MN HN

NOTICIARIO MENSUAL

Año XV - N.º 174 - Enero 1971

Santiago - Chile

CONTENIDO

EDUARDO DEL SOLAR

Migración en *Drosophila melanogaster*
I Acción de la densidad 3

NIBALDO BAHAMONDE N.

Distribución geográfica de *Lepidopa chilensis* Lenz 1902. (Crustacea, Decapoda, Anomura) 6

JOSE F. ARAYA VERGARA

Determinación preliminar de las características del oleaje en Chile Central 8

MUSEO NACIONAL DE HISTORIA NATURAL

Horario de visitas al Museo:
Martes a Sábados, de 9 a 18 horas.
Domingos y Festivos, de 10 a 13 y de 15 a 17,30 horas.
La Sección Botánica permanecerá cerrada, por desinfección, entre el 9 y 23 de Febrero.

NOTICIARIO MENSUAL DEL
MUSEO NACIONAL DE
HISTORIA NATURAL
Director: GRETE MOSTNY G.
Casilla 787 - Santiago - Fono 90011

Este número se financia parcialmente con la colaboración de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y fue Impreso en el Museo Nacional de Historia Natural, el 8 de Enero de 1971.

Migración en *Drosophila melanogaster*

I ACCION DE LA DENSIDAD *

EDUARDO DEL SOLAR (**)

Introducción.

La distribución geográfica que exhiben las poblaciones naturales depende en parte de la habilidad de sus miembros para explotar los recursos locales del ambiente y de su capacidad para utilizar otros sitios accesibles.

En diferentes especies del género *Drosophila* se ha descrito la formación de núcleos de agregación debido a causas ambientales (BURLA ET AL., 1950; DEL SOLAR y H. PALOMINO, 1966) o conductuales (DEL SOLAR, 1967; ALLÉE, 1951). Esto ha permitido elaborar un modelo de distribución espacial basado en una serie de agrupaciones interconectadas de individuos. La función biológica del grupo sería facilitar la explotación de recursos naturales y obtener protección contra las injurias ambientales (NARISE, 1962). En este modelo, la capacidad de dispersión es un factor importante en la estructura de la población y puede analizarse por lo menos en dos niveles: a) actividad locomotora individual, en relación a la producción de cruzamiento al azar y b) actividad locomotora masiva y direccional que implique la remoción de una fracción del núcleo inicial y pueda generar la colonización de áreas vecinas.

En el presente trabajo se describe un aparato destinado a medir capacidad migratoria en forma experimental y se estudia la acción de la densidad en la producción del fenómeno.

Materiales y métodos

El aparato de migración está constituido por una tubería de plástico traslúcido de 3 cm. de diámetro y 37 metros de longitud dividido en secciones de 1 m. y unidas entre sí por un tubo de vidrio del mismo diámetro y 6 cm. de largo. La tubería está arrollada en una espiral de un metro de diámetro y montada en un soporte de madera, al cual se incorporan dos ampolletas de 75 w en la base y el ápice para establecer una iluminación uniforme.

Se emplearon moscas de la cepa Oregon R-c mantenida en el Departamento de Genética, Facultad de Medicina, por cultivo en masa por más de 15 años. Grupos de 50, 100, 150, 200, 250 y 300 machos y hembras vírgenes fueron introducidos en el aparato y después de 15 horas se registró el número de individuos en cada sección.

Para cada grupo de machos y hembras se hicieron 3 réplicas. El experimento se realizó a temperatura del laboratorio entre las 5 P.M. y 9 A.M., cada día.

Resultados.

El Cuadro 1 muestra los resultados obtenidos. Puede observarse que los machos y hembras exhiben capacidades migratorias distintas. Las frecuencias de migrantes son mayores en los grupos de 50, 100, 150 y 200 hembras. En las densidades extremas, 250 y 300, los machos presentan porcentajes ligeramente mayores.

El camino recorrido promedio indica también diferencias entre los sexos siendo mayor en las hembras que en los machos.

(*) Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Proyecto 68-16 de la Comisión de Ayuda a la Investigación Científica de la Fac. de Medicina. Proyecto Nº 45 del CONICYT y el Programa Multinacional de Genética (OEA).

(**) Depto. de Genética Facultad de Medicina y Cátedra de Genética y Evolución Facultad de Filosofía y Educación, Universidad de Chile.

