1 indicaría entonces el principio del verano, que se manifiesta en diciembre en las latitudes 12 y 13. Pero un avance hacia la costa de temperaturas casi estivales se percibe en el sur (latitudes 16-18) más temprano (octubre) igualándose en noviembre en esta zona las temperaturas a las de latitud 06 y superando en diciembre todas las observadas hasta la latitud 04.

Una diferencia interesante cuya disertación, sin embargo no cabe en el presente estudio, está expuesta por el hecho de que en las latitudes 11-18 el mínimo invernal corresponde al mes de setiembre ( $15.82^{\circ}\text{C}$ ) y en las latitudes 06-10 a octubre ( $16.11^{\circ}\text{C}$ ), habiéndose elevado durante este mismo mes las temperaturas entre  $11^{\circ}$  y  $18^{\circ}$  a  $16.52^{\circ}\text{C}$ .

El gráfico 1 destaca, además, las zonas normalmente más frías de nuestro litoral a las que pertenecen las latitudes 07 y 14, esta última en conjunto con la 15 y la parte norte de la latitud 16. En la latitud 07 acusan abril y mayo temperaturas menores que las latitudes 08-10, mientras que en octubre la temperatura se reduce a un valor ( $15.78^{\circ}\text{C}$ ) que se repite sólo en la latitud 16, siendo las temperaturas en las latitudes 14 y 15 en junio, más bajas que las respectivas a la latitud 07.

Deben considerarse las latitudes citadas como las más afectadas por el afloramiento de estratos profundos de mar. En la latitud 07 parece tratarse del efecto de la succión ejercida por el desprendimiento de la Corriente Peruana de la costa con velocidad aumentada. Al norte de la latitud 16 (a partir de Atico), se extiende hasta la Isla San Gallán, la región más fría de todo nuestro litoral que en correlación con la fuerza incrementada de vientos (Cabo Nazca) encuentra su mínimo en la latitud 14 y en el norte de la latitud 15.

En contraste fuerte con el "año normal" se presenta el año 1954 (gráfico 2). Los promedios han bajado a  $16.69^{\circ}\text{C} \pm 2.36^{\circ}\text{C}$  (toda la región comprendida entre Cabo Blanco y la latitud de Arica) y a  $16.45^{\circ}\text{C} \pm 1.41^{\circ}\text{C}$  en la zona marítima situada entre  $06^{\circ}$  y la parte norte de la latitud 18. Si se excluye de este cómputo el mes de diciembre que aporta datos referentes solamente a las latitudes de 06 a 14, el promedio baja a  $16.40^{\circ}\text{C} \pm 0.47^{\circ}\text{C}$  llegando con ésto a una reducción de por  $1.60^{\circ}\text{C}$  en comparación con el año normal.

Un avance de aguas calurosas desde el norte, como lo expone el año normal, se hace perceptible en febrero, pero se reducen ya en marzo fuertemente las temperaturas. En el mes de Julio, sin embargo, se manifiesta una incursión de altas temperaturas procedentes del Golfo de Guayaquil hasta  $06^{\circ}$  aumentando considerablemente los promedios correspondientes sobre los valores calculados para julio y para agosto en las latitudes afectadas. Sea mencionado de paso, sin la intención de dar más énfasis en el presente estudio a este

fenómeno que refleja una situación típica para un avance de lo que se ha descrito como la "legítima" Corriente del Niño. (\*).

La influencia de aguas calurosas procedentes del sur o suroeste en las latitudes 16 y 17, se manifiesta en 1954 como en el año normal, perceptible naturalmente también en la parte norte de la latitud 18 no obstante que aquí los datos no son completos. El empuje de estas aguas hacia el norte debe haber sido fuerte en febrero de modo que produjo en las latitudes 14 y 15 temperaturas mayores que las normales, mientras que en mayo la latitud 17 (en abril junto con la latitud 16) exhibe temperaturas más altas que cualquier otra latitud inclusive la latitud 04.

Las latitudes 08 y 12 delimitan una zona de temperaturas veraniegas mayores de 19° con las más altas en 12° (altura de Lima), latitud cuya temperatura media para todo el año es la más alta registrada entre la altura de Chiclayo y la de Pisco.

Utilizando el mismo raciocinio empleado en la disertación sobre el año normal pueden separarse las temperaturas estivales del mar de las invernales mediante la isoterma correspondiente al promedio del año o sea en cifras redondas la de 16.5°C, indicada en el gráfico 2 por una línea interrumpida. Una situación invernal se hace perceptible, según este criterio, ya en abril en varias latitudes y en casi todas en mayo con excepción de las latitudes 10 y 12. En esta parte de la costa situada al norte de la isla San Gallán, las temperaturas mínimas de invierno se presentan en las latitudes 09 y 10 en el mes de agosto con 13.52°C y 13.40°C respectivamente.

Al sur de la isla San Gallán el desarrollo del invierno varía un poco, pues al haber desaparecido las altas temperaturas de febrero en las latitudes 14 y 15 disminuyen a partir de marzo en forma rápida y constante hasta que llegan en setiembre a 12.84°C y 12.74°C respectivamente, promedios mensuales raras veces registrados. Un descenso parecido se produce también en la parte norte de la latitud 16 (12.81°C) pero disimulado por las temperaturas más elevadas reinantes en la parte sur de esta latitud. Con un mínimo absoluto de 12.74°C es el año 1954 por 2.05°C más frío que el año normal.

El mínimo absoluto de las temperaturas marítimas en 1954 se presenta durante el mes de agosto, pero separando las latitudes 06-10 de las de 11-17 se registra en las primeras el mínimo absoluto en agosto y en las últimas en setiembre.

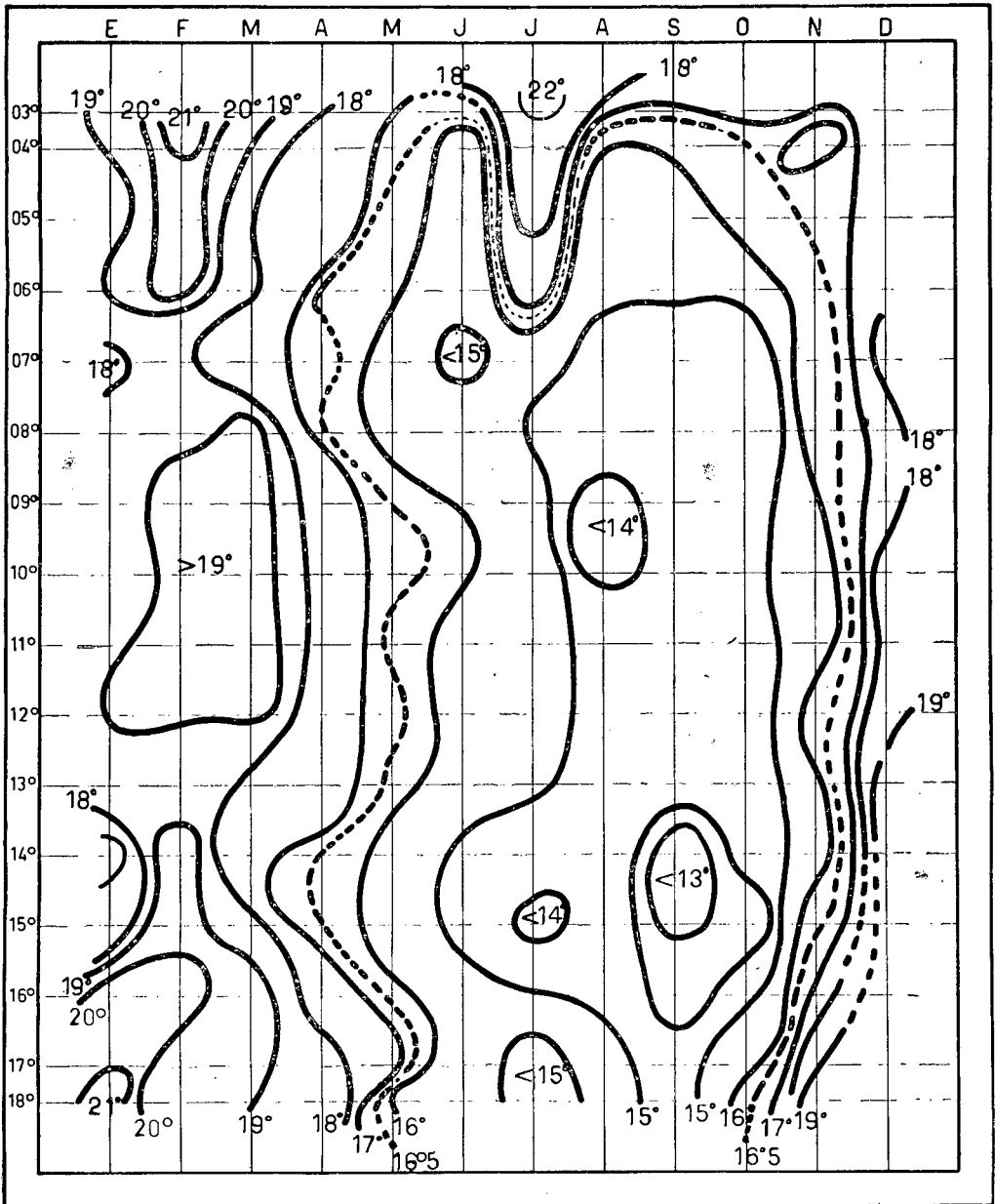
En esta forma en 1954, se adelantan las temperaturas mínimas por un mes a las del año normal e igualmente se registran temperaturas veraniegas un mes más temprano.

La línea divisoria entre temperaturas invernales y estivales corre en las latitudes 06-15 entre noviembre y diciembre, pero en 16° hasta 18° entre octubre y noviembre.

