

# Efectos de las Marejadas en las Costas Ecuatorianas

**Silvia María Espín**

## **INTRODUCCION**

Nuestra costa es un recurso natural que merece una especial atención ya que se encuentra continuamente expuesta a la acción del oleaje y en muchos casos de una manera destructiva como en la ocurrencia de un evento. El Niño en que el incremento del nivel del mar, la presencia de ondas internas que se acercan al continente y las tormentas tropicales generadas en el Pacífico central alteran en forma significativa el régimen de olas en casi todas las regiones y que se ve reflejado muchas veces en la fuerte sedimentación o erosión de nuestras playas lo que en la mayoría de los casos representa pérdidas tanto naturales como económicas para nuestro país.

Con la llegada de la época invernal, normalmente se presentan en forma ocasional, oleajes fuertes provenientes del Pacífico Norte que afectan de diversas maneras a nuestras costas. Estos oleajes, que se los conoce como "marejadas" pueden

ser aún más fuertes cuando ocurren ciertos cambios climáticos como la presencia de un evento El Niño.

Comprender las características del oleaje en las regiones costeras en términos de altura, período y dirección se vuelve entonces de gran importancia para el conocimiento de la circulación de las aguas y los procesos tanto hidrodinámicos como morfológicos de las zonas costeras en especial en el planeamiento, diseño y construcción de puertos, terminales y obras con fines pesqueros, turísticos, industriales y urbanos, que son de gran interés para el desarrollo económico de una región.

Es así que INOCAR con el fin de contribuir a estos conocimientos viene realizando desde hace mucho tiempo estudios de olas que no solo han cubierto la costa del Ecuador sino que también se han extendido a la región insular. De estos estudios se han obtenido series de tiempo a corto y largo período que analizadas con herra-

mientas matemáticas, estadísticas y de análisis espectral han dado una visión más amplia y clara de la climatología del oleaje en regiones como: Salinas, Manta, Jaramijó, Jubones, Monteverde, Bahía de Caráquez, Valdivia y la isla San Cristóbal en la región insular. Cada una de estas series de datos, como la figura No. 15, han servido para el desarrollo de diversas actividades, desde la planificación y construcción de muelles y tendidos de tuberías submarinas hasta la evaluación de los cambios morfológicos que han sufrido nuestras costas con el paso del tiempo y las alteraciones que han sufrido estas zonas cuando se presentan condiciones anormales.

Un aspecto muy importante en este tipo de estudios es la calidad de datos que se registren para la obtención de series de tiempo, las mismas que podrían estar conformadas desde valores tomados de observaciones visuales hasta valores registrados por sensores de presión u olígrafos de alta sensibilidad, Figura No. 16 que son instalados en una área de estudio. Obviamente las mejores series serán aquellas medidas por un sensor electrónico las cuales, en la mayoría de los casos, proporcionan datos de alturas y períodos de olas, existiendo equipos que tienen además la capacidad de registrar la dirección del oleaje.

