

NOTAS PARA EL PROYECTO DE OBRAS PARA DEFENSA Y REGENERACION DE COSTAS. COMPROBACIONES EN EL LITORAL NE. DE LA PENINSULA

Por AURELIO GONZALEZ ISLA, Ingeniero de Caminos.

Termina con el presente artículo el notable trabajo en que el autor aporta muy interesantes datos para obras de defensa y regeneración de costas. A continuación se resumen las obras ejecutadas en el litoral NE. de nuestra península y una información de importantes trabajos de esta índole en las costas norteamericanas, en todo lo cual se comprueba una vez más la eficacia de los planos de oleaje obtenidos por los métodos de nuestro compañero Iribarren.

(Conclusión.)

Otras obras.

Existen todavía otra clase de obras totalmente diferentes, y poco utilizadas todavía, para provocar la

regeneración de las playas. Entre ellas citaremos la creación de una barra artificial, paralela a tierra, en forma de escollera sumergida o semisumergida, que asegure la rotura de la ola y el depósito por decantación de los productos en suspensión.

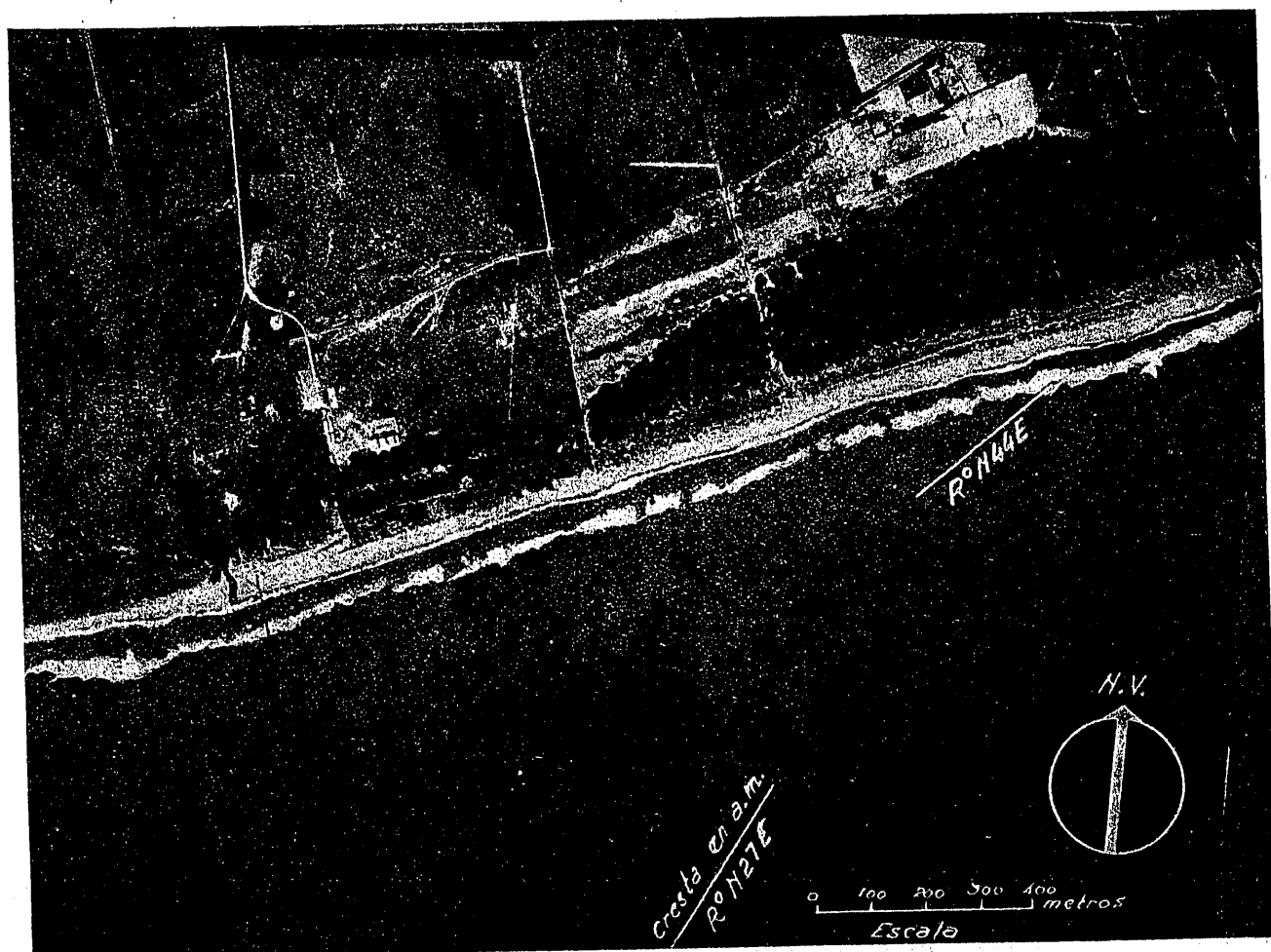


Foto. 1.ª — Marejada de Levante en el Prat de Llobregat. Longitud en alta mar, $L_d = 33$ m. Rumbo observado en alta mar = N 27 E. Rumbo observado de abordaje = N 44 E.