---

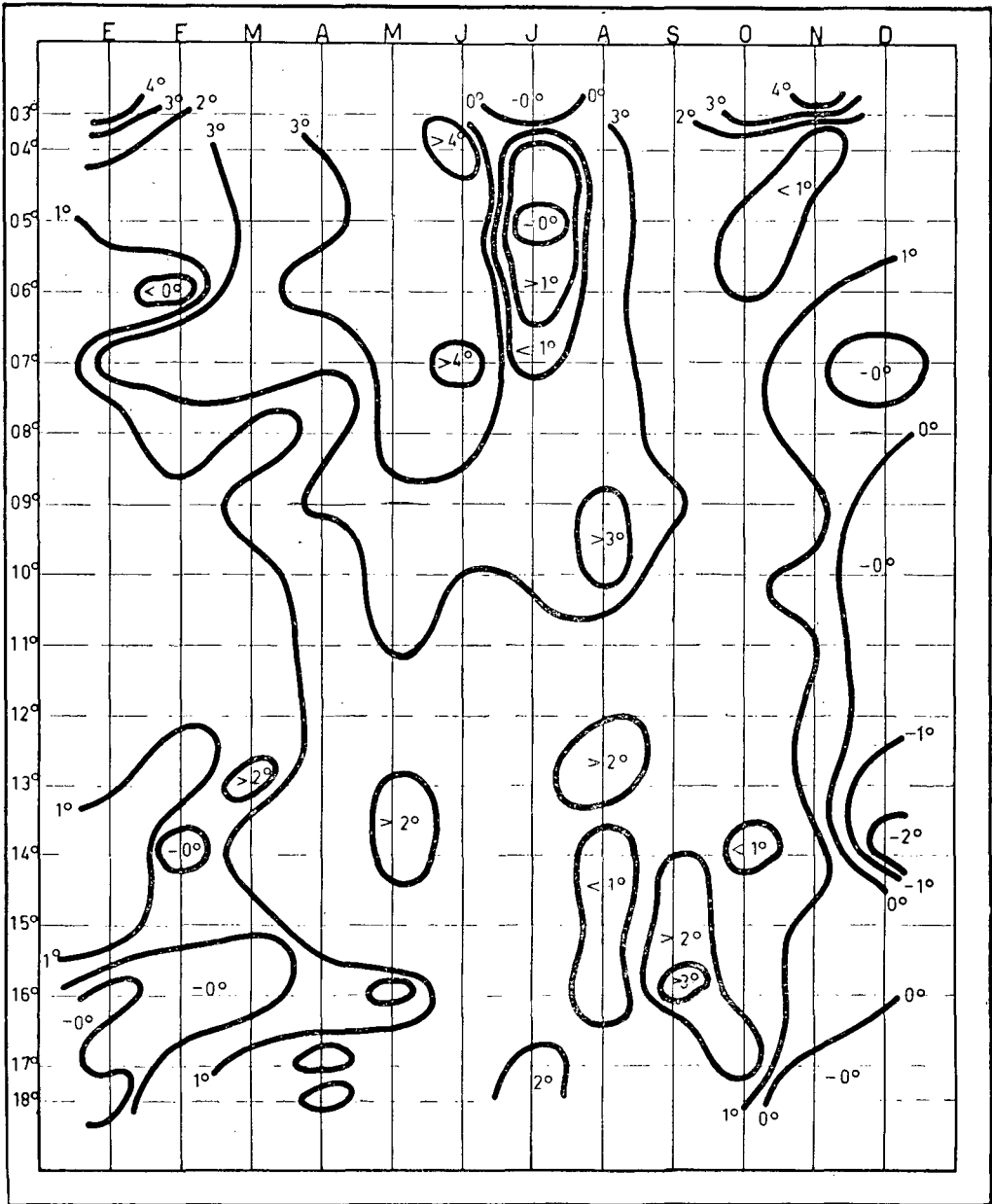
(\*) Schweigger, E. La legítima Corriente del Niño. Bol. Cía. Guano, 1945.

# GRAFICO 2



Temperatura media de mar correspondiente al año 1954.

### GRAFICO 3



Diferencia entre la temperatura de mar correspondiente a la serie de años 1939/53 y la referente al año 1954.

En diciembre acusan las latitudes 13 y 14 temperaturas mayores de 19°C o sea más elevadas que en enero del mismo año. Podría ser que el calor expuesto en 14° fuera originado por una incursión de aguas oceánicas en el sur, al igual que en febrero, mientras que la temperatura elevada sobre 19°C en la latitud 13, podría ser producida por condiciones locales reinantes dentro de la Bahía de Pisco. Los 19.35°C para el mes de diciembre en la latitud 14 sugerirían que las temperaturas entre 15 y 18, latitudes que carecen de datos para 1954, hayan sido más altas todavía.

No obstante que las latitudes situadas al norte de 13° no alcanzan en diciembre temperaturas superiores a las de enero, se verá sin embargo, que todas han superado las referentes al año normal (gráfico 3).

El gráfico 3, igualmente isoplético, expresa en forma muy elocuente la diferencia térmica entre el año normal y el año 1954, la que es para las latitudes 06-18 por término medio  $1.47^{\circ}\text{C} \pm 0.35^{\circ}\text{C}$ . La mayor disminución de la temperatura ha tenido lugar en las latitudes situadas al norte de 12° entre febrero, marzo y agosto acusando diferencias mayores de 2°C casi sin excepción y aumentando en varios casos a más de 4°C. La ausencia de aguas calurosas en la región de Cabo Blanco y de Talara, por lo menos en Enero, se refleja por la diferencia de 4.22°C señalada para la latitud 04, mientras que la invasión de aguas del Golfo de Guayaquil hacia el sur durante el mes de Julio de 1954, reduce la diferencia tan fuertemente que la latitud 05 expone en este mes una diferencia negativa. Aunque las temperaturas disminuyeron fuertemente en la latitud 07 (promedio referente a los meses de enero hasta octubre 2.31°C) se igualan en noviembre y exceden en diciembre (por 0.51°C) a las normales. Desde el norte hacia el sur las diferencias llegan a un primer mínimo en la latitud 12 (1.26°C) y continúan reduciéndose hacia el sur después de un aumento transitorio en la latitud 13 exponiendo un mínimo absoluto en 16° el que aumentó un poco en 17°.

El incremento del calor del mar al fin del año 1954, se sugiere por diferencias negativas en el mes de diciembre durante el cual en las latitudes representadas (con excepción de 06 y 08) se han elevado las temperaturas a un nivel anormalmente alto.

Todo lo expuesto en líneas anteriores es nada más que la comprobación de hechos, pero no ofrece de manera alguna una explicación del fenómeno de la frialdad del año 1954. En busca de factores que podrían haber originado esta anomalía, se pensó en los vientos y se aplicó el mismo método de comparación y computación a los vientos SE y S, los más frecuentes en nuestro litoral, promediando para cada latitud el porcentaje correspondiente a la participación de cada uno de los vientos entre todos los que fueron observados. Con la finalidad de representar gráficamente las diferencias respectivas entre el año normal y el de 1954, se calculó una relación entre los vientos mediante la división del porcentaje correspondiente al SE por el referente al S, obteniéndose así un cociente cuyo valor 1.0 indica igualdad de frecuencias; si el cociente

es mayor que 1.0 prevalece el SE y si es menor el S. Los casos en que se observó sólo uno de los dos vientos son destacados por las letras que se asignan a la dirección de uno u otro de ellos.

Los resultados de estos cálculos son representados por los gráficos 4 y 5 en los que la prevalecencia del S sobre el SE es marcada por un rayado vertical para facilitar la orientación. Se comprueba (gráfico 4) que en el año normal a lo largo de todo el litoral, el SE tiene absoluta supremacía sobre el S y tan sólo en 3 casos señalados entre las latitudes 06 y 18 la relación entre ambos vientos es menor que 1.0 inclinándose a favor del S, casos, sin embargo, que no tienen importancia alguna en vista de la abrumadora frecuencia prevaleciente del SE. En la latitud 07 se observa la tendencia a aumentar el número del SE por más de dos veces sobre el del S y más resaltante es esta tendencia en la segunda parte del año y en las latitudes 14 y 18 sobre la que se tratará más adelante en detalle. Una relación inversa, es decir a favor del S se expone al norte de la península de Illescas (latitudes 03-05) especialmente en verano.

Un aspecto distinto tiene el gráfico 5 referente al año 1954, durante el cual el S incrementó el porcentaje con que participa en la totalidad de los vientos (compárese también los gráficos 9 y 10) con la simultánea reducción del porcentaje correspondiente al SE. En conjunto representan ambos vientos una participación ligeramente aumentada en la totalidad de los vientos registrados, según lo exponen los cuadros 1 y 2. Pero lo que no pueden enseñar las cifras de los cuadros, es la tendencia de cada uno de ambos vientos a manifestarse en múltiples ocasiones con exclusión del otro. Por esta razón se encuentran en el gráfico 5, por ejemplo en marzo, en las latitudes 14-18 relaciones muy altas a favor del SE, observándose lo inverso en las latitudes que acusan una prevalecencia del S.

La situación reinante durante el año 1954 reflejada en el gráfico 5, insinúa una alteración del régimen normal de vientos expresada por la manifestación casi exclusiva del viento S en las latitudes 03-07 durante la mayor parte del año, situación que perdura en la latitud 07 hasta setiembre y hasta noviembre la latitud 04.

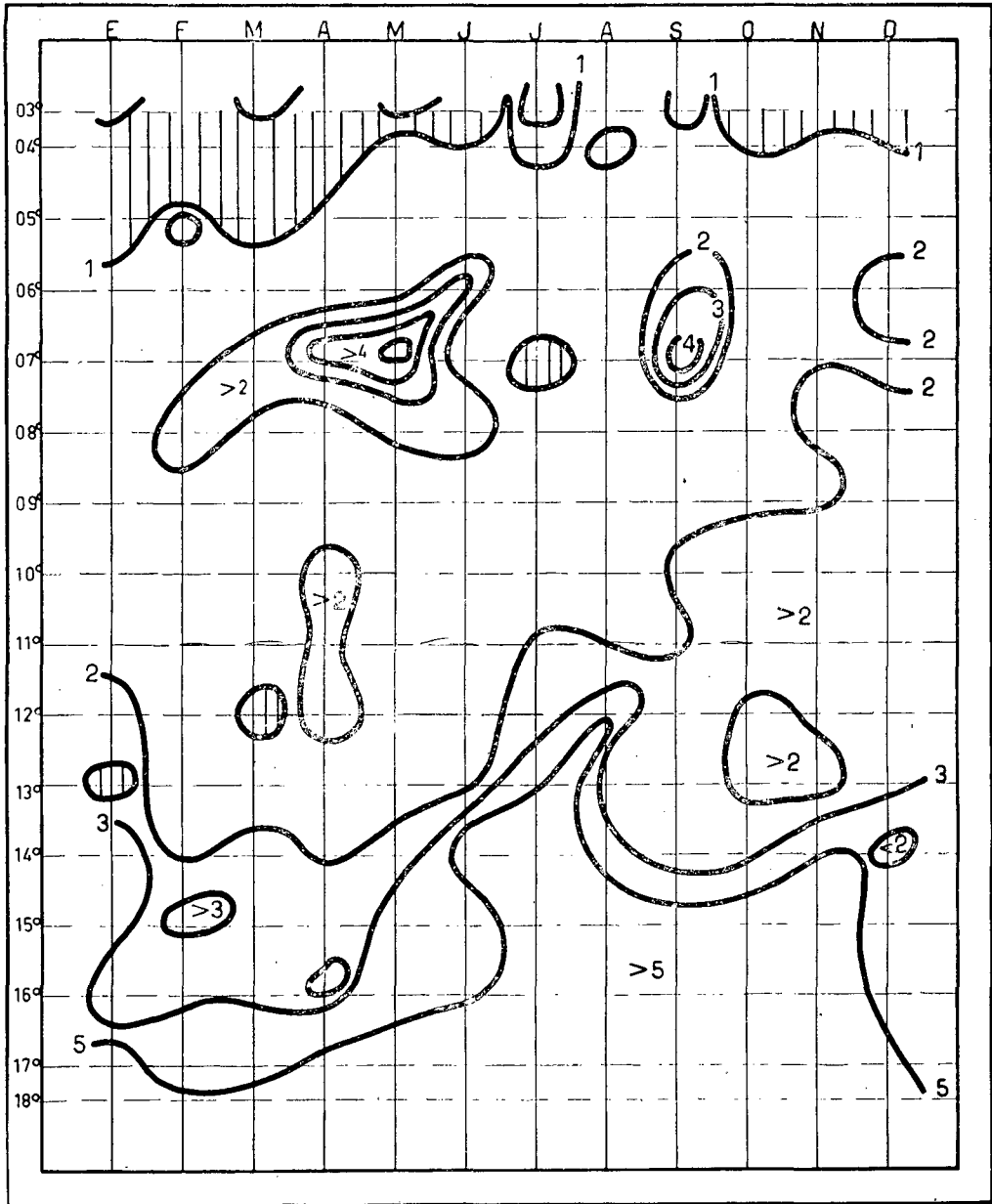
Una breve disertación contenida en el "Mapa Mensual del Litoral Peruano" correspondiente al mes de octubre (primera serie, 1952) expone que un aumento del viento S en las latitudes 06-13 parece tener el efecto de reducir la temperatura de mar. A un concepto igual (para las latitudes 06-11) se ha llegado en el Atlas de la Corriente Costanera Peruana (\*).