### **CARACTERISTICAS DE LAS OLAS EN LA COSTA**

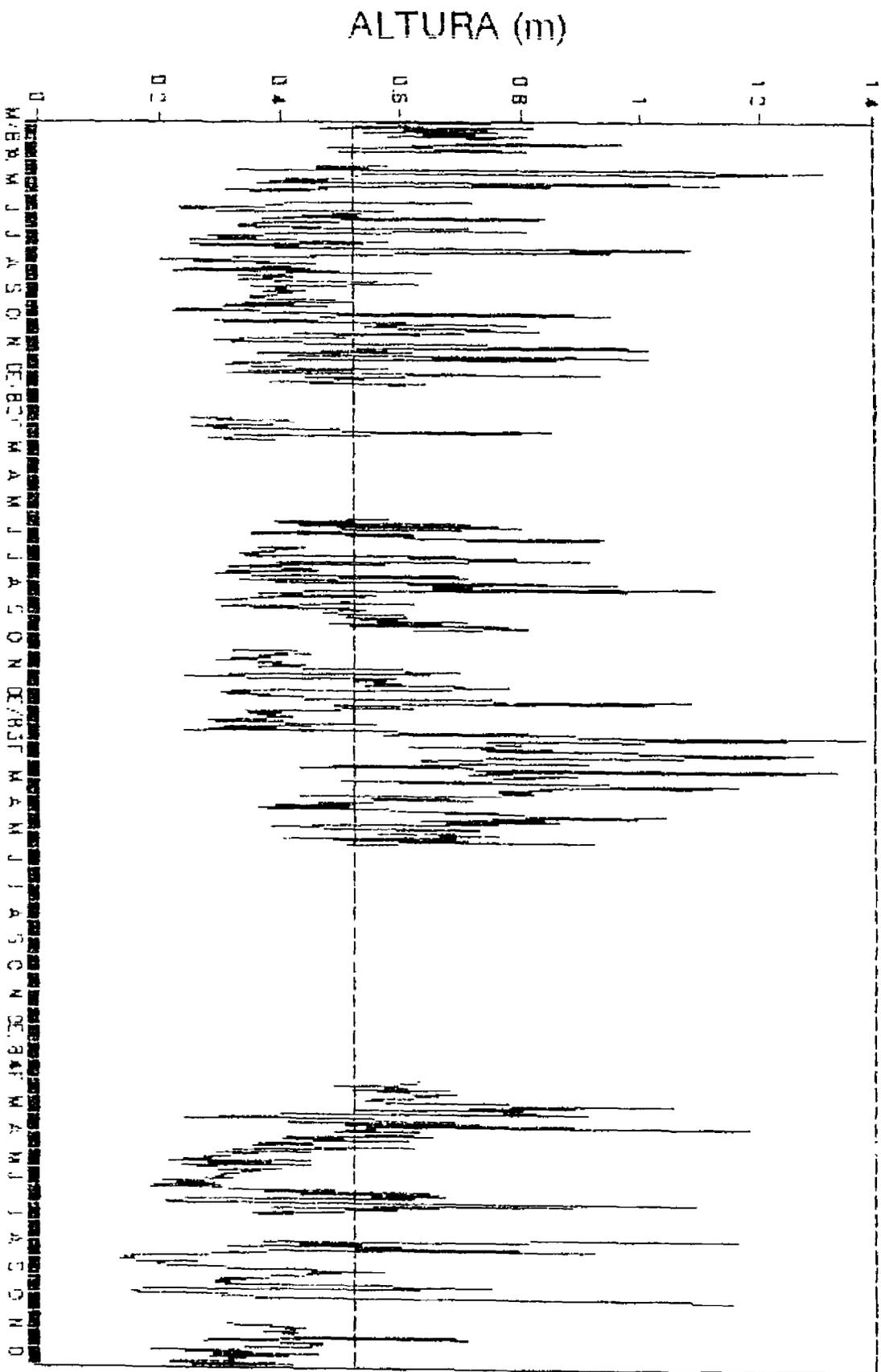
Desde la década de los 70 hasta la fecha INOCAR ha venido recopilando datos de altura y período de olas para diversas

áreas de la costa ecuatoriana y de la región insular, existiendo hasta el momento la mayor densidad de estos registros en la costa central del Ecuador. Toda esta información está siendo recopilada y procesada en un Banco de Datos de Olas que se encuentra en el Centro de Datos Oceanográficos de INOCAR.

Áreas continentales como insulares han sido estudiadas de diversas formas y por distintos períodos de tiempo llegándose a establecer las características del régimen del oleaje para cada una de ellas. De la información obtenida hasta la fecha se concluye brevemente que el oleaje que llega a la costa central continental del Ecuador, en condiciones normales, tiene características de mar de leva, ya que los períodos medios encontrados aquí fluctuaron entre 16 y 22 segundos y las alturas significativas medias de 0.3 a 0.6 m. Conociendo que las olas de viento (sea), se caracterizan por tener forma empinada y períodos menores a 8 segundos y las de mar de leva (swell) por ser más alargadas, aparentemente bajas y con períodos mayores a 12 segundos, se puede determinar que las olas normales que se presentan en la costa ecuatoriana son generadas por acción de los vientos lejos de la costa, las mismas que se propagan a través del océano llegando luego como mar de leva, especialmente en la zona de Bahía de Caráquez, Jaramijó, Valdivia, y Monteverde. Es de destacar también el comportamiento estacional que presentan estas series, observándose que durante los meses correspondientes al invierno predominan siempre olas con alturas significativas mayores a la media. Casos claros

ALTURA DE OLA

MONTEVERDE (03/81 - 12/84)