CUADRO 1

PORCENTAJE DE MACHOS Y HEMBRAS DE **D. MELANOGASTER** EN DISTINTOS PUNTOS DEL RECORRIDO, DISTANCIA PROMEDIO RECORRIDA Y PORCENTAJE DE MIGRANTES EN GRUPOS DE DIFERENTES TAMAÑOS DESPUES DE 15 HORAS DE ACTIVIDAD.

		Distancia en metros									
	Densidad	**0**	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**37**	**% de migrantes**	**Distancia promedio del grupo**
Machos	50	72,0	17,2	5,2	1,8	1,2		1,8		27,3	2,64 ± 1,13
	100	70,0	22,1	5,1	1,3	0,6				29,1	1,82 ± 0,49
	150	55,3	30,3	10,1	3,1	1,2				44,7	2,88 ± 0,74
	200	56,6	25,3	9,0	4,7	2,1	0,8		0,5	42,4	3,18 ± 1,01
	250	34,0	36,4	15,5	6,7	2,7	1,1	1,2	1,3	64,9	5,36 ± 0,84
	300	38,4	26,9	11,5	8,0	5,1	3,5	4,4	1,8	61,2	6,09 ± 1,77
Hembras	50	55,2	27,6	7,2	3,8	2,6	1,2	1,2		43,6	3,86 ± 0,84
	100	58,6	18,2	17,1	2,2	3,2			0,3	41,6	3,25 ± 1,16
	150	48,0	34,0	7,1	5,2	2,2	1,3	1,0	0,7	51,5	3,81 ± 0,57
	200	39,6	21,6	17,3	10,1	4,7	1,9	1,4	1,8	58,8	5,90 ± 0,95
	250	44,9	22,1	20,3	5,3	2,7	1,6	0,6	1,0	53,5	6,72 ± 1,80
	300	39,1	22,6	16,5	9,5	5,4	2,5	0,9	3,2	60,6	6,15 ± 0,10

El tamaño inicial del grupo está relacionado con la magnitud de camino recorrido. El análisis de correlación entre densidad y distancia dio un valor de r = 0,369 para las hembras y r = 0,838 para machos con p = 0,05. En las hembras no es significativo. Las ecuaciones para la línea de regresión son: X = 0,0053 Y + 4,350 para hembras y X = 0,014 Y + 1,210 para machos. La comparación entre ambas regresiones da un valor de "t" = 0,784, el cual no muestra diferencias significativas.

Las frecuencias de individuos que se registraron en sectores de 5 metros de tubería muestran una gradiente de densidad desde el punto cero hasta el límite de 37 m. En los machos esta distancia se alcanza con una densidad inicial de 200 individuos, en cambio la misma distancia se obtiene con 100 hembras.

En un análisis de distribución de frecuencias realizado con todas las réplicas juntas muestra una tendencia tanto de los machos como de las hembras de formar pequeños grupos a distancias de 3, 6, 9 y 12 metros del punto inicial.

Discusión.

En el diseño experimental se acepta *a priori* que la actividad dispersiva de las moscas puede ser dividida en dos componentes: a) una actividad locomotora individual y al azar y b) una actividad masiva y direccional. Como migrantes se considera aquellos individuos cuyo desplazamiento es mayor que un metro. De acuerdo a este criterio los resultados indican que la proporción de migrantes depende parcialmente del tamaño del grupo inicial. El análisis de correlación entre densidad y camino recorrido es significativo en los machos.

Las diferencias que exhiben machos y hembras son debidas probablemente a una mayor actividad de las hembras: 40% versus 27% de migrantes en la densidad menor. Estos resultados no excluyen el efecto de la densidad en las hembras sino que sugiere que puede ejercerse en un grupo menor que los 50 individuos empleados.

NARISE y colaboradores, utilizando una técnica diferente, han encontrado estas diferencias entre los sexos y además han mostrado que diferentes poblaciones naturales de *D. melanogaster* tienen capacidades migratorias distintas tanto en faunas isleñas como continentales (NARISE, 1962).

Es importante notar otro fenómeno no descrito anteriormente que se refiere a la formación de pequeños grupos de individuos ubicados a diferentes distancias del punto inicial.

Se observan a 3, 6, 9 y 12 metros, considerando que la figura representa un promedio de 3 experimentos es importante la coincidencia de los puntos de reposo o acumulación de individuos. Estos resultados muestran la tendencia de los adultos a formar núcleos de agregación y sugieren que el orden de los grupos puede ser debido a diferencias en la capacidad locomotora de los individuos en el grupo de migrantes.