Podría ser que el ángulo formado entre el viento S y el contorno de la costa, originaría en el litoral situado al norte de la isla San Gallán la disminución de la temperatura marina favoreciendo un afloramiento más fuerte. Pero el mismo raciocinio no puede aplicarse a la ribera al sur de la isla

---

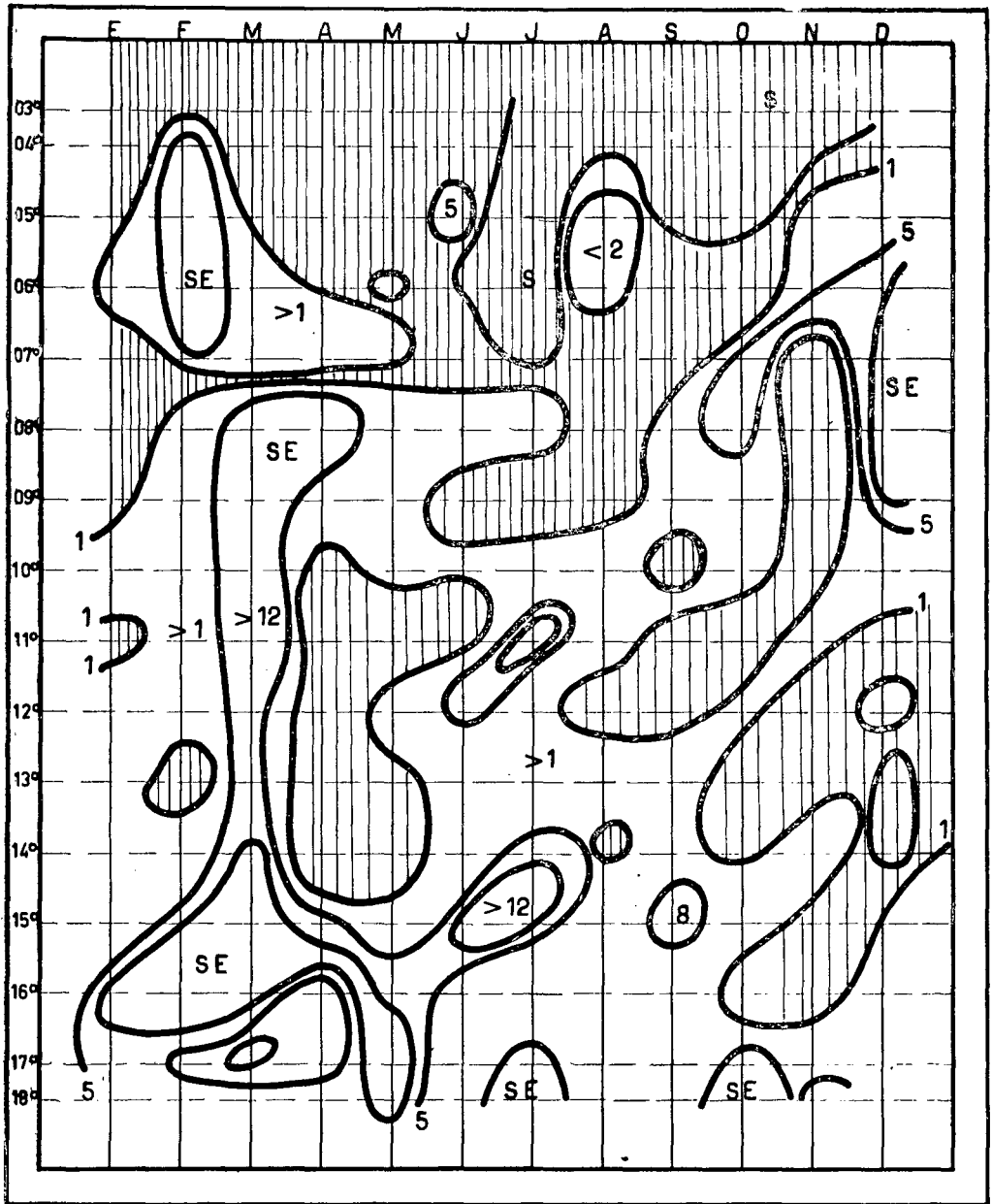
(\*) Atlas de la Corriente Costanera Peruana, 1951, págs. 63 sigs. y mapas 26 y 28.

# GRAFICO 4



Relación entre los vientos SE y S promediados para la serie de años 1939/53.

# GRAFICO 5



Relación entre los vientos SE y S promediados para el año 1954.

San Gallán por su configuración distinta, de modo que en esas latitudes el viento S actuaría en forma parecida a la de un viento SSW o SW en las latitudes 06-13, es decir que empujaría las aguas desde alta mar contra la costa donde las estancaría e impediría un afloramiento.

Esas dos regiones de la costa delimitadas por el paralelo 14° a saber: las latitudes 06-13 y 14-18, difieren no sólo por la dirección del contorno de su ribera sino también por el régimen de vientos, razón por la cual las dos zonas figuran separadamente en los cuadros 1 y 2 y en los gráficos 09 y 10.

**PORCENTAJE DE LOS VIENTOS SE Y S EN EL REGIMEN TOTAL DE VIENTOS (1939-53 y 1954)**

Cuadro 1, según latitudes			Cuadro 2, según meses			
Lats.	SE-S	SE-S	SE-S	SE-S	SE-S	SE-S
	1939-53	1954	Lats.	06-13	Lats.	14-17
			1939-53	1954	1939-53	1954
06	46-25	23-44	E 34-23	59-15	43-13	33-6
07	46-24	33-23	F 38-22	38-22	44-17	35-5
08	44-22	38-21	M 39-25	30-11	42-19	74-9
09	40-27	33-28				
10	41-25	39-19	A 42-23	37-14	46-18	44-26
11	40-24	29-27	M 45-23	35-30	48-12	59-21
12	39-18	27-22	J 45-23	22-34	41-19	50-13
13	37-20	38-31				
06-13	42-23	32-27	J 39-22	25-30	48-8	55-8
			A 44-27	34-32	48-8	37-38
			S 44-19	24-25	45-13	68-19
14	51-16	45-24				
15	55-12	56-16	O 44-34	44-34	49-8	26-29
16	40-12	51-17	N 18-43	18-43	56-5	38-29
17	42-8	36-14	D 40-3	40-3	44-15	.....
14-17	43-11	49-18				
06-17	43-19	32-27	42-23	39-28	45-12	49-18

Las latitudes 14 y 17 exponen en su parte norte, (latitudes 14 y 15, o en 1954: 15 y 16) una relación muy alta entre los dos vientos a favor del SE cuya frecuencia se incrementó en 1954 más que la del viento S. Una revisión de los gráficos 1-3 señala para las latitudes 14 y 15 y en parte igualmente para la latitud 16 las más bajas temperaturas de todo el litoral, hecho que lleva al concepto de que en estas latitudes el efecto del viento S mani-

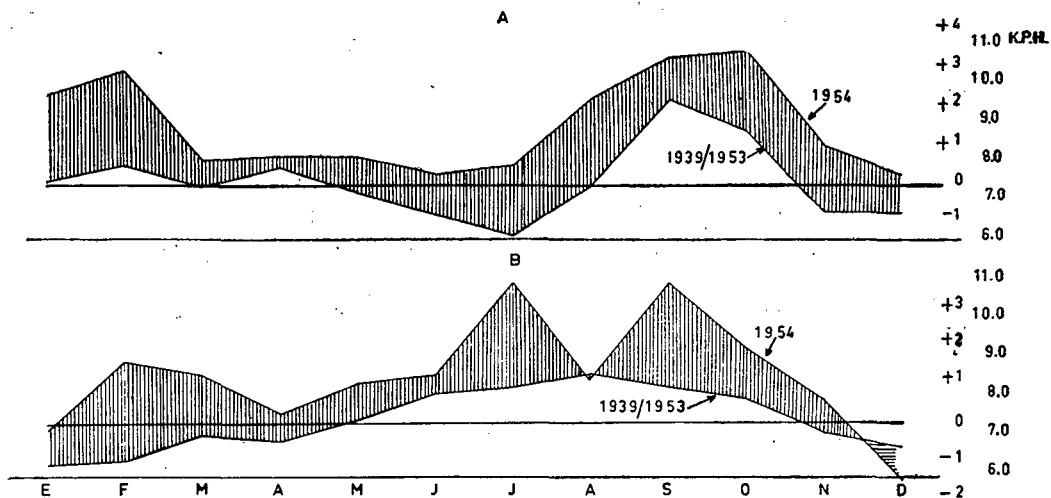
festado entre 06° y 13° está sustituido entre 14° y 16° por el viento SE, aunque el ángulo formado entre su dirección y la línea principal de la costa es un poco mayor que en el caso del S entre 07 y 14.

Por otra parte existe la posibilidad que la fuerza de viento, o sea su velocidad, podría influir sobre la temperatura superficial de mar. Así, en efecto, demuestra el viento S en las latitudes 06-13 mayor fuerza que el SE (Atlas de la Corriente Costanera del Perú), exponiendo simultaneamente el S las temperaturas más bajas.

Conforme con esta idea fué realizado un cómputo de las velocidades de todos los vientos registrados en el litoral correspondiente al año normal y al año 1954 cuyos resultados han servido de base para los gráficos 6 y 7 que representan en forma isoplética la variación de la velocidad de los vientos durante el lapso de un año en las diferentes latitudes.

Mientras que en el año normal la fuerza media para toda la zona en referencia es de 7.5 Km/h., ésta aumentó en 1954 a 8.6 Km/h., lo que se percibe en forma convincente mediante la comparación del gráfico 6 con el gráfico 7. Para demostrar las diferencias se confeccionaron las curvas 8a y 8b que exhiben el aumento de las velocidades de los vientos en 1954 sobre las calculadas para el año normal, basándose la curva 8a. (comparación de latitudes) sólo sobre 11 meses por faltar datos referentes al mes de diciembre para las latitudes 15-17. Los vientos más débiles soplaron en las latitudes 10-12, mientras que los más fuertes caracterizan las latitudes 06 y 07 como también 14 y 15.