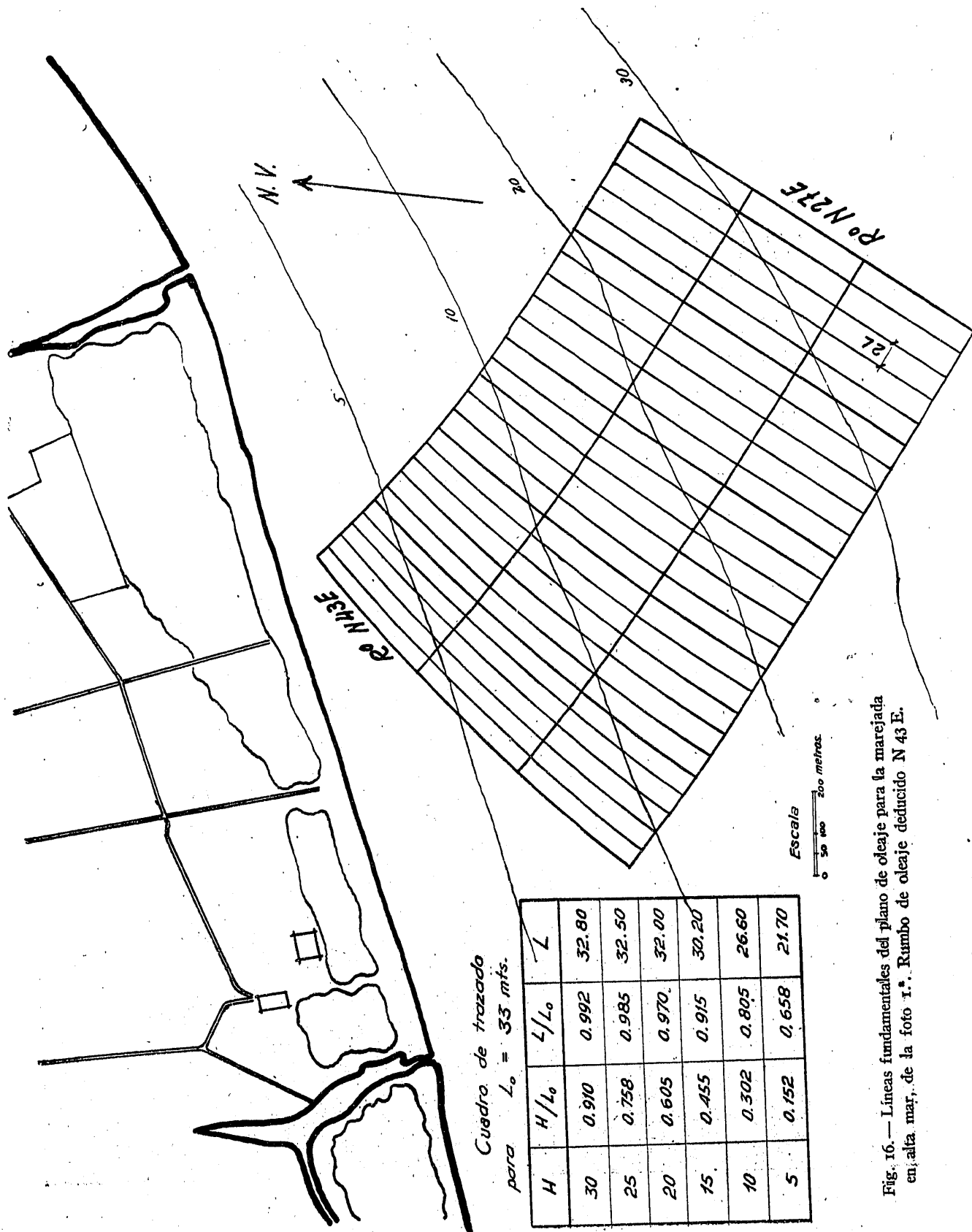


Fig. 16.— Líneas fundamentales del plano de oleaje para la marejada en alta mar, de la foto 1°. Rumbo de oleaje deducido N 43 E.

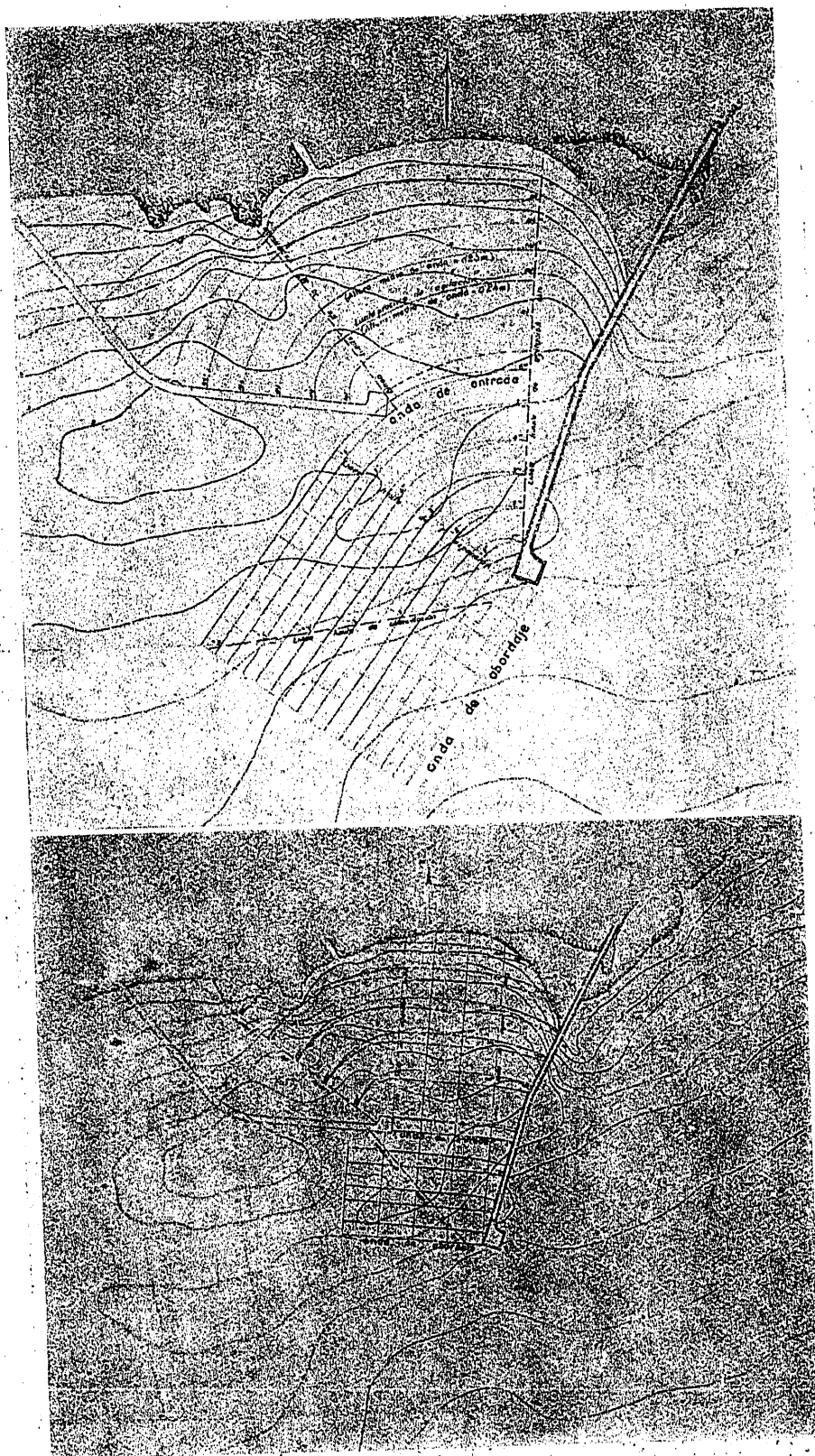


Figura 17.