Resumen

Se describe un aparato destinado a estudiar la capacidad locomotora en diferentes especies de **Drosophila.**

En **D. melanogaster** se ha encontrado que a) la proporción de migrantes depende del tamaño inicial del grupo, b) machos y hembras difieren entre sí, c) las hembras exhiben una actividad locomotora mayor que los machos y d) ambos sexos muestran una tendencia a formar pequeños grupos a diferentes distancias del punto inicial.

Referencias

BURLA, H., A. BRITO DA CUNHA, A. G. L. CAVALCANTI, TH. DOBZHANSKY y C. PAVAN

1950. Population density and dispersal rates in Brazilian **Drosophila willistoni Ecology 31**:393-404.

DEL SOLAR, E. y H. PALOMINO

1966. Choice of oviposition sites in **Drosophila melanogaster. Am. Nat. 100**:127-133.

DEL SOLAR, E.

1967. Selection for and against gregariousness in **Drosophila pseudoobscura. Getics 58**:275:282.

ALLEE, W. C.

1951. Cooperation among animals. H. Schumann Co. New York U.S.A.

NARISE, T.

1962. The mode of migration of **Drosophila ananassae** under competitive conditions. **Jap. Jour. Genetics 37**:451-461.

Distribución geográfica de *Lepidopa chilensis* Lenz 1902

(CRUSTACEA, DECAPODA, ANOMURA, ALBUNEIDAE)

NIBALDO BAHAMONDE N.

De la familia Albuneidae se han citado para Chile dos especies: *Blepharipoda spinimana* (PHILIPPI, 1857), cuya área de dispersión se extiende entre Mollendo, Perú (HAIG, 1955) y Mehuín, cerca de Valdivia en Chile (ejemplar M.N.H.N. D-10.494, col M. T. CARMONA, 4 de Noviembre de 1964) y *Lepidopa chilensis* (LENZ, 1902), descrita originalmente con un ejemplar colectado en Iquique que medía 11 mm. de longitud cefalotorácica.

En mayo de 1905 PORTER (1915 a y b) encontró un ejemplar de *Lepidopa chilensis* en Curaumilla, Valparaíso, enterrado 1.5 cm bajo la arena y con sus antenas fuera, sin que existan el animal, sus fotografías ni otros datos sobre su captura.

HOLTHUIS (1960) se ha referido al hallazgo de diversos ejemplares en el Perú: 4 ♀ ♀ en Ancón a 35 Km al norte de Lima, donde fueron capturados en fondos de arena de la zona litoral. Examinó además 1 ♀ de Mollendo y 2 ♀ ♀ de Lurín, a unos 30 km al sur de Lima.

Desde hace un tiempo atrás hemos estado preocupados por obtener esta especie en la costa chilena, logrando reunir hasta la fecha 4 ejemplares que se conservan en las colecciones del Museo Nacional de Historia Natural de Chile y son:

M.N.H.N. D-10,072. El Tabo, cerca de San Antonio N. BAHAMONDE y M. T. LOPEZ col. 18 de junio de 1962, conjuntamente con **Emerita analoga** (Stimpson), en la zona inframareal.