### GRAFICO 8

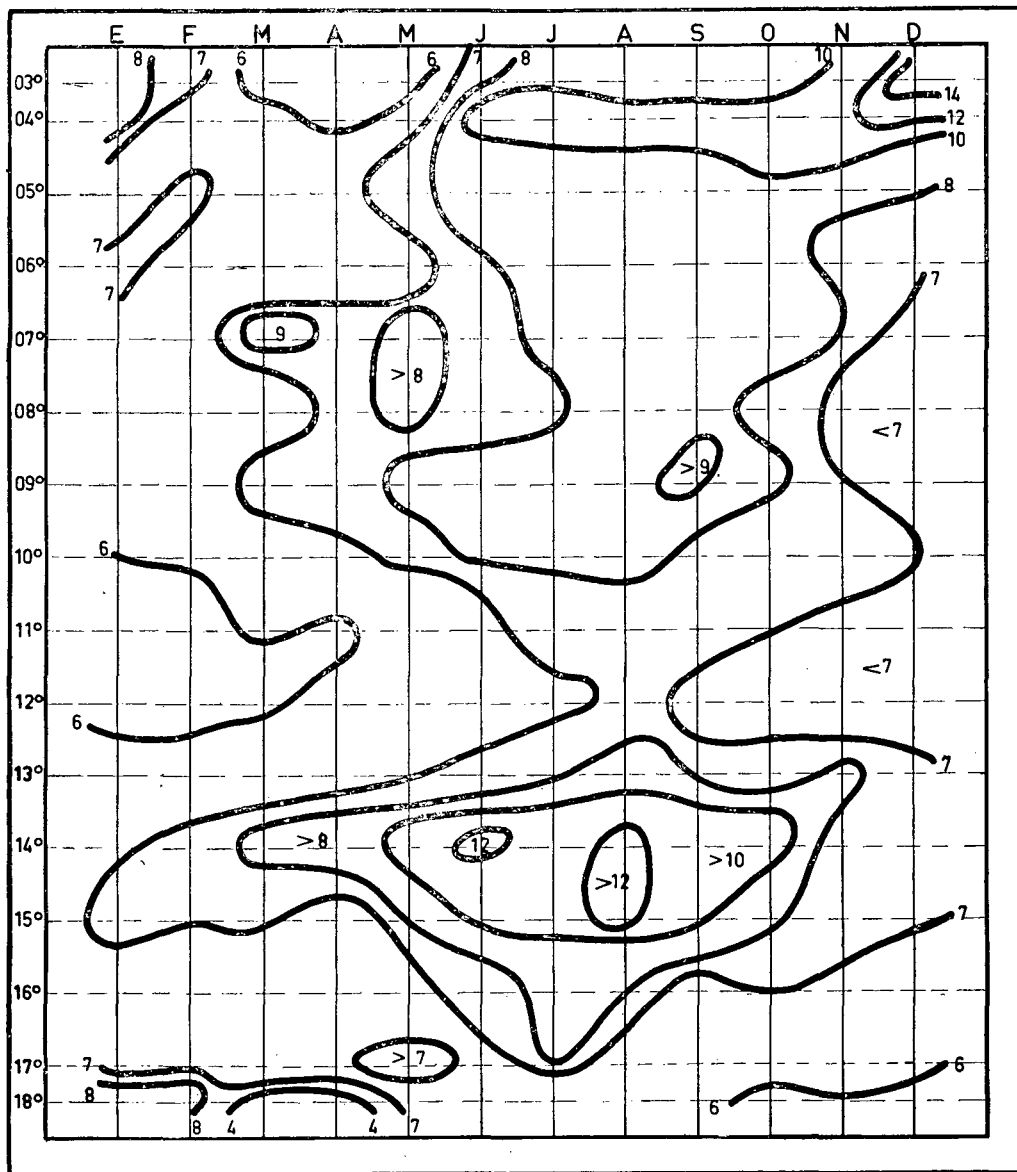


Comparación de la velocidad media de todos los vientos (Km/h.) (1939/53 y 1954).

8a. Comparación de latitudes.

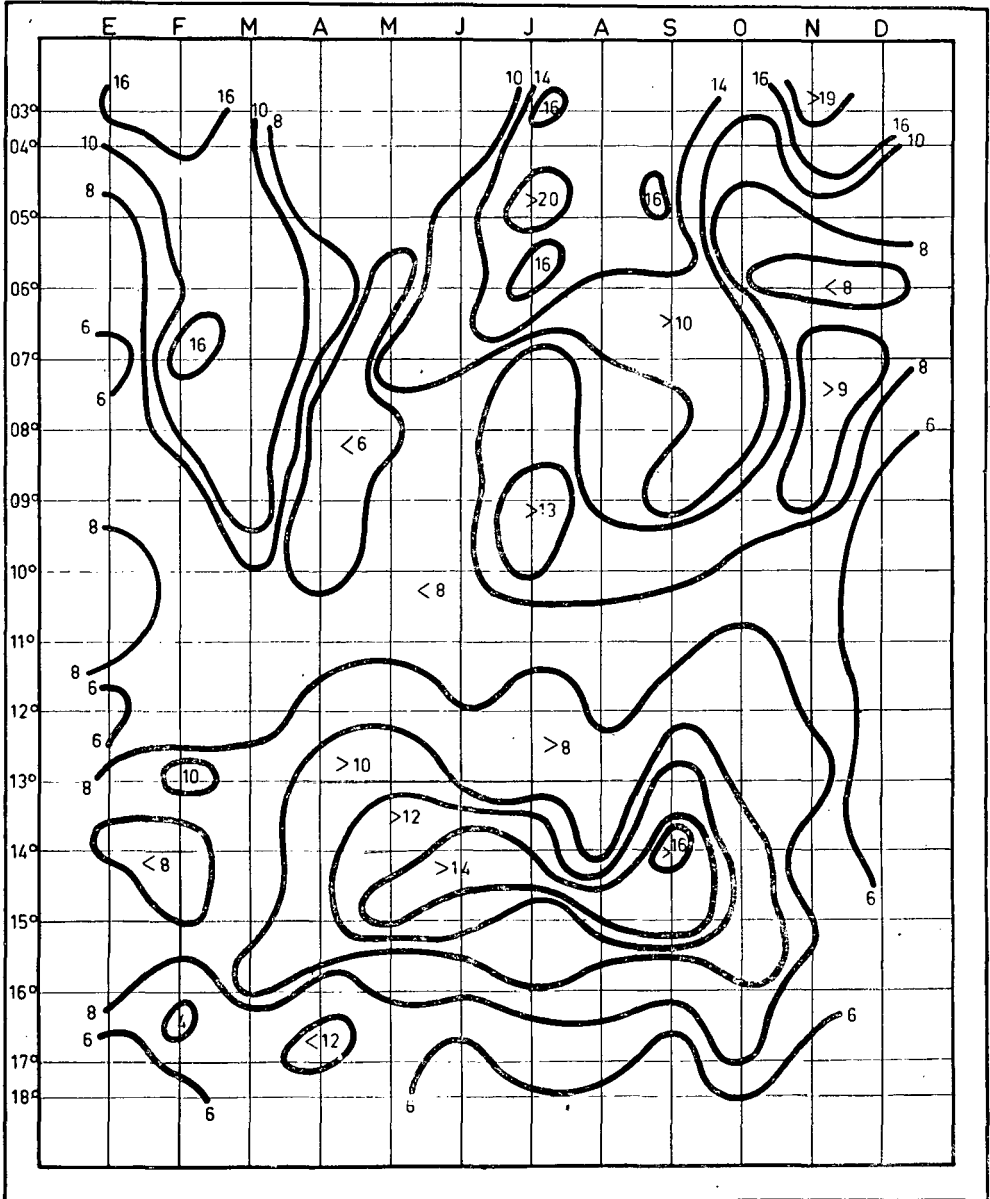
8b. Comparación de meses.

# GRAFICO 6



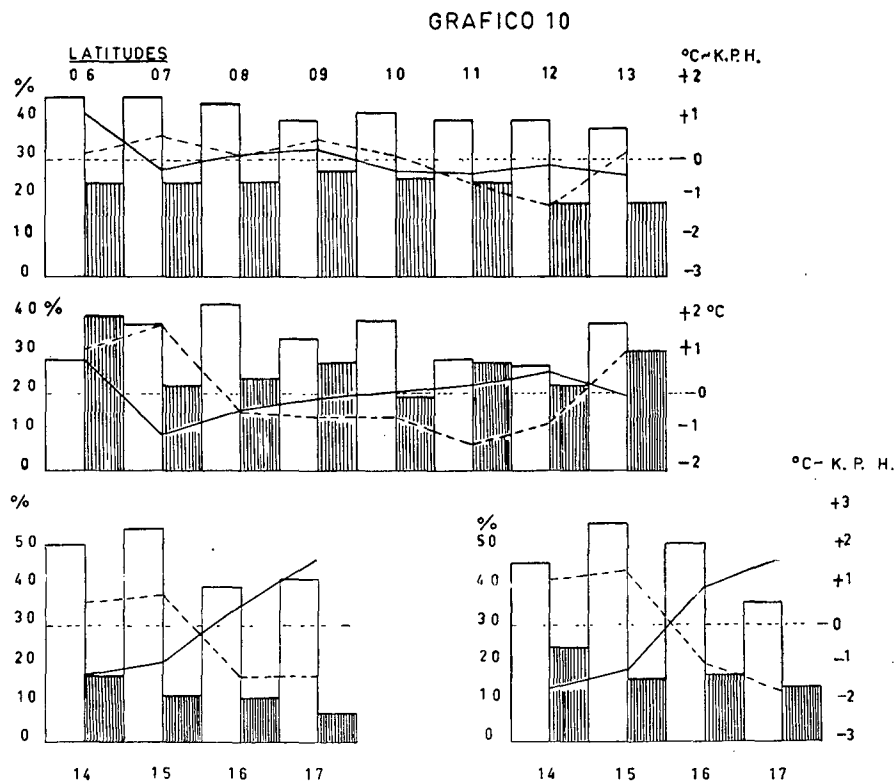
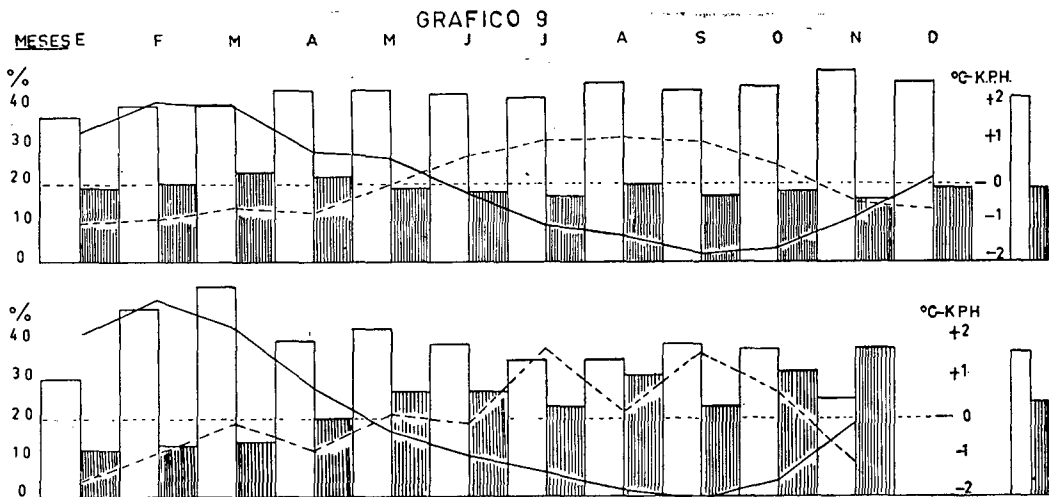
Velocidad de todos los vientos (Km/h.) promediada para la serie de años 1939/53.