Foto 2.ª — Playa estable a Poniente del dique de Levante, en el puerto de Arenys de Mar.



Foto 3.ª — Playa inestable a Levante del dique de Levante, en el puerto de Arenys de Mar.
Obsérvese el escalón de erosión.

Otro sistema es el de espigones de permeabilidad creciente, patentado por Mr. Stanley M. Wood, de Lake Bluff (Illinois).

El sistema de rompiente artificial tiene el inconveniente de su carestía y dificultad grande de cons-

Aplicación al litoral NE. de la península.

En el litoral de Levante-Norte de nuestras costas del Mediterráneo hemos tenido, durante los últimos siete años, ocasión de construir bastantes obras

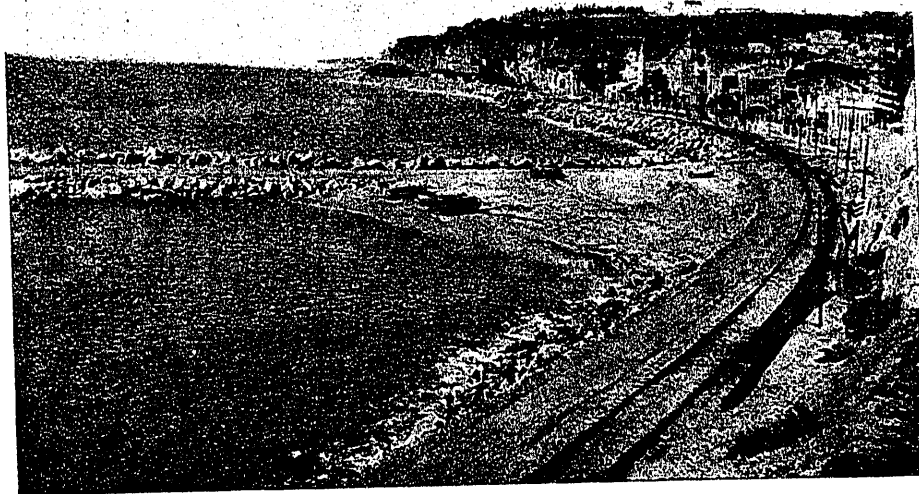


Foto 4.ª.

trucción. El de espigones permeables parece que aun no está suficientemente experimentado, y resulta de aplicación sólo en casos especiales.

En otro trabajo nos referiremos más extensamente a estos sistemas, que pudiéramos llamar "no clásicos".

Existe todavía una variante de los métodos clásicos, la cual utilizan corrientemente los norteamericanos. Consiste esencialmente en que, cuando por la escasez de las fuentes de alimentación naturales u otras circunstancias no se puede confiar en los espigones para provocar la regeneración de la playa, sólo se les utiliza para evitar su disminución y se forma la playa artificialmente con productos de dragados en la barra, que se impulsan sobre un sistema de espigones previamente construídos, hasta lograr la formación de una playa de las dimensiones que se deseen. En nuestro país, este sistema resulta sumamente caro y sólo aplicable a casos determinados.

de este tipo y observar el comportamiento, tanto de éstas como de otras antes construídas, ante los temporales, comprobando las conclusiones generales antes expuestas.

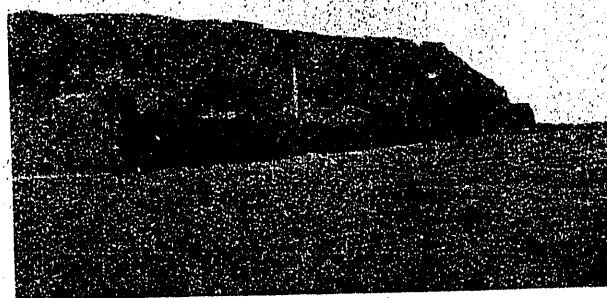


Foto 5.ª — Muro de la C. A. M. P. S. A. en su factoría del Morrot. Superestructura de hormigón sobre cajones indios.



Foto 6.ª — Averías en un muro rígido de defensa, y espigones cortos de hormigón, en San Vicente de Montalt.

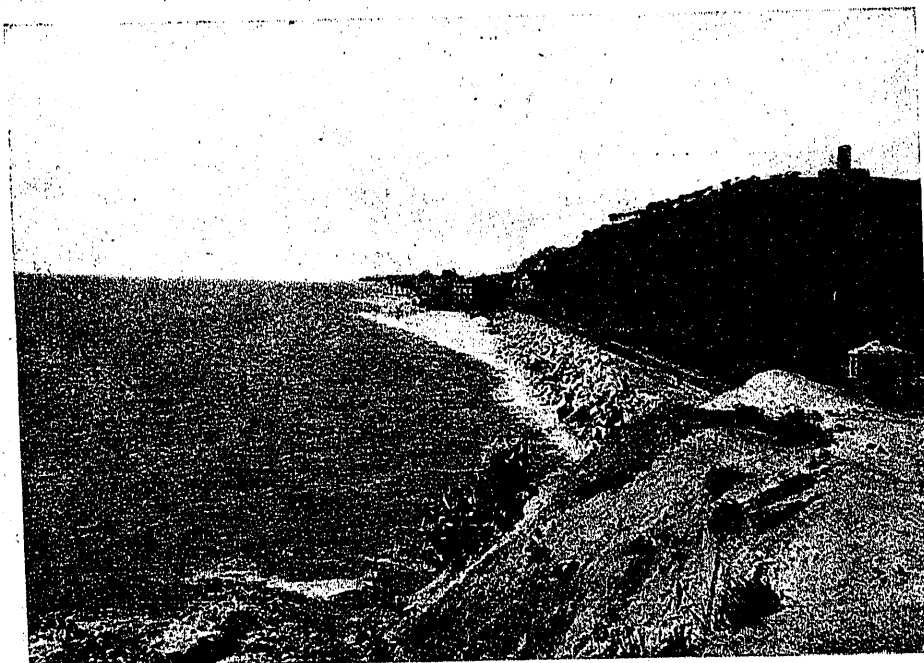


Foto 7.ª — Defensa longitudinal de escollera en Arenys de Mar.