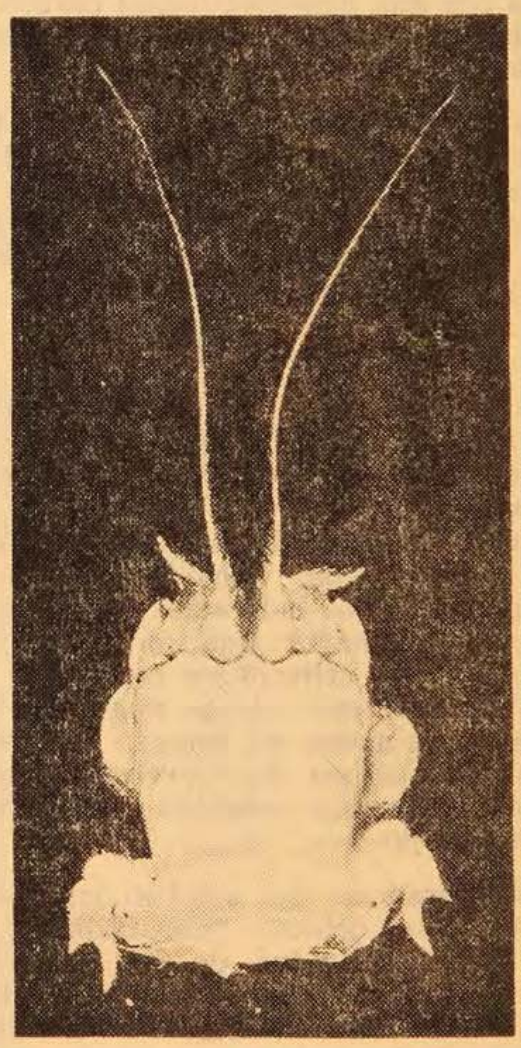

Fig. 1
Lepidopa chilensis Lenz

M.N.H.N. D-10.122. Hornitos, cerca de Antofagasta, Prof. CELESTINO CASTRO leg., Enero de 1963. Una ♀ ovífera.

M.N.H.N. D-10.497. Hornitos, cerca de Antofagasta, 19 de Enero de 1955.

M.N.H.N. D-10.576. Mehuín, cerca de Valdivia, 4 de Junio de 1970. Prof. JORGE TOMICIC col.

El material examinado por nosotros difiere de los dibujos hechos por LENZ (1902), pero coincide muy bien con la descripción y esquemas publicados por HOLTHUIS (1960) de esta especie, lo cual según nos parece confirmaría las observaciones de este último autor en el sentido de considerar que la descripción dada por LENZ (1902) es insuficiente, y que las figuras publicadas con la descripción original no concuerdan exactamente con la morfología de la especie (*). Aún cuando no tenemos material de Iquique, lugar en que fue colectado el Tipo, parece muy poco probable que la *Lepidopa* descrita para dicho lugar por LENZ (1902) sea diferente de las examinadas por HOLTHUIS (*op. cit.*) y por nosotros. De esta manera es posible señalar que la dispersión de *L. chilensis* LENZ se extiende, en este momento, entre Perú y Mehuín, cerca de Valdivia, en Chile, en el área correspondiente a la provincia zoogeográfica chileno-peruana.

L. chilensis (Fig. 1) vive, de acuerdo con los datos de que se dispone, enterrada en fondos de arena, en la zona inframareal del litoral y a profundidad de hasta 25 cm bajo el sustrato, lo cual explicaría su escasez en las colecciones.

Hasta la fecha el tamaño de los ejemplares conocidos varía entre 8 y 14 mm de longitud cefalotorácica.

Las siguientes medidas corresponden al material examinado:

N.º DEL EJEMPLAR	LOCALIDAD	CEFALOTORAX (mm)		SEXO
		ancho	largo	
D - 10.072	El Tabo	1.50	1.31	Hembra
D - 10.122	Hornitos	1.66	1.55	"
D - 10.497	Hornitos	1.47	1.28	"
D - 10.576	Mehuín	1.52	1.38	"

Referencias Bibliográficas

HAIG, J.

1955. Tre Crustacea Anomura of Chile. Reports of the Lund University Chile Expedition 1948-49. 20. Lund University Aarsskr, (n. sér.) (2) **51**(12):11.

HOLTHUIS, L. B.

1960. Notes on American Albuneidae (Crustacea, Decapoda, Anomura) with the description of a new genus and species. Koninkl. Nederl. Akad. van Wet. Proc. Serie C **64**(1) : **28-31**, fig 3.

LENZ, H.

1902. Die Crustaceen der Sammlung Plate (Decapoda und Stomatopoda. Zool. Jb. Suppl. **5**:749-750, Taf. 23 figs. 5, 5a.

PHILIPPI, R. A.

1857. **Abrote**, ein neus Geschlecht der Crustaceen, aus der Familie der Hippaceen. Arch. f. Naturg. Jg. **23**(1):129, pl. 8.

PORTER, C. E.

1915a. Materiales para la fauna carcinológica de Chile. XI Los Hippidea. Rev. Chilena Hist. Nat. **19**;82.

1915b. Los Hippidea de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile **8**:17.

(*) El Tipo, que se conserva en el Museo de Berlín se encuentra en mal estado, según comunicación personal del Dr. H. E. GRUNER al Dr. L. B. HOLTHUIS (HOLTHUIS, 1960).