# GRAFICO 7



CULEBRA

Velocidad de todos los vientos (Km/h.) promediada para el año 1954.



**GRAFICO 9.—**

Los vientos SE y S en porcentaje de la totalidad de los vientos observados, 1939/53 (arriba) y 1954 (abajo) en correlación con la simultánea temperatura de mar y fuerza de todos los vientos (Km/h.) según meses.

Temperatura de mar: —————  
 Velocidad de los vientos: - - - - -  
 Columna en blanco: Viento SE.  
 Columna con rayado vertical: Viento S.

**GRAFICO 10.—**

Los vientos SE y S en porcentaje de la totalidad de los vientos observados, 1939/53 (arriba) y 1954 (abajo) en correlación con la simultánea temperatura de mar y fuerza de todos los vientos (Km/h.) según latitudes. Signos iguales a los del cuadro 9. Las latitudes están separadas en los grupos

1ra. línea 1939/53.  
 2da. línea 1954.  
 3ra. línea 1939/53 (lado izquierdo) 1954 (lado derecho).

El gráfico 8b limita la comparación de los meses de los años a las latitudes 06-14 para las cuales existen indicaciones para todos los meses, y en que se revela el hecho sorprendente de que justamente durante el mes en que los vientos normalmente llegan a su mayor fuerza (agosto) se produjo en 1954 una reducción en tal grado que en este mes la velocidad de los vientos en 1954 ha sido menor que en el año normal.

Una mejor ilustración de la probabilidad que la dirección y fuerza de los vientos podría tener efectos sobre la temperatura de mar proporcionan los gráficos 9 y 10 que indican en cifras absolutas el porcentaje con que los vientos SE y S participaron en la totalidad de los vientos como también la velocidad del conjunto de todos los vientos observados y, la temperatura superficial de mar. Para realzar la diferencia entre las dos partes del litoral delimitadas por el paralelo 14, éstas fueron separadas en el gráfico 10 poniéndose así de relieve también la diferencia entre las latitudes 14 y 15 por un lado 16 y 17 por otro.

Una relación directa entre la velocidad de los vientos y el aumento o disminución de la participación del viento S en el régimen total de los vientos, no se expresa tan claramente como sería deseable aunque, en grandes rasgos y tomando en cuenta qué condiciones locales podrían originar en una latitud vientos más fuertes que en otra, se observa que entre las latitudes 06 y 13 la curva referente a la velocidad de los vientos oscila aproximadamente con aumento o disminución del porcentaje calculado para el viento S. En la parte sur de la costa parece depender la fuerza de los vientos directamente del porcentaje anotado para el SE. Se comprueba que el incremento grande de la relación entre los vientos SE y S a favor del SE, va paralelo con la elevación marcada de la velocidad de los vientos en las latitudes situadas al sur de la Isla San Gallán.

Por otra parte, sin embargo, enseñan los gráficos 9 y 10 una relación inversa entre temperatura y velocidad de los vientos, es decir se eleva la temperatura cuando amaina el viento y viceversa.

De este modo se llegaría a la conclusión de que la fuerza mayor de los vientos y un cambio de la relación entre SE y S manifestado en 1954, se relaciona en alguna forma con el descenso de las temperaturas de mar.

Este resultado de la investigación por su parte origina la pregunta ¿Cuál sería la causa de no sólo el incremento de la velocidad sino también de la alteración del régimen total de los vientos? La reflexión sobre este problema dirige la mente a un hecho que no debe ser pasado por alto, siendo éste la semejanza asombrosa entre los años 1954 y 1942. El cuadro 3 conteniendo los promedios trimestrales de la temperatura de mar en ambos años, hace resaltar el parecido que se expone en los trimestres invernales (julio a setiembre) y, aunque en menor grado en los otoños y las primaveras. En efecto, estos dos años han sido los más fríos durante el invierno de todos los transcurridos entre 1939 y 1954. También bajaron fuertemente las tempe-

peraturas invernales del año 1950 quedando  $0.2^{\circ}\text{C}$  aproximadamente más elevadas que en 1942 y 1954.

Pero a nadie puede escapar la gran diferencia entre el verano de 1954 y el de 1942 casi por  $2^{\circ}$  más caluroso. Esta se explica por haber iniciado aguas con temperaturas altas un avance hacia la costa en los últimos meses de 1941, continuando éste durante el primer mes de 1942. A fines de dicho mes se paralizó este movimiento de manera que enero y sólo en algunas latitudes febrero, expusieron las más altas temperaturas de todo el año. En esto reside la causa de que temperaturas bastante altas se registraron en el verano de 1942 y no en 1954 por no haber ocurrido un hecho parecido en el litoral a fines de 1953.

Meditando sobre los fenómenos expuestos en estos dos años, la mente se dirige sobre la relación de cada uno de ellos con el año antecedente y se viene percibiendo que ambos siguieron a otro en que la Contracorriente Ecuatorial se desplazó con fuerza hacia el sur avanzando en dirección a nuestro litoral (\*). Pero mientras que en 1941 sus influencias se hicieron perceptibles dentro de la zona que es objeto del presente estudio, en 1953 se mantuvo la fuerza de la Corriente Costanera Peruana, de modo que logró empujar la Contracorriente Ecuatorial hacia el oeste sin que hubiese podido afectar el litoral y sin incrementar la temperatura. Esta diferencia explica satisfactoriamente el hecho de que el verano de 1942 guardó todavía un fuerte calor en contraste con los sucesos en 1953-54; y así es que el año 1942 en total expone un nivel de temperaturas un poco elevado sobre el del año 1954.

Los movimientos de la Contracorriente Ecuatorial, sin embargo, no son caprichosos sino que obedecen seguramente a cambios del régimen hidrográfico y meteorológico en vastas partes del océano, como lo insinúa también SCHOTT (\*\*). Parece entonces que no sólo el avance de la Contracorriente Ecuatorial hacia el sur es un fenómeno de gran alcance en el Pacífico sino también la reacción contra éste o sea el aumento de la fuerza de la Corriente Peruana. Vistos de este ángulo los años 1942 y 1954 se caracterizan por balancear el desequilibrio originado por el desplazamiento anormal de la Contracorriente Ecuatorial hacia el sur. Este vaivén extendido sobre una larga serie de años debe expresarse también en los fenómenos meteorológicos y con éstos se extendería el campo de investigaciones sobre un complejo de factores cuya acción conjunta produce en correlación con los elementos meteorológicos el avance de la Contracorriente (transgresión) y la reacción (regresión) reflejándose ellas en el mar por aumento y reducción de la temperatura superficial y por la menor o mayor fuerza de la Corriente Peruana en su totalidad.

Y así debe considerarse también la alteración del régimen de vientos in-

---

(\*) Schweigger, E. Situación veraniega en el litoral peruano en 1953, Bol. Cientif. Vol. I, 1953.

(\*\*) Schott, G., La Corriente Peruana etc. Bol. Cía. Adm. del Guano, 1933.

Cuadro 3

## TEMPERATURAS TRIMESTRALES DE MAR EN 1942 Y EN 1954

1942													AÑO
Lats.	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	
Trim.													
E-M	21.71	20.91	21.16	21.16	20.89	20.60	20.65	20.57	20.03	20.19	20.81	(21.97)	20.88
A-J	18.21	17.63	17.01	16.87	17.18	17.04	16.34	16.49	15.28	15.49	16.50	17.50	16.80
J-S	15.32	14.80	14.74	15.47	15.32	14.73	14.85	14.65	13.53	13.80	13.82	14.48	14.62
O-D	16.82	15.40	16.00	16.19	16.12	15.93	15.71	16.50	14.97	16.26	16.61	(17.82)	16.19
	18.01	17.19	17.27	17.44	17.38	17.08	16.89	16.73	15.58	16.08	16.58	(17.50)	16.98
1954													AÑO
Lats.	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	
Trim.													
E-M	19.67	17.68	18.79	18.90	18.91	18.93	19.31	18.32	17.79	18.28	20.41	19.68	18.96
A-J	15.90	15.49	15.99	16.28	16.74	16.46	16.78	16.45	15.32	14.66	16.36	17.21	16.14
J-S	16.04	14.79	14.68	14.43	14.59	14.94	14.70	14.75	13.88	13.72	14.11	14.87	14.63
O-D	16.61	16.23	15.87	16.36	16.25	16.33	16.55	16.60	16.28	15.07	16.32	16.91	16.28
	17.06	16.05	16.33	16.50	16.62	16.67	16.83	16.53	15.83	15.74	16.85	17.19	16.52

dicada para el año 1954 como una parte de ese gran fenómeno, desconocido en su amplitud y mecanismo pero del que dependen las circulaciones oceánicas y sus repercusiones sobre nuestro litoral. Mirando las cosas en esta forma se explicaría el año anormal de 1954, como un fenómeno al margen de procesos que se desarrollaron en el vasto espacio de la cuenca Pacífica.

Todo lo expuesto en el presente estudio lleva a las siguientes conclusiones:

### CONCLUSIONES:

- 1°.—El año 1954 acusa una reducción de la temperatura superficial del mar por 1.5°C en comparación con la temperatura media calculada para 15 años consecutivos.
- 2°.—Simultáneamente se alteró el régimen de vientos que se expresa por la participación en mayor grado del viento S en la totalidad de los vientos observados. Al norte de la Isla San Gallán se reduce la frecuencia relativa del SE aumentando al sur de ella. Es posible que al norte del paralelo 14° el viento S y al sur de éste el SE origina el enfriamiento de la superficie del mar causando un afloramiento más fuerte.
- 3°.—La fuerza de todos los vientos se incrementa en 1954 sobre la observada durante el lapso de 15 años. Se considera posible que la fuerza aumentada de los vientos haya disminuído las temperaturas de mar dentro de una franja ancha delante de la costa y producido un afloramiento de estratos más profundos del mar que en el año normal.
- 4°.—Existe una bien marcada semejanza entre el año 1954 y el año 1942, siguiendo ambos a un año con un fuerte desplazamiento de la Contracorriente Ecuatorial hacia el sur. Quizás sería posible creer que reaccionando contra este avance se produjese una fuerza mayor de la Corriente Peruana, especialmente en su parte costera, causando así también mediante la intensificación del afloramiento temperaturas más bajas que normales en el litoral peruano.

# Situación climática del año de 1954

Por el:

DR. JORGE VALDIVIA P.  
Jefe de la Sección de Meteorología.