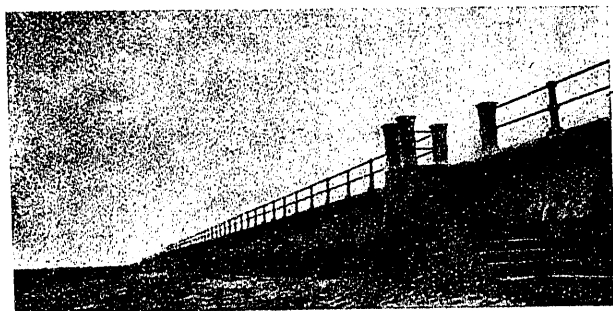


Foto 8.ª — Great Yarmouth. Muro de defensa de hormigón, con tablestacado de protección.

En esta costa, los temporales dominantes son de Levante y NE., y los reinantes, del sector SE. a SW., con características muy violentas los primeros, y en general flojos, pero persistentes, los segundos, con alternancias de algún Sur duro cada cinco o seis años.

El temporal de Levante tiene, en alta mar, una altura del orden de 6,00 m., y dura, como máximo, tres o cuatro días.

Señalemos, ante todo, la magnífica comprobación de la exactitud del sistema de planos de oleaje que nos han proporcionado la fotografía 1.ª en relación con la figura 16, y cuya comparación no requiere ningún comentario.

Como comprobación del comportamiento de un espigón aislado, hemos tenido los casos de San Pol de Mar y Arenys de Mar. El primer caso es análogo al que se refiere la figura 5.ª, y efectivamente, la playa estable se ha formado a Poniente (véase REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS, septiembre 1947), habiéndose podido prever, mediante el auxilio de los planos de oleaje, el comportamiento de la obra y el movimiento de la playa.

El caso de Arenys de Mar es característico. En una costa abierta se construyó el dique de Levante del puerto, que actuó, durante más de diez años, como espigón de gran longitud.

Hace poco más de un año se comenzó la construcción del dique de Poniente del mismo puerto, que actualmente tiene unos 200 m. de longitud. En la figura 17 se representan los planos de oleaje para este puerto.

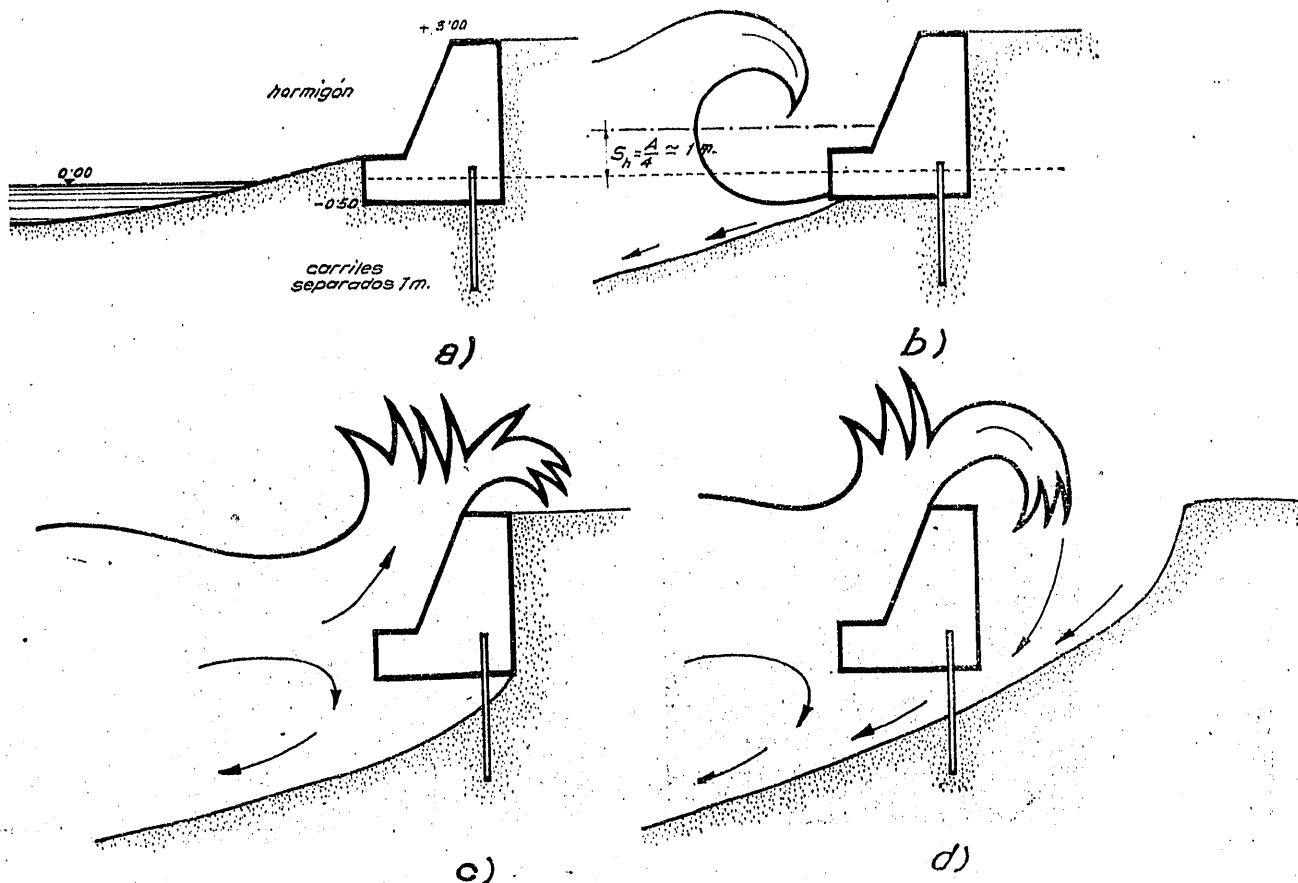


Fig. 18. — Origen de las averías del muro de San Vicente de Montalt, de la fotografía 6.ª.