Determinación preliminar de las caracteríscas del oleaje en Chile Central

JOSÉ F. ARAYA VERGARA (*)

1. Antecedentes.

Es poco lo que se sabe del oleaje en Chile, debido a la escasez de observaciones sistemáticas al respecto. La Dirección de Obras Portuarias (D. O. P.) es el organismo que ha logrado recopilar los datos más valiosos, conjuntamente con el Laboratorio del Instituto Nacional de Hidráulica, para los casos de cada proyecto portuario. En los últimos años, ha tenido buena participación en estos estudios la Misión del Laboratorio Central de Hidráulica de Francia en las observaciones y Marine Advisers Inc. (La Jolla, California) en la aplicación de los métodos de previsión. El conocimiento del oleaje en Chile Central pudo progresar sólo gracias a la instalación de un registrador automático que funcionó durante 16 meses en Constitución. A pesar de ello, aún es insuficiente, pero por lo menos permite entregar ciertos antecedentes que antes era casi imposible dar a conocer, aunque solamente sean confiables para Chile Central.

Relaciones entre estos fenómenos y la evolución de las costas con fines de acondicionamiento se están estudiando actualmente en el Laboratorio de Geomorfología del Departamento de Geografía de la Universidad de Chile.

2. Características métricas de la ola.

Distinción necesaria

Como en toda costa de frente oceánico, en la de Chile la agitación por concepto de oleaje es producto del *oleaje oceánico*, proveniente de alta mar, y del *mar local*, provocado por el viento local. En las costas de Chile Central la distinción visual es difícil, porque a veces hay coincidencias en las direcciones de ambos oleajes, o bien los fenómenos de focalización modifican las crestas a alrededor de un kilómetro desde la orilla. Ya BROECKMAN hizo notar que la relación entre la agitación del mar y la dirección del viento no es absoluta, porque las observaciones relativas a este último son solamente locales. Para el caso de San Antonio, llama la atención en que "la mar calma" puede coincidir con fuertes vientos y la agitación, con viento nulo. R. RADOK (1966) recuerda la siguiente afirmación de IMMANUEL KANT en sus conferencias sobre oceanografía física de la Universidad de Konigsberg: "Aún en ausencia completa de viento, el océano sube y baja lentamente, sólo que las olas son demasiado espaciosas y extensas para ser detectables a simple vista."

Dirección

A pesar de lo anotado, la dirección más frecuente de proveniencia del oleaje en Chile Central coincide con la mayor frecuencia de los vientos: S.W. El oleaje del S.W. es el más significativo en lo que se refiere a dirección. Se estima que para Constitución (TUDOR ENG. Co., 1965) esta componente predomina en verano y en estaciones de transición con relación a las olas forzadas locales (mar local) y en verano y en invierno para el oleaje oceánico. En estación transicional el oleaje oceánico proviene más bien del W. En invierno el mar local más importante es el del N. Para San Antonio se mantiene la regla de la predominancia S.W. (M.O.P.*-D.O.P., 1953-54), especialmente en verano,

---

(*).. Departamento de Geografía, Universidad de Chile, Casilla 147. Santiago.

M.O.P. = Ministerio de Obras Públicas.

como en Constitución, y con tendencia W. en invierno, sin hacerse distinción aquí entre oleaje oceánico y mar local. El primero es el que da la referencia más importante de dirección, cuyas variables deben relacionarse con el sistema de vientos del Pacífico.

Altura

Los datos más confiables al respecto son los derivados de las observaciones hechas en Constitución (D.O.P. - TUDOR ENG. Co., 1968), con un censor automático para los años 1965 y 1966. Resultan para otoño e invierno alturas significativas que van de 0.9 a 1.5 m., como predominantes y ocupando el 38% del período de observación. Para primavera y verano, de 0,76 a 2,2 m., predominando el 42,3% del período de observación. La altura significativa de las olas más altas ha sido estimada en 5 m., desprendiéndose que la altura probable de la cresta máxima para estos trenes debe ser de 9,4 mts. En las tormentas se pueden estimar alturas probables de 4 ó 5 metros.

En general se ha observado que las alturas significativas son más bajas en verano que en invierno, atendiendo a aquellas crestas en que el observador detiene su atención. Los promedios mensuales tienen una variación anual del orden de 1.2 m., observándose cambios de 0.6 a 1.5 de un año a otro de los que se ha logrado controlar. Pero comunmente la marejada con resaca en las playas presenta alturas superiores a 1.5 m. y, generalmente, a 2 m. o más. Mar afuera, las amplitudes observables no son inferiores a 0.4 ó 0.6 metros (D.O.P. — LAB. CENTRAL D'HYDR. DE FRANCE, 1960 - 1).