Si damos una mirada retrospectiva al año de 1954 para analizar la situación climática que tanto preocupó al público y a la prensa del país, por sus temperaturas extremadamente bajas sobretodo en la estación invernal; observamos un cuadro complejo de norte a sur de la república a lo largo de cuya costa se han tomado los datos meteorológicos correspondientes a los Observatorios instalados por la Compañía Administradora del Guano, y a los de Puerto Chicama, por gentil cooperación de la Casa Gildemeister & Cía., los que nos han servido de base para la realización de este estudio. La ubicación y coordenadas geográficas que enumeramos a continuación corresponden a los Observatorios estudiados:

Ubicación	Lat. Sur	Long. W. G.	Altitud
Puerto Chicama . . . . .	7° 41'	79° 26'	4 m.
Chimbote . . . . .	9° 05'	78° 35'	4 „
Punta Culebras . . . . .	9° 57'	78° 14'	15 „
Isla Don Martín . . . . .	11° 02'	77° 39'	4 „
La Puntilla . . . . .	13° 50'	76° 15'	4 „
Punta San Juan . . . . .	15° 20'	75° 09'	30 „
Punta Atico . . . . .	16° 14'	73° 42'	25 „
Punta Islay . . . . .	17° 01'	72° 07'	35 „
Punta Coles . . . . .	17° 41'	71° 23'	5 „

Con el fin de facilitar el análisis, hemos dividido la faja costera en 3 partes:

- a) Zona Norte (Puerto Chicama a Punta Culebras)
- b) Zona Centro (Isla Don Martín a los 13°S.)
- c) Zona Sur (La Puntilla a Punta Coles)

De nuestros cuadros isopléticos tanto para la temperatura de aire y de mar como para la presión atmosférica, y de los cuadros de vientos, diferencia

térmica (aire - mar) y humedad relativa, resaltamos las siguientes consideraciones:

a) **Zona Norte.**— Esta zona se caracteriza por dos aumentos de temperatura de aire de dirección NW-SE, el primero que corresponde al verano presenta su máxima (24.1°) en Febrero en Puerto Chicama, y a mediados de Marzo en Chimbote (23.4°) y en Punta Culebras (22.3°); y el segundo correspondiente al comienzo de la primavera presenta la máxima (21.8°) durante el mes de Setiembre; sin embargo, este segundo incremento de temperatura no fué tan intenso como para llegar hasta Chimbote y Punta Culebras donde las temperaturas se mantuvieron bajas (16.6°).

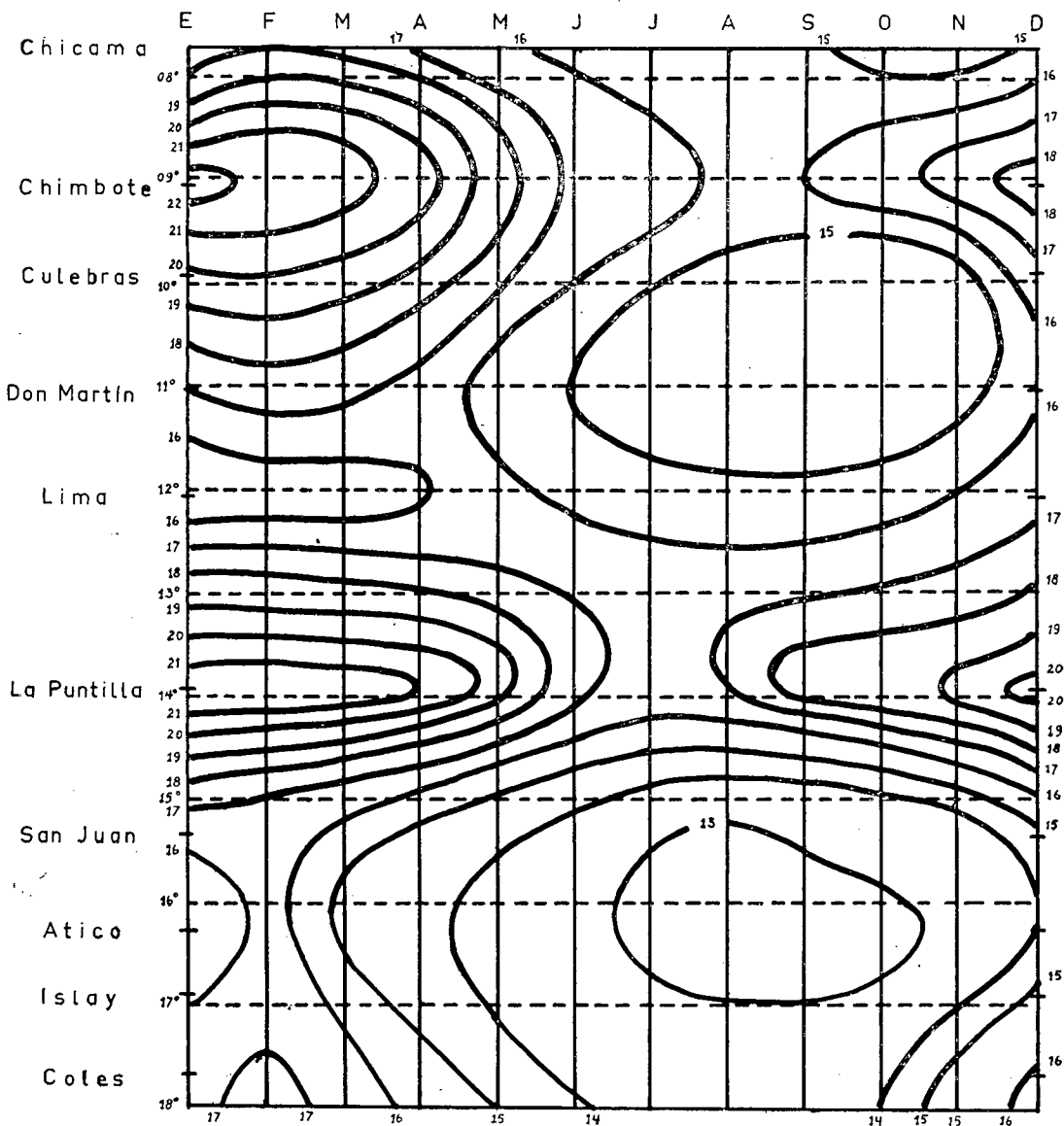
Las temperaturas invernales permanecieron casi constantes para Chimbote y Punta Culebras, excediendo solamente en éste último en algunos décimos que en aquél, en el mes de Agosto. Puerto Chicama tuvo pues condiciones algo diferentes para las temperaturas bajas y es así que una primera manifestación invernal se hace presente en Junio (18.7°) y otra mucho más baja en el mes de Noviembre (17.7°).

Las variaciones barométricas presentan una baja presión en los meses de Enero y Febrero y un aumento durante el invierno y parte de la primavera con mayor preponderancia en Chimbote y Punta Culebras que sobrepasan los 1015.0 y 1016.0 mb. respectivamente.

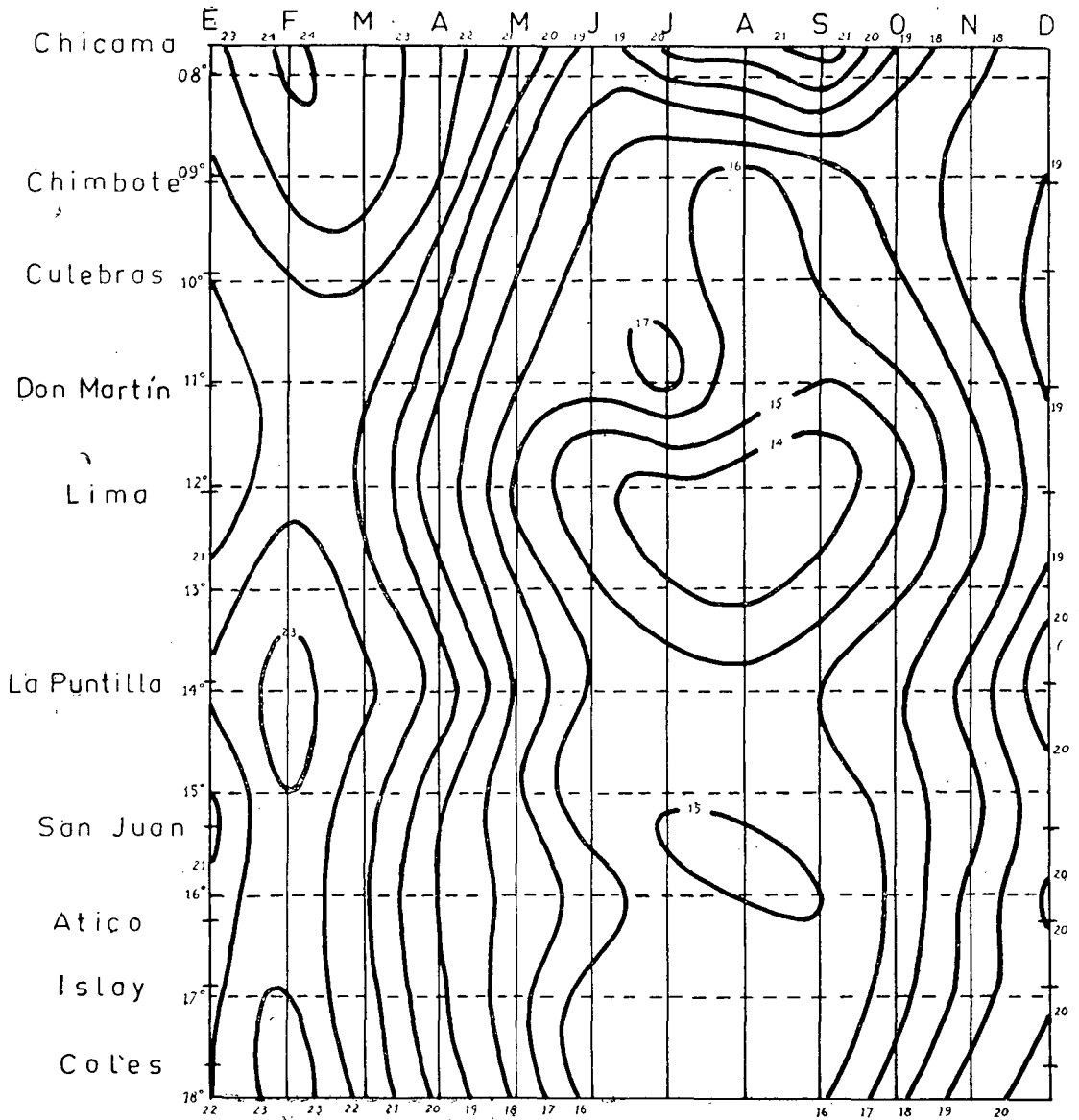
Las condiciones marítimas en cuanto a temperatura, son más uniformes y de poca variabilidad, en el verano la mayor temperatura corresponde al mes de Febrero para Puerto Chicama (18.0°), con un paulatino descenso hasta el mes de Octubre donde culmina la mínima (14.4°). En Chimbote hay un gran aumento de temperatura en el mes de Enero (22.2°), y un descenso gradual en los meses siguientes hasta Agosto donde se muestra la mínima (15.7°). En Punta Culebras las condiciones son un poco más parecidas a las de Puerto Chicama. La máxima (20.0°) se presenta en Febrero, y la mínima (14.0°) en Octubre.