MESES

FIGURA Nº 15

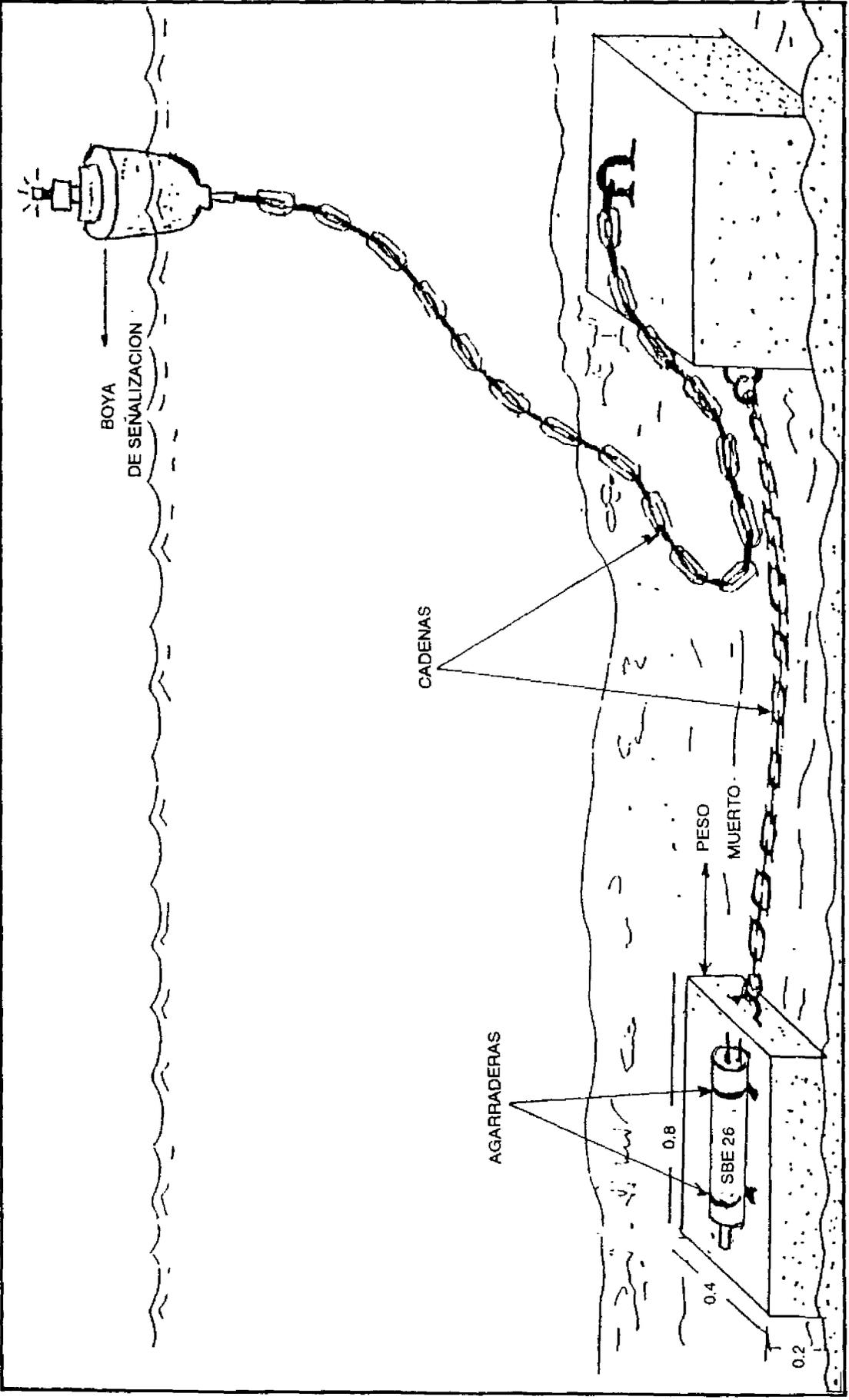


Fig. Nº 16 SISTEMA DE ANCLAJE PARA LA INSTALACION DE UN OLIGRAFO

de este hecho son los presentados en Jaramijó y Monteverde, donde se ha podido hacer un análisis de la variación estacional del oleaje, determinándose que las olas con mayores alturas significativas ocurrieron con más frecuencia entre los meses de Noviembre y Abril, declinando en su altura para los restantes meses del año, Figura No. 17. En Salinas el caso también se presenta y para los meses de invierno las olas presentan alturas significativas muy superiores a la altura media o normal, figura No. 18. En contraste con lo indicado anteriormente el oleaje en la región insular (Isla San Cristóbal) se comporta de manera totalmente opuesta, ya que las mayores alturas registradas se han encontrado durante los meses de Julio a Noviembre y decayeron completamente para el resto del año, figura No. 19.

A continuación se presenta un cuadro que resume las características del oleaje en términos de altura y período de las olas en las principales áreas de la costa de donde se tienen hasta el momento registros.

Otro aspecto importante en el conoci-

miento del régimen del oleaje que llega a la costa es el análisis de la refracción de las olas, y de los estudios realizados se observa de manera general que las zonas costeras de Bahía de Caráquez y Jaramijó reciben oleaje proveniente del noroeste influenciado en forma mínima por el efecto refracción, lo que indica que la ola tiene poca variación en su altura y por ende la energía se mantiene a lo largo de toda su trayectoria desde aguas profundas hacia aguas rasas. Con respecto a las zonas de Valdivia y Monteverde, el oleaje es refractado durante su propagación dispersando la energía de las olas y por tanto disminuyendo la altura de ola que arriba a estas zonas, salvo algunos casos en que las olas llegan desde el suroeste. Figuras Nos. 20, 21 y 22.