Los trabajos de la Dirección de Obras Portuarias para San Antonio, con observaciones visuales, dan —en la zona de propagación libre del oleaje— 2 a 2.5 m., amplitud que crece en contacto con zonas de molos a causa de la resaca (1953-4) y también en la zona de focalización, donde amplitudes de propagación libre de 1.2 m. pueden llegar a 4.5 en voluta (verano).

Período

El registro automático de dos años hecho en Constitución (D.O.P. - TUDOR ENG. Co., 1968) revela los siguientes períodos significativos (dentro del tercio más alto): en otoño e invierno 10 a 14 seg., predominantes en un 57.6% del tiempo y en primavera - verano 8 a 12 seg., predominantes en un 81.4% del tiempo. Se estima por lo tanto que *el período significativo para un año típico debe ser de 12 segundos.* A su vez, el tren más alto (5 m.) en épocas de mucha agitación debe tener un período significativo de 12.5 seg.

De acuerdo con los trabajos de D.O.P. y el LAB. CENTR. D'HYDR. DE FRANCE (1960-61), los períodos observados van de 6.5 a 22 segundos, excluyendo los muy cortos, que se deben al viento local. Como las olas de determinados períodos tienden a presentarse en *trenes*, se ha estimado que el intervalo entre éstos es muy variable, aunque hay intervalos comprobados de más o menos 5 minutos. Su período es de alrededor de 4 minutos y crece con la periodicidad. Por ejemplo, en trenes de período 2 min. 30 seg., el período de la ola fue de 14 seg.: en trenes de 1 min. 45 seg., el período de la ola resultó de 9.6 seg., bastante menor que el significativo.

La determinación sobre la base de trenes fue practicada por BROECKMAN en San Antonio, donde la D.O.P. (1953-4), dedujo que con frecuencia el *período para el oleaje oceánico* es de 10 a 12 seg., en tanto que *para el mar local* es de 4 a 5. Como en todo frente de costa oceánico se puede deducir entonces que hay *rangos distintos de período para los oleajes oceánico y del mar local.*

Estimaciones generales

De acuerdo con estimaciones del Ing. G. MOGUILNY del Lab. Central d'Hydraulique de France (comunicación verbal) y con referencia al oleaje oceánico, se pueden resumir como sigue las características del oleaje frente a las costas de Chile Central, basadas en los antecedentes expuestos:

Alturas (en metros):

Frecuencia de las observaciones		Altura
Hasta	28%	0.5 - 1
„	60%	1 - 2 a 2.5
„	10%	2.5 - 4
„	1-2%	más de 4
1 día al año		igual o sup. a 6

Períodos (en segundos):

En general: 8 - 14
10%: hasta 16
Excepcionalmente: 18 - 20

Dirección predominante: S.W.

3. Origen del oleaje observado en las costas de Chile.

En este caso conviene separar también el mar local o "del viento", del oleaje oceánico.

El mar local

En este fenómeno tiene importancia el Anticiclón del Pacífico, que controla la situación bárica en gran parte de las costas de Chile, haciendo que en Chile Central predominen los vientos S.W. y S. Pero las brisas de mar y tierra juegan también un papel considerable en la agitación local.

De acuerdo con los antecedentes reunidos por la Dirección de Obras Portuarias y el Lab. Central d'Hydraulique de France, ordenados por TUDOR ENG. CO. Y MARINE ADVISERS INC. (1965), y empleándose además las recopilaciones del British Admira ty Office, resulta que los vientos del S.W. vuelven cuando ha pasado el frente frío. Alejándose hacia el W., los vientos predominantes W. y S.W. generan olas tanto cerca de la costa como junto a ésta, donde hay que ubicar las áreas generatrices del mar local.

Una de las manifestaciones más claras del mar local se revela en la brisa de tierra a mar, que en las crestas del oleaje oceánico provoca "cabrillas" de voluta inversa, como con facilidad se aprecia en algunos balnearios. Según el esquema de W. J. PIERSON, G. NEUMANN Y R. W. JAMES (1958), el mar local puede sintetizarse en tres estados de crecimiento: *las olitas iniciales, la agitación de ondas cortas* y el *estado de pleno desarrollo.*

Las olitas iniciales: La brisa genera ondulaciones que crecen rápidamente en altura; alcanzan peralte máximo cuando en las crestas se producen pequeños procesos de rompiente. El posterior desarrollo obedece a un mecanismo complicado en que la energía total se extiende sobre un rango de períodos. Se forma un *espectro de ondas* que tiene una banda de máximo, donde se concentra la energía total.