La mayor diferencia térmica de aire y mar la encontramos en Puerto Chicama para los meses de Marzo y Setiembre con 6.1 y 6.2° respectivamente, y dos mínimas en Junio y Noviembre con 3.5 y 3.0° respectivamente; y las menores diferencias están en Chimbote con valores negativos para Julio y Agosto con 0.2°.

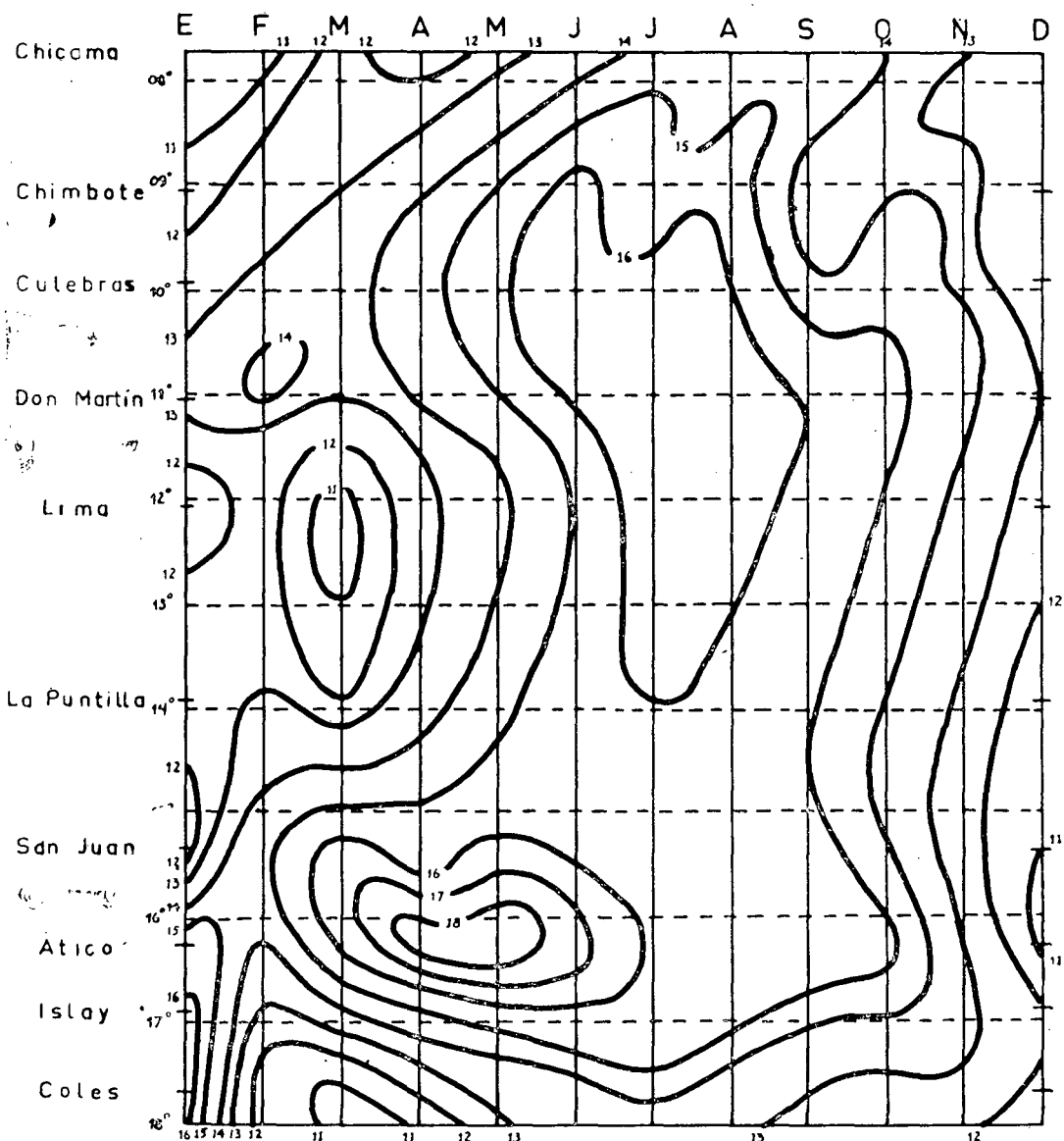
En el régimen de vientos no podemos relacionar directamente la dirección del viento prevaleciente con la temperatura del aire si no se tomase en consideración el calentamiento y el enfriamiento del aire por radiación y otros agentes físicos. En el caso de Puerto Chicama durante los 3 primeros meses, el viento prevaleciente es el S y durante el resto del año es el SE; sin embargo, si seguimos la curva anual de la temperatura del aire, vemos que la mayor temperatura veraniega se relaciona al viento S pero las demás inflexiones de la curva se suceden dentro de una misma clase de vientos de



ISOPLETAS REPRESENTANDO EL CURSO ANUAL DE LA TEMPERATURA DE MAR (1954).



ISOPLETAS REPRESENTANDO EL CURSO ANUAL DE LA TEMPERATURA DE AIRE (1954).



ISOPLETAS REPRESENTANDO EL CURSO ANUAL DE LA PRESION ATMOSFERICA (1000 f. .mb). - 1954.

dirección SE, cuya tendencia constante es de origen continental seco y consecuentemente de baja humedad relativa.

En Chimbote y en Punta Culebras existe una mayor variedad de vientos prevalecientes de componente W. El viento S, sobretudo en Chimbote, queda constante para los 3 primeros meses del año; el viento SE queda reducido para los meses de Mayo y Junio, y los SW y SSW son los nuevos que se intercalan en Setiembre y Octubre, destacándose los primeros por su mayor proporción que los segundos. La humedad relativa alcanza 83%.

b) **Zona Centro.**—Las condiciones reinantes son más de origen marítimo por el aumento de la humedad relativa (84% en la Isla Don Martín), y las condiciones propias del régimen de vientos que soplan constantemente con un componente W.

La temperatura máxima de aire en el verano se presenta en el mes de Febrero y comienzos de Marzo para luego declinar rápidamente en los meses siguientes y llegar a la mínima en el mes de Agosto, siendo esto más notable en la región de los 12 y 13°S, donde las temperaturas bajan de los 14.0°.

La menor presión barométrica se manifiesta pronunciadamente en la región de Lima durante el mes de Marzo, mientras que la máxima presión durante el invierno abarca una gran extensión teniendo como base tanto la Isla Don Martín como la región de Lima en los meses de Julio y Agosto.

La temperatura de mar no alcanza a más de 3.0° de diferencia entre el verano y el invierno en la región de la Isla Don Martín, y no más de 1.5° en la región de Lima; el proceso térmico entre el verano y el invierno es muy lento y es aún todavía mayor en el invierno y la primavera donde la temperatura no varía más de 1.0°. Mientras que la máxima ocurre en el mes de Febrero en la Isla Don Martín, frente a Lima la máxima se mantiene casi constante para los 3 primeros meses del año; en el invierno es en la Isla Don Martín donde se produce las mínimas de 14.0°.

La diferencia térmica "aire - mar" en la Isla Don Martín, que es la única que poseemos para esta zona, se hace mayor en el verano (5.0°), aunque en Julio se nota también una pequeña elevación (3.2°).

Los vientos prevalecientes en la Isla Don Martín, han experimentado un aumento en su componente W y una ausencia completa de los vientos de componente E. En los meses de Mayo y Junio han entrado en juego vientos del WSW.

c) **Zona Sur.**—Desde Punta Coles hasta la Puntilla observamos una lengua de aire caliente con temperaturas altas de SSE a NNW y con dos regiones de mayor calentamiento: una en la Puntilla sobre los 23.0° en el mes de Febrero, y otra en la región de Punta Coles y sur de Islay con temperaturas mayores de 23.0° también durante el mes de Febrero.

En Punta San Juan hay cierta influencia marítima principalmente en el mes de Enero, que interviene para bajar la temperatura a menos de los 21.0°, como en el caso visto en la Isla Don Martín.

En el invierno la región de temperaturas más bajas se presenta entre Punta San Juan y norte de Punta Atico, y es precisamente que entre Julio y Agosto las temperaturas se mantienen bajo los  $15.0^{\circ}$  en San Juan, alcanzando únicamente los  $15.0^{\circ}$  a comienzos de Setiembre en Punta Atico.

La Puntilla mantiene durante los 3 primeros meses, una temperatura de mar casi constante y tan elevada como aquella que suele presentarse en Chimbote, y sólo es en Punta Atico donde las condiciones térmicas son tan parecidas a las ocurridas frente a la región de Lima. Las menores temperaturas se hacen sensibles desde Junio hasta Octubre en Punta Atico, siendo el mes de Agosto donde la mínima alcanza los  $12.5^{\circ}$ .

La variación barométrica sigue las condiciones ambientales de la temperatura del aire, coincidiendo la baja presión en el verano y la alta en el invierno sobretodo en la región de Punta Atico con 1018.0 mb. en los meses de Abril y Mayo.

En cuanto a la diferencia térmica de aire y mar, Punta San Juan y Punta Coles presentan dos mínimas, una en Junio y, otra en Setiembre que no bajan a  $1.0^{\circ}$  de diferencia, mientras que Punta Atico presenta sólo una mínima en Setiembre con  $2.0^{\circ}$ . En La Puntilla los valores son negativos desde mediados de Marzo hasta mediados de Noviembre, siendo en toda esta época que la temperatura de mar excede a la de aire, llegando en Setiembre a la mayor diferencia de  $-2.8^{\circ}$ .