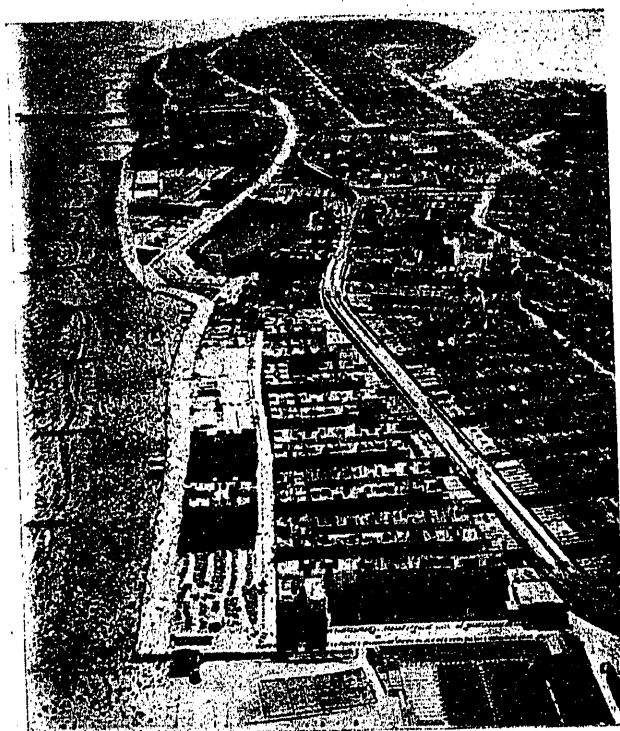


Foto 9.—Playa de Coney Island. El Paseo marítimo y la playa en 1925, después de la formación de la última por rellenos artificiales.

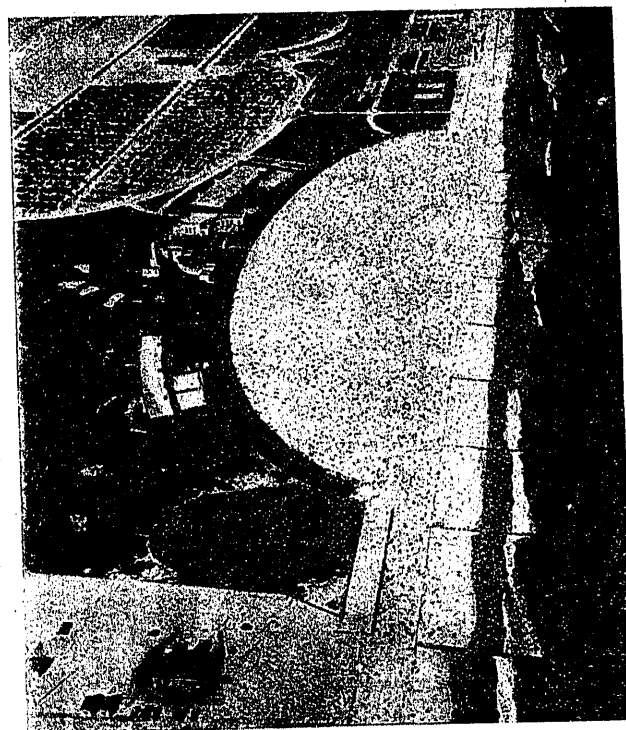


Foto 11.—Jacob Riis Park. Defensa longitudinal y espigones de tablestacas hormigonadas. Playa formada artificialmente con productos de dragado.

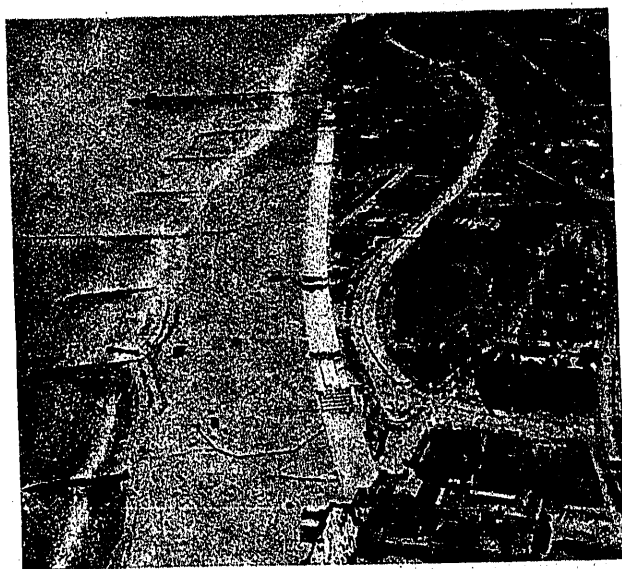


Foto 10.—Playa de Coney Island. Rectificación del Paseo marítimo en 1940.

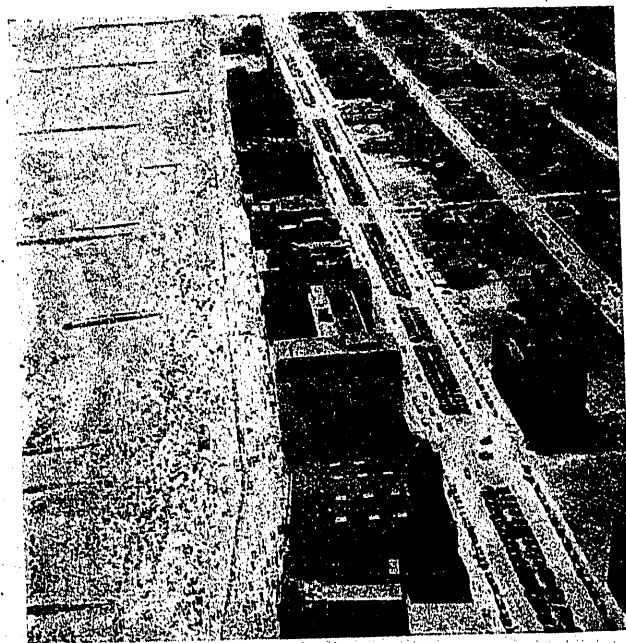


Foto 12.—Long Beach. Espigones de escollera. La regeneración de esta playa se hizo para defender las edificaciones cercanas.