Agitación de ondas cortas: Las rompientes producidas en las crestas de las olitas causan disipación de energía y éstas sólo pueden crecer si reciben más energía, lo que depende del estado presente del mar.

Estado de pleno desarrollo: Si el *fetch* y la duración del viento son suficientes, el monto total de la energía acumulada se distribuye en un amplio rango de longitudes de onda y de períodos, o sea, de frecuencias, hecho que permitió a NEUMANN confeccionar el espectro de la energía.

Este esquema puede aplicarse al desarrollo del "mar del viento" frente a las costas de Chile.

El oleaje oceánico

A partir de las áreas generatrices, esta agitación tiende a llegar a las costas de Sudamérica en estado de *disipación* o de *atenuación*. Luego, sus fuentes deben buscarse a cientos de millas de la costa y están en relación preferentemente con las perturbaciones atmosféricas del Pacífico Suroriental, tratándose de depresiones que desarrollan sus respectivos sistemas frontales. Es fundamental al respecto el frente polar, con su sistema de perturbaciones al lado del cinturón de los bravos del Oeste, como también la presencia de bajas semipermanentes de ubicación subtropical.

Como ejemplo de esto se puede tomar la sucesión de situaciones meteorológicas, preludio de la gran marejada que afectó

a las costas de Chile Central entre los días 25 y 27 de julio de 1968. Este fenómeno no se debió a perturbaciones locales, sino a oleajes producidos en pleno océano. El análisis de las cartas sinópticas polares N.M.C. S.H., obtenidas con apoyo del satélite ESSA 3, del 20 de julio y cada 12 horas, muestra que las bajas semipermanentes se ubicaron en general a más de 3000 millas de la costa y que las del frente polar presentaron su centro a no menos de 400 ó 500 millas de Chiloé: su situación de frontólisis debe haberse producido a más de 1000 millas de la costa central. En estas condiciones se percibió la marejada en este sector, en circunstancias que aquí había buen tiempo y a veces casi estado de calma.

Algunas investigaciones de los últimos años han revelado además que el Océano Austral, con los "bravos del Oeste", tiene importancia en la producción de oleaje oceánico captado incluso en el Hemisferio Norte. Según R. RADOK (1966), BARBER Y URSELL en 1948, usando instrumentos y métodos matemáticos altamente sofisticados, hicieron conexiones entre el oleaje de las Islas Británicas y el Océano Austral. Posteriormente, en 1963, MUNK y colaboradores confirmaron que este océano es una fuente importante del oleaje oceánico registrado a lo largo de la costa de California del Sur. R. RADOK (1966) insiste en que la circumpolaridad del Océano Austral lo caracteriza por presentar ciclones y anticiclones que avanzan rápidamente de E. a W. más o menos entre 40 y 70° S. Ello asegura infinidad de tracto (*fetch*) y por lo tanto áreas generatrices con mares locales altamente desarrollados.

En las costas occidentales de Sudamérica el crecimiento de las olas va más allá de cierto estado limitado por el campo del viento, su fuerza y su duración. Algunas olas altas están asociadas con tormentas en que este campo se extiende por muchas millas; otras lo están con tormentas que se mueven rápidamente hacia la costa, aproximadamente a la misma *velocidad del grupo* de las olas generadas que, según la teoría SVERDRUP-MUNK, equivale a la mitad de la velocidad de las olas individuales. Según antecedentes reunidos por MARINE ADVISERS INC. (1965), la energía que transporta a estos grupos puede estar bajo la influencia de vientos frescos a huracanados (8 a 34 ó 40 nudos) en tramos largos. En cualquier caso, el tracto o fech efectivo es grande.

4. Método de previsión del oleaje oceánico basado en la ubicación de las áreas generatrices y en el fenómeno de la disipación.