Hasta ahora se ha hablado del oleaje en condiciones normales, pero éste también se encuentra influenciado por fenómenos naturales que lo alteran y aceleran los procesos hidrodinámicos y morfológicos normales que se dan en la zona costera. Durante los años en que se presenta el

**TABLA III**

<b>LOCALIDAD</b>	<b>Hs. max.</b>	<b>HS</b>	<b>Hs. min.</b>	<b>T (seg)</b>
Bahía Caráq.	1.05	0.45	0.22	17.3
Jaramijó	2.33	0.47	0.05	21.9
Valdivia	1.13	0.51	0.23	16.9
Monteverde	1.86	0.55	0.08	20.5
Salinas	2.33	0.72	0.23	17.0
Pta. Blanca	0.77	0.33	0.09	14.3
San Cristób.	0.82	0.11	0.01	23.0

**Resumen de los datos de alturas significativas en metros y períodos medios.**

ALTURA DE OLAS  
SALINAS(06/11/91-29/04/93)

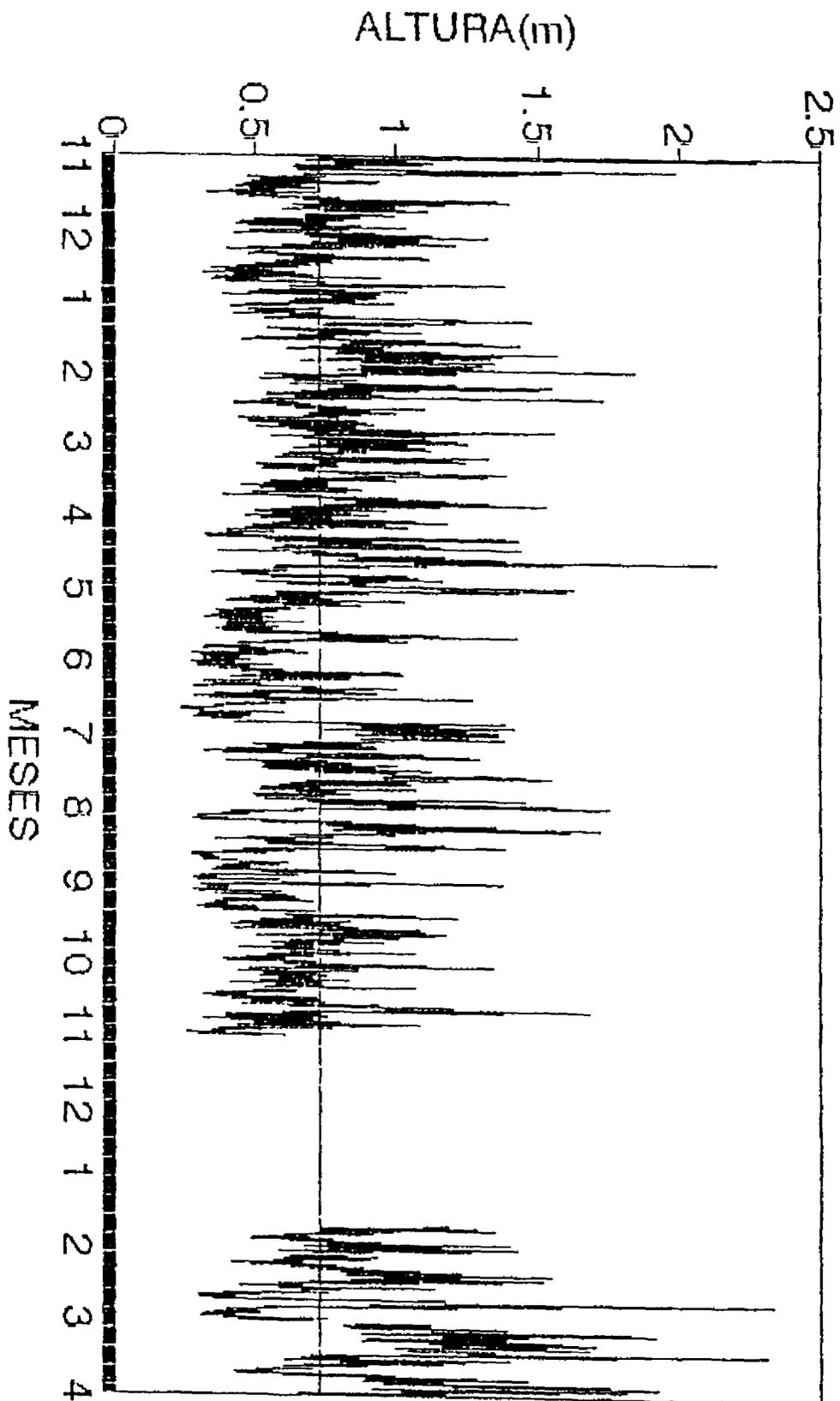