Según éstos, y aplicando los razonamientos generales que hemos expuesto, veremos crecer una playa estabilizada a Poniente y formarse una inestable a Levante, del dique de Levante, originándose los puntos clásicos de ataque, como efectivamente se ha comprobado (fotos 2.^a y 3.^a).

Igualmente, de dichos planos de oleaje y para lo construido de la primera alineación (200 m.) del dique de Poniente, deducimos la formación de una playa inestable a Poniente y estable a Levante, fenómeno exactamente comprobado (fotografía 4.^a).

Debemos hacer notar que todas estas obras tienen más de 100 m. de longitud y llegan a calados de 6 a 7 m.

En San Vicente de Montalt, por el contrario, se construyeron en 1934 pequeños espigones rígidos de hormigón y mampostería, también de dirección Sur, o sea, del mismo sentido que San Pol y Dique de Levante de Arenys, saliendo sólo aproximadamente 1,00 m. del agua y con longitudes del orden de 25 m. Los resultados fueron absolutamente negativos, a nuestro juicio, porque estos espigones tan pequeños no llegaban a influir en los movimientos generales de arena, al ser de un orden de longitud más pequeño que el mecanismo de oleajes, barra, etc. (fig. 6.^a).

* * *

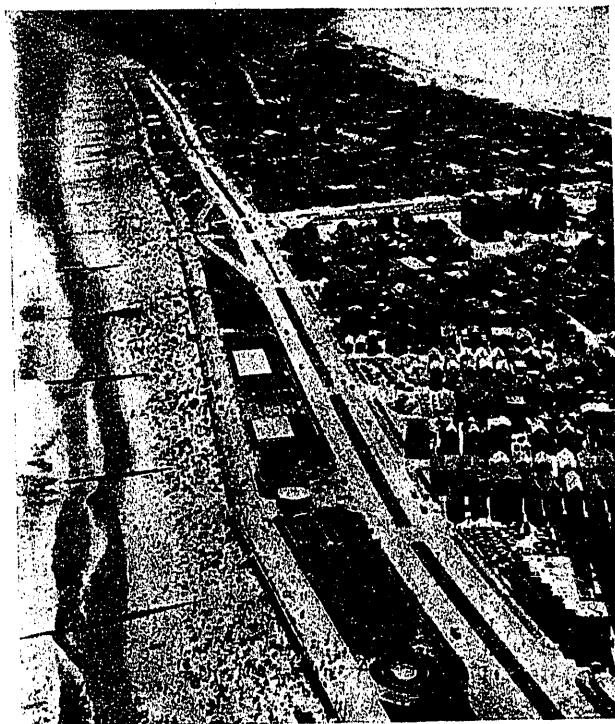


Foto 13. — Rockaway Beach. Inicialmente se construyeron espigones de escollera que más tarde fueron sustituidos por otros de permeabilidad creciente, sistema Wood.

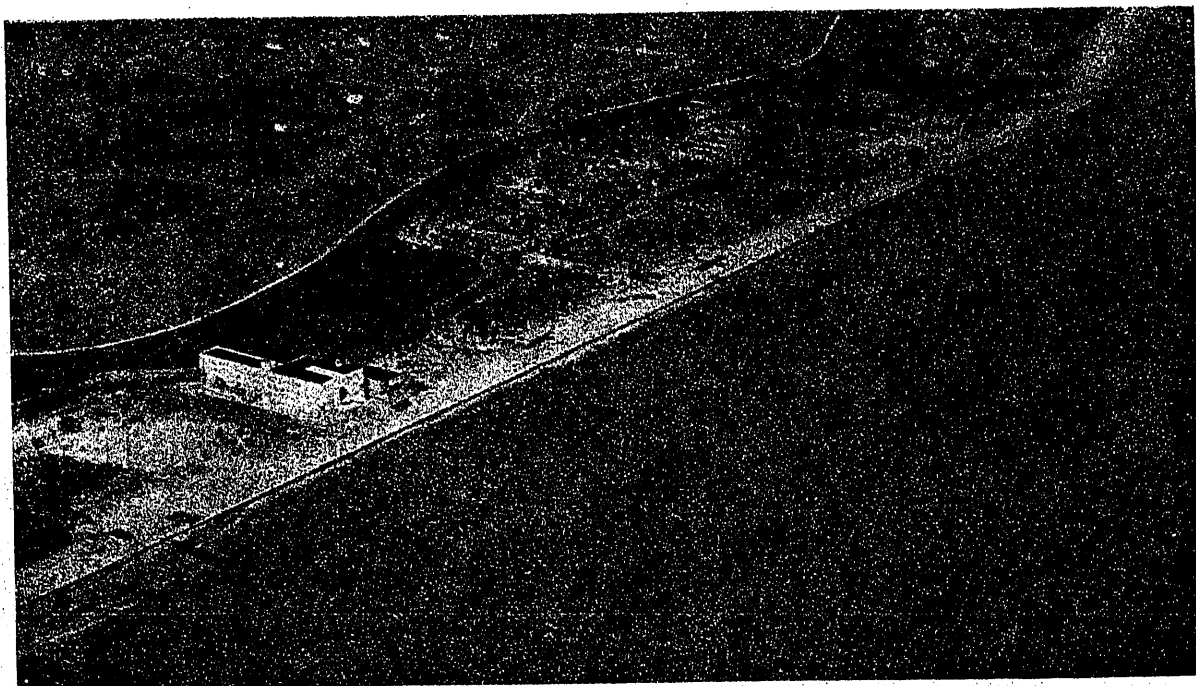


Foto 14. — Miami Beach (Florida). Defensa longitudinal y espigones de tablestacas.