En vista de la interferencia entre los oleajes oceánicos y el mar local o entre dos oleajes oceánicos, MARINE ADVISERS —para poder preveer la agitación que afecta a las costas de Chile Central— optó por tomar en cuenta todas las tormentas que ocurren en el Pacífico Suroriental. Al compilar las estadísticas con el objeto de predecir las condiciones de la agitación en Constitución, tuvo que agrupar las alturas, períodos y direcciones en sus respectivas frecuencias. Usando buenos mapas diarios del tiempo para más del mínimo de años que se recomiendan (tres), y las las cartas con rosas de los vientos publicadas en 1938 por el BRITISH AIR MINISTRY —con observaciones entre 1857 y 1938— se consideró que *cada rosa es un punto generador*. Estos datos fueron aprovechados usando el método SVERDRUP-MUNK-BRETSCHNEIDER.

Se supuso que los vientos tienen un máximo de 40 horas de duración, lo necesario para formar un mar local desarrollado, porque las tormentas que actúan desde Australia a Sudamérica crean enormes *fetchs*, como lo indican los mapas del South African Weather Bureau de 1962, disponibles para los meses de invierno.

Para llegar a determinaciones comprensibles se obtuvo el promedio del tercio más alto, que permite el establecimiento de la ola significativa. Como la determinación de la ola más alta de un tren es un problema de distribución, se empleó el método de distribución de LONGUET-HIGGINS, que compara el número de olas presentes en un tren con la razón ola más alta / ola significativa.

Resultó así que la ola más alta se registró con la tormenta de julio de 1957. A la ola significativa de agua profunda se le dedujo una altura de 5.6 metros y un período de 16 segundos, con un azimut verdadero de 242º, casi S.W.

En resumen, dos son los medios que han permitido avanzar en el conocimiento del oleaje en Chile: el registro automático en Constitución y la aplicación de los métodos de previsión, como único medio de obviar la insuficiencia científica de las observaciones visuales esporádicas anteriores.

Hay que agregar, finalmente, que las características con que se detecta el oleaje en el litoral chileno están influídas no sólo por el *factor aguas someras*, sino también —en gran medida— por la orientación general de la costa en dirección N.S. Debido a ello, la exposición al oleaje de componente W. es normal. Pero las vicisitudes de la configuración planimétrica frente a la predominancia de la componente S.W. del oleaje, hacen que las radas sean en general protegidas en su ensenamiento S., que no lo es cuando la agitación procede de otras direcciones. Podría pensarse también que las áreas generatrices que afectan al mar local en la región austral, relacionadas con situaciones frontales que llegan a esta parte de la costa, emiten oleajes fuera de su fetch con dirección paralela a la costa de más al N. Sin embargo, en los análisis hechos por TUDOR, resulta que el oleaje oceánico del S. es refractado a tal extensión por la punta sobresaliente de Arauco, que más al N. aparece finalmente como procedente del S.W. Por lo tanto, a causa de estos rasgos locales del litoral, no hay grandes fetches al S. Este factor limitante impide la formación de grandes olas. Tanto las teorías de SVERDRUP-MUNK como de PIERSON-NEUMANN lo consideran así, y sobre todo la última, que trabaja con fetchs limitados.

5. Referencias bibliográficas

D.O.P. (Lab. Hidr. de Peñaflor)
MISSION ASIST. TECH. LAB. C. D'HYDR. DE FRANCE

1960-1961. Misión Hidrográfica Puerto Constitución. I: Informe general. (Inédito).

D.O.P. - TUDOR ENG. CO.

1968. Wave Study. Supplement. Constitución. Chile. Sn. Fco. Cal. 19 pp.

MARINE ADVISERS INC.

1965. Oceanographic Investigation for a Warf Site at Constitución-Chile. La Jolla. Cal. 92038. Appendix A en TUDOR ENG. CO. (1965).

M.O.P. - D.O.P.

1953-1954. Rapport Général sur les travaux de la Mission d'Observations du Lab. Central d'Hydraulique de France; Au Port de San Antonio et a l'Embouchure de R. Maipo. 4ª Partie. Océanographie. (Inédito).

PIERSON W. J., G. NEUMANN, R. W. JAMES

1958. Practical Methods for Observing and Forecasting Ocean Waves by means of Wave Spectra and Statistics. H. O. Publ. 603. 284 pp. H

RADOK R.

1966. Ocean Surface Waves and Swell. **Sym. on Antartic Oceanography.** Stgo. 6 pp.

TUDOR ENG. CO.

1965. Report for a Waterfront facility. Constitución. Chile. S. Fco. Cal. 276 pp.

★ ★

El cobre juega un papel fundamental en los usos domésticos, en los transportes y en las comunicaciones.

★ ★

GENTILEZA DE SOC. MINERA "EL TENIENTE" S. A.