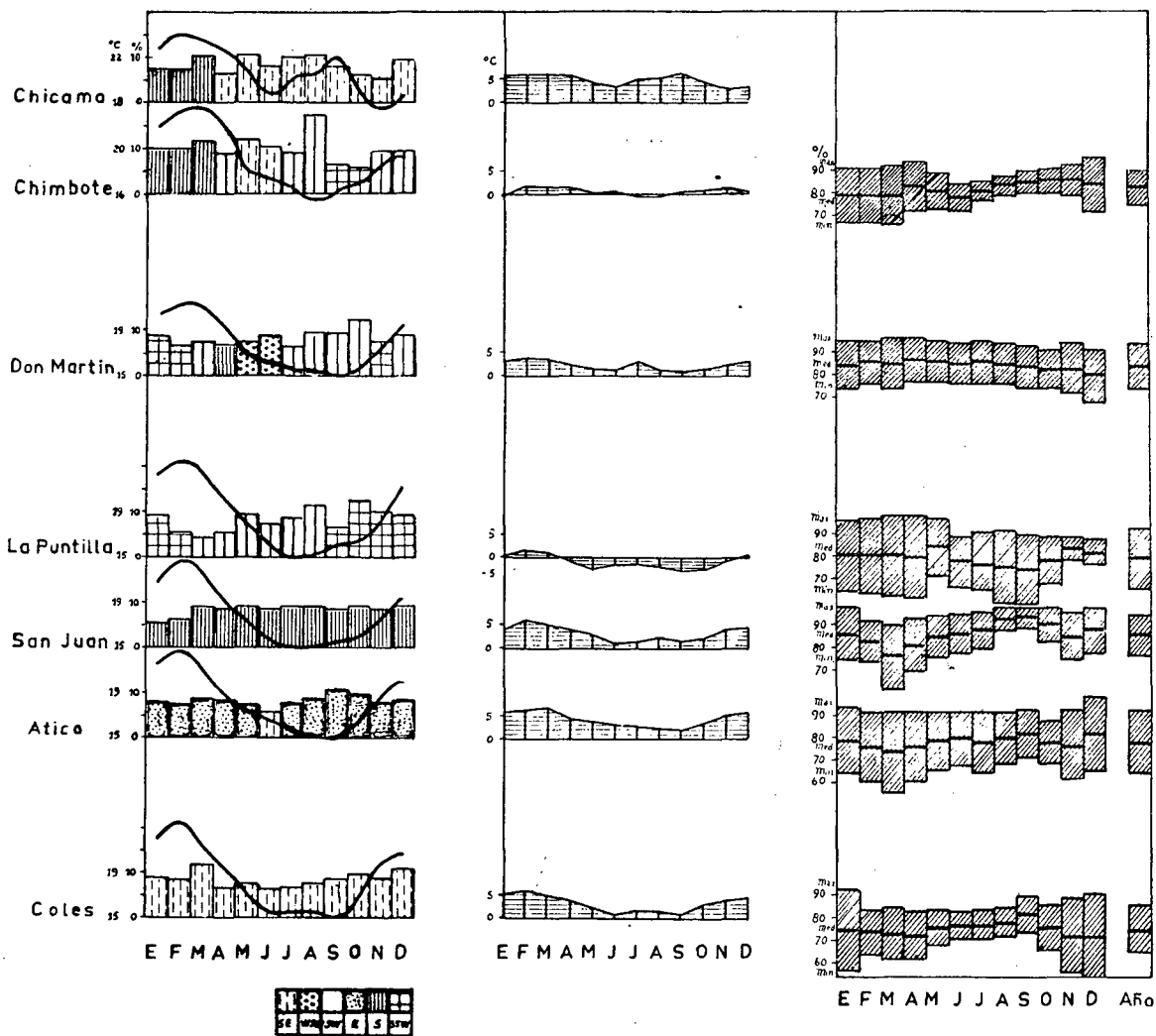
De los vientos prevalecientes, diremos que en la Puntilla entran en juego una mayor cantidad de vientos que los que corresponden a los otros Observatorios, pues en Punta San Juan el viento prevaleciente durante todo el año corresponde al S, en Punta Atico al E (excepción hecha en Junio que es SE), y en Punta Coles al SE. Tanto en Punta Atico como en Punta Coles debido a la dirección que traen los vientos, éstos son secos, con humedad relativa que no excede los 78 y 75% respectivamente. La Puntilla y Punta San Juan muestran la humedad relativa mucho más alta, principalmente Punta San Juan con 86%.

## CONCLUSIONES

Habiéndose revisado las condiciones ambientales y marítimas que acaecieron a lo largo de nuestra costa durante el año de 1954, llegamos a las siguientes conclusiones:

1) Las condiciones climáticas no se muestran uniformes a lo largo de nuestro litoral, existe cierta variación en relación a latitud y situación geográfica y topográfica del lugar.

2) La variación climática como la registrada en el año de 1954 llegó a cubrir totalmente nuestro litoral aunque lenguas de aire caliente (NW-SE), se hicieron presente, una en el verano y otra, contrarrestando el influjo de



CURSO ANUAL DE LA TEMPERATURA DE AIRE Y DISTRIBUCION DE LA FRECUENCIA RELATIVA DEL VIENTO PREVALECIENTE EN 1954

CURSO ANUAL DE LA DIFERENCIA TERMICA DE AIRE - MAR (1954).

DISTRIBUCION ANUAL DE LA HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE EN 1954.

una lengua fría de SSE-NNW, a fines del invierno y comienzos de la primavera que llegaron hasta Puerto Chicama y algo más al sur.

3) El verano que no alcanzó temperaturas que llegaron a la normal ( $21.8^{\circ}$ ), se hizo sentir por el aumento en el contenido de humedad del aire, sobretodo en la Zona Norte y Centro. En la Zona Sur, únicamente en La Puntilla la humedad relativa se mantuvo constante en todo el verano; pues tanto en Punta San Juan como en Punta Atico demostraron un pequeño descenso propio de la aridez de la región por donde sopla el viento prevaliente.

4) Durante el verano para la máxima temperatura del aire (Febrero), debemos distinguir 3 regiones de mayor calentamiento: Puerto Chicama, La Puntilla y Punta Coles.

5) Durante el verano para la máxima temperatura de mar, debemos distinguir también 3 regiones, dos de mayor calentamiento (Enero): Chimbote y La Puntilla; y una de menor calentamiento (Febrero): Punta Coles.

6) Es a partir de Marzo y Abril que el influjo de una lengua de aire fría de SSE-NNW, se hace presente haciendo bajar la temperatura rápidamente de más o menos  $5.0^{\circ}$  en 2 meses. Este influjo no fué tan fuerte como para contrarrestar una lengua de aire caliente NW-SE, que es presentó en la región de Puerto Chicama desde comienzos de Julio hasta fines de Octubre.

7) Las temperaturas de aire se mantuvieron más o menos estacionarias desde Junio hasta Octubre, habiéndose presentado únicamente dos regiones donde las temperaturas continuaron bajando muy ligeramente, una en la región de Lima, bajo los  $14.0^{\circ}$  y la otra, entre Punta San Juan y Punta Atico con temperaturas bajo los  $15.0^{\circ}$ .

8) Un mayor descenso de las temperaturas de mar se manifestó en Chimbote y La Puntilla durante los meses de Marzo a Junio, para luego en el invierno mostrar un descenso muy ligero. Solamente a fines de Agosto comienza nuevamente el ascenso de las temperaturas.

9) En la región entre la Isla Don Martín y Punta Culebras y en la de Punta Atico las condiciones invernales son diferentes que en otras partes, debido a que las temperaturas de mar se mantienen bajas hasta fines de la primavera. Estas dos regiones son las que muestran las temperaturas mínimas de mar de  $14.0^{\circ}$  y  $12.5^{\circ}$  respectivamente.

## Conclusiones Generales

Después de haber estudiado cada una de las exposiciones anteriores nos reunimos nuevamente para discutir los resultados a los que llevan los diferentes estudios, y tuvimos el agrado de contar en esta oportunidad con la presencia del Ing<sup>o</sup>. C. García Méndez de larga experiencia meteorológica, la que significó para nosotros una valiosa ayuda al revisar los datos proporcionados.

Consideramos que la temperatura de mar es el indicador más seguro de cambios climáticos en la costa del Perú dependiendo, naturalmente, de otros factores cuya correlación con dichos fenómenos es la finalidad de nuestras investigaciones. En efecto, ha sido la temperatura de mar en 1954 en cifras redondas 1.5° más baja que la media correspondiente a los 15 años (1939-53) anteriores (Schweigger).

La reducción de la temperatura de mar debe haber causado la simultánea disminución de la temperatura de aire la que deducimos por la depresión del punto de rocío (Graves) no disponiendo nosotros de datos directamente comparables, y como consecuencia debe haber aumentado la nubosidad encima del mar y de las zonas adyacentes en tierra firme absorbiendo una parte considerable del calor conducido por la radiación solar.

La presión barométrica correspondiente al año 1954 puede compararse únicamente con la de Puerto Chicama (Valdivia) faltándonos otras indicaciones que nos servirían de referencia. En Puerto Chicama se elevó la presión barométrica en 1954 a 1015.1 mb. (sin corrección para la gravedad aplicada en los gráficos), siendo la presión media calculada para los años 1925-53 1014.5 mb. (igualmente no reducida). De esta comparación resultaría un incremento de la presión barométrica que, sin embargo, no podemos generalizar para toda la costa peruana no obstante que la presión indicada p. ej. para Atico deja ver que durante el año 1954 debe haber alcanzado un nivel bastante alto.

Gráficos suministrados (Graves) comprueban el incremento grande de la velocidad de los vientos durante el año 1954 en la extensa zona desde 24°S (Antofagasta) hasta 2°N (Esmeraldas) con un máximo registrado en la región de Talara, donde parece estar correlacionado con la mayor gradiente de

temperatura de aire sobre el Golfo de Guayaquil (Graves) mientras que otros gráficos (Schweigger) representan esta variación para la costa peruana propiamente dicha. Opinamos que el aumento de la velocidad de los vientos explicaría por sí mismo una intensificación del afloramiento de aguas profundas en la esfera de la Corriente Costanera Peruana por el cual las temperaturas de mar se han enfriado.

Así mismo nos inclinamos a considerar posible que la reducción de la temperatura superficial del mar podría ser el efecto de un cambio en el régimen de vientos a lo largo de la costa peruana (Schweigger) causado por una mayor participación del viento S en la totalidad de los vientos entre  $06^{\circ}\text{S}$  y  $14^{\circ}\text{S}$  y la del SE al sur de la latitud  $14^{\circ}\text{S}$ .

La semejanza entre el año 1954 y 1942 expuesta por cuadros referentes a la temperatura de mar (Schweigger) y corroborada por la experiencia de García Méndez se extiende también a la presión barométrica cuyo conocimiento nos proporcionan los datos citados en el estudio de Valdivia (1955, Estudio Climatológico de Puerto Chicama, impreso en este mismo volumen). Según sus cómputos han expuesto los años antecedentes a 1942 y 1954, o sean los de 1941 y 1953, presiones muy bajas (1014.0 mb. en ambos años) mientras que los años en comparación exhibieron 1015.1 mb. cada uno. El conjunto de los factores que efectuaron en 1941 y en 1953 el fuerte desplazamiento de la Contracorriente Ecuatorial hacia regiones normalmente ocupadas por la Corriente Peruana podría haber operado en el sentido indicado por Schweigger; es decir, que tal vez la Corriente Peruana aumentó su fuerza después de la paralización del avance de la Contracorriente Ecuatorial en tal grado que en lugar de restablecerse el equilibrio perturbado las temperaturas de mar disminuyeron bajo las normales, aunque todavía está ignorado el mecanismo que rige en el desplazamiento de una corriente hacia el sur y el de la otra hacia el norte y el oeste.

Recordamos el incremento de la gradiente térmica en la zona situada entre Talara y Guayaquil (Graves) que quizás indicaría una mayor extensión hacia el norte de la influencia de la Corriente Peruana, apoyando ésto la visión de Schweigger sobre un aumento de la fuerza de esta corriente.

Estamos de acuerdo que cambios en el curso de la Contracorriente Ecuatorial deben repercutir en los fenómenos hidrográficos y meteorológicos en la costa sudamericana expuesta a la acción de la Corriente Peruana, pero al mismo tiempo lamentamos no estar en condiciones de expresar algo más seguro y acertado por carecer de datos registrados regularmente en otras partes del Océano Pacífico Sur.