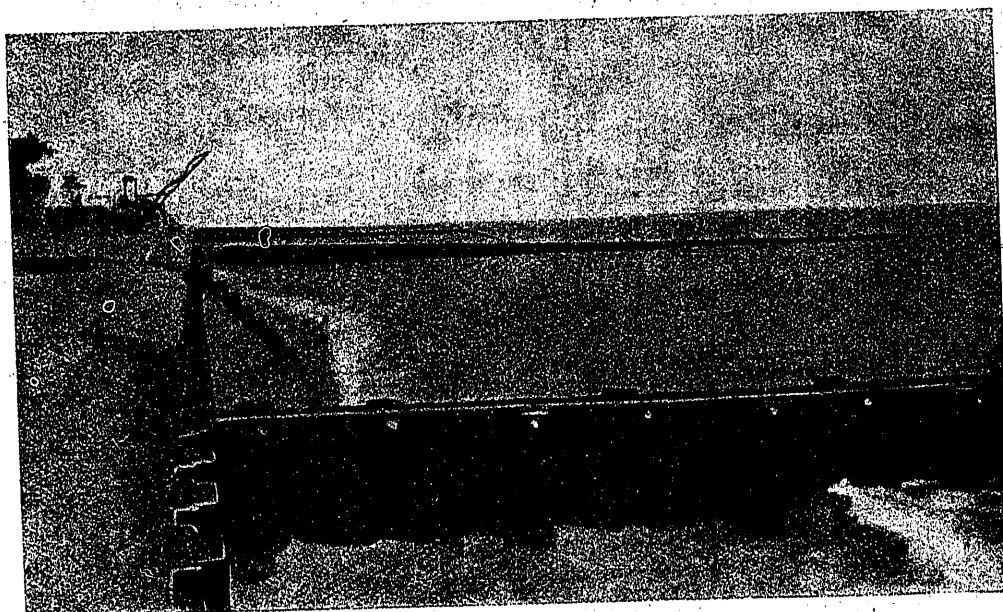


Foto 15.— Miami Beach. La misma obra de la foto 14.

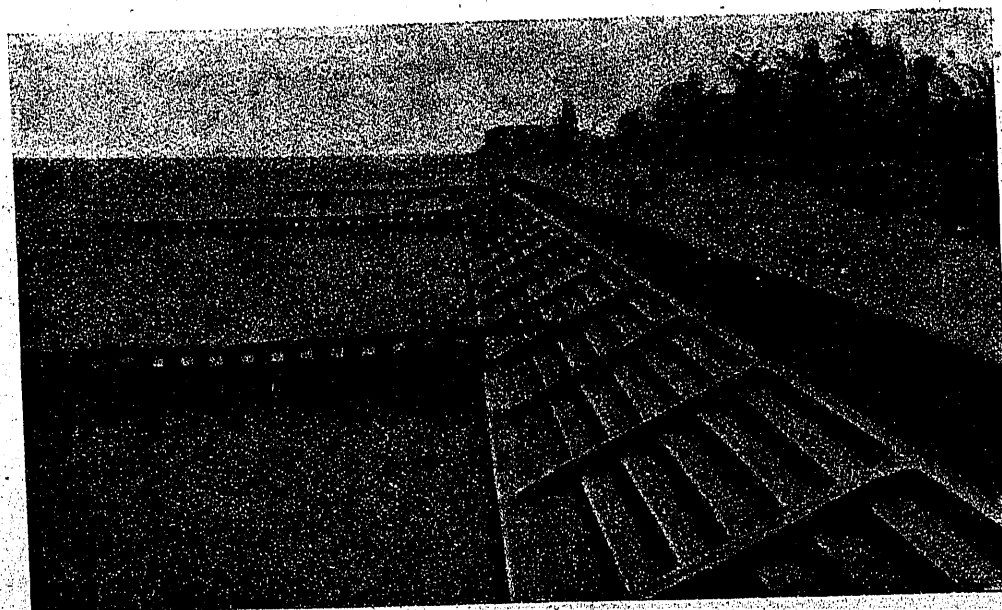


Foto 16. — Palm Beach. Espigones de tablitas y defensa longitudinal de hormigón sobre pantalla, también de tablitas

Como ejemplo de obras longitudinales hemos observado las representadas en las fotos 5.^a, 6.^a y 7.^a.

La 5.^a es el muro de la Campsa a que ya nos hemos referido. La 6.^a es un muro rígido de hormigón que ha dado mal resultado, como consecuencia del mecanismo que se indica en la figura 18. La 7.^a es una defensa longitudinal de escollera calculada con arreglo a las bases que dejamos dichas al tratar de estas obras y la cual ha obtenido un éxito que ha superado nuestras más optimistas esperanzas.

* * *

Para terminar estas ideas sobre obras de defensa, incluimos algunas fotografías de obras extranjeras de esta clase.

La foto 8.^a representa un muro de defensa rígido con pantalla de tablestacas, en Inglaterra.

Las fotos 9.^a a 13 se refieren a las importantísimas obras de regeneración de playas ejecutadas en las próximas a la ciudad de Nueva York.

En la de Long Beach se aprecia claramente la defensa longitudinal de tablestacas y los espigones del mismo material.

La obra de Coney Island fué la primera realizada, y se llevó a cabo en 1922. Consiste, esencialmente, en un tablestacado longitudinal de toda la longitud de la playa (unos 3 200 m.) y espigones de unos 200

metros, con los 60 m. iniciales de tablestacas y el resto de escollera, separados unos 200 m. El paseo marítimo es con piso de madera sobre pilotes y montantes de hormigón armado. Construidos los espigones sólo se confió a éstos la misión de retener la arena, la cual fué depositada artificialmente por medio de dragas de succión hasta completar los perfiles y forma en planta deseada. En 1940 fué necesario hacer una rectificación, abandonando parte del paseo marítimo, en la forma que se aprecia en la foto 10.

Ya en la foto 9.^a se ve la escasa playa mantenida en la zona que luego se abandonó. Esta obra costó, en 1922-1923, 1 900 000 dólares, lo que da idea de los presupuestos que requieren esta clase de obras.

Las fotos 14 a 16 representan obras de defensa en Miami (Florida), con plataformas costeras muy tendidas y rompientes alejadas.

Con esto damos por terminadas estas notas. El problema de regeneración o defensa de costas requiere, como hemos visto, un estudio particular en cada caso, pero creemos que después de conocida la geografía física de la costa, tanto en su morfología terrestre como en sus características meteorológicas y de temporales, el trazado de los planos de oleaje puede conducir, como hemos visto en este caso general, a una buena orientación para el proyecto de las obras. La gentileza de los Sres. Kyle y Latham, Ingeniero Jefe del Puerto y del Departamento de Parques, res-

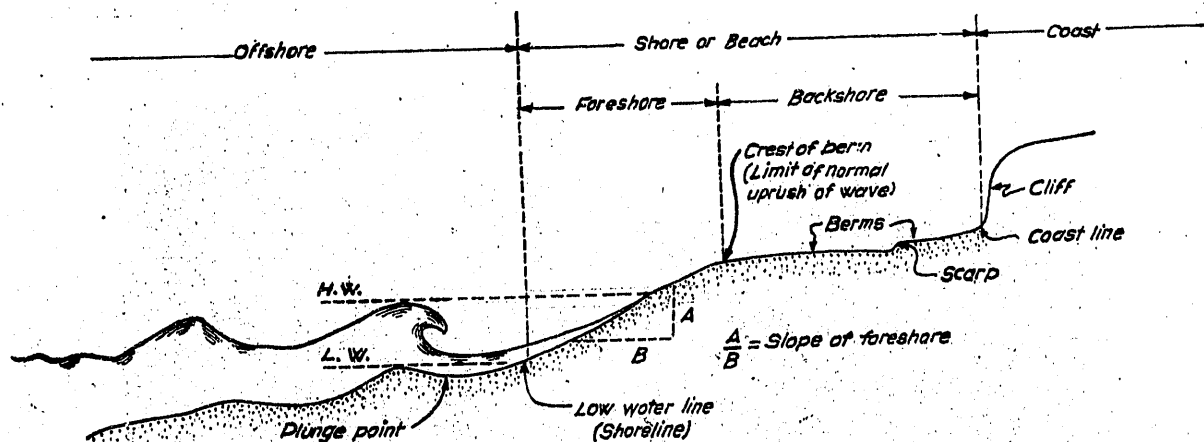


Figura 19.

Offshore = Plataforma costera: La zona que se extiende desde la línea de máxima bajamar en reposo hacia la mar. — **Shore or Beach = Playa:** La zona comprendida entre el límite del agua en bajamar y mar en calma y el límite del terreno que sufre movimientos por la acción normal de los oleajes. — **Coast = Costa:** La zona comprendida entre el límite de la playa y los terrenos utilizados tierra adentro. — **Foreshore = Playa mojada:** La parte de playa comprendida entre el límite de la mar y la línea que habitualmente alcanzan las aguas en sus movimientos, hasta marejadas reinantes inclusive. — **Backshore = Playa seca:** La parte de la playa que únicamente invaden las aguas durante los grandes temporales. — **Crest of Berm = Aristas de erosión:** La línea borde de las plataformas de playa, formada por la erosión de marejadas de segundo orden. — **Cliff = Escalón de erosión:** El límite entre la playa y la costa. Ocasionado por la acción del oleaje cuando sufre movimientos hacia tierra, se dice que existe erosión. — **Coast line = Pie del escalón de erosión.** — **Scarp = Escalones de erosión de marejadas:** Las contrahuellas de las plataformas de playa. — **Berms = Plataforma de playas:** Las partes de la playa sensiblemente horizontales, formadas por los depósitos y erosiones sucesivos. — **$\frac{A}{B}$ = Slope of foreshore = Pendiente de estabilidad de la playa mojada:** De acuerdo con el tamaño de sus granos y la altura de marejadas reinantes. — **Shoreline = Límite del mar:** Límite de las bajamares en reposo, siempre que no se especifique más. — **Plunge point = Punto de rotura:** El lugar del perfil en el que rompe la ola.

pectivamente, de la ciudad de Nueva York, y la amabilidad del Sr. Stelzenmüller, del Beach Erosion Board, Oficina Federal Norteamericana encargada del proyecto de estas obras en aquel país, me ha permitido comprobar que las deducciones obtenidas de la aplicación de los métodos de nuestro ilustre Profesor Iribarren coinciden con las observaciones y resultados obtenidos por ellos con una experiencia mucho más grande de obras realizadas.

Señalo, finalmente, un índice bibliográfico de las últimas obras, en lengua inglesa, sobre estos problemas, y en la figura 19 he reproducido, por si pudiera facilitar la lectura de trabajos relacionados con este tema, los términos usuales del léxico técnico norteamericano relativos al mismo.

Datos bibliográficos.

- "Shore Processes and Shore Line Development", by D. W. Johnson. John Wiley & Sons. Inc. New-York.
- "Treatise on Sedimentation", by W. H. Twenhofel, The Williams & Wilkins Company. Baltimore.
- "Recent Marine Sediments", by R. D. Trask. *The American Association of Petroleum Geologists*. Tulsa. Oklahoma.
- "Physics of Blown Sand and Desert Dunes", by R. A. Bagnold. William Morrow & Company. New York.

- "Summary of Theory of Oscillatory Waves". *Beach Erosion Board Technical Report*. N.º 2.
- "Wind, Waves and Swell". *The Scripps Institution of Oceanography. University of California*, La Jolla, California (H. O. Misc. 11275, U. S. Navy).
- "Ocean Waves and Kindred Geophysical Phenomena", by Vaughan Cornish. T. Fisher Unwin, London.
- "Coast Erosion and Protection", by Ernest R. Matthews Charles Griffin & Co., Ltd. London.

Bibliografía.

- RAMÓN IRIBARREN: "Obras de abrigo de los puertos". (Planos de oleaje). — *Revista de Obras Públicas*, enero 1941.
- FERNANDO RODRÍGUEZ PÉREZ y RAMÓN IRIBARREN: "Planos de oleaje. Influencia de la pendiente del fondo". — *Revista de Obras Públicas*, julio 1946.
- RAMÓN IRIBARREN: "Corrientes y transportes de arenas ocasionados por el oleaje". — *Revista de Obras Públicas*, mayo y junio 1947.
- "Una fórmula para el cálculo de diques de escollera". Pasajes, 1938.
- "Cálculo de diques verticales". — Pasajes, 1938.
- PABLO SUÁREZ: "El trazado de las obras exteriores de los puertos y la conservación de sus calados". — *Revista de Obras Públicas*, octubre 1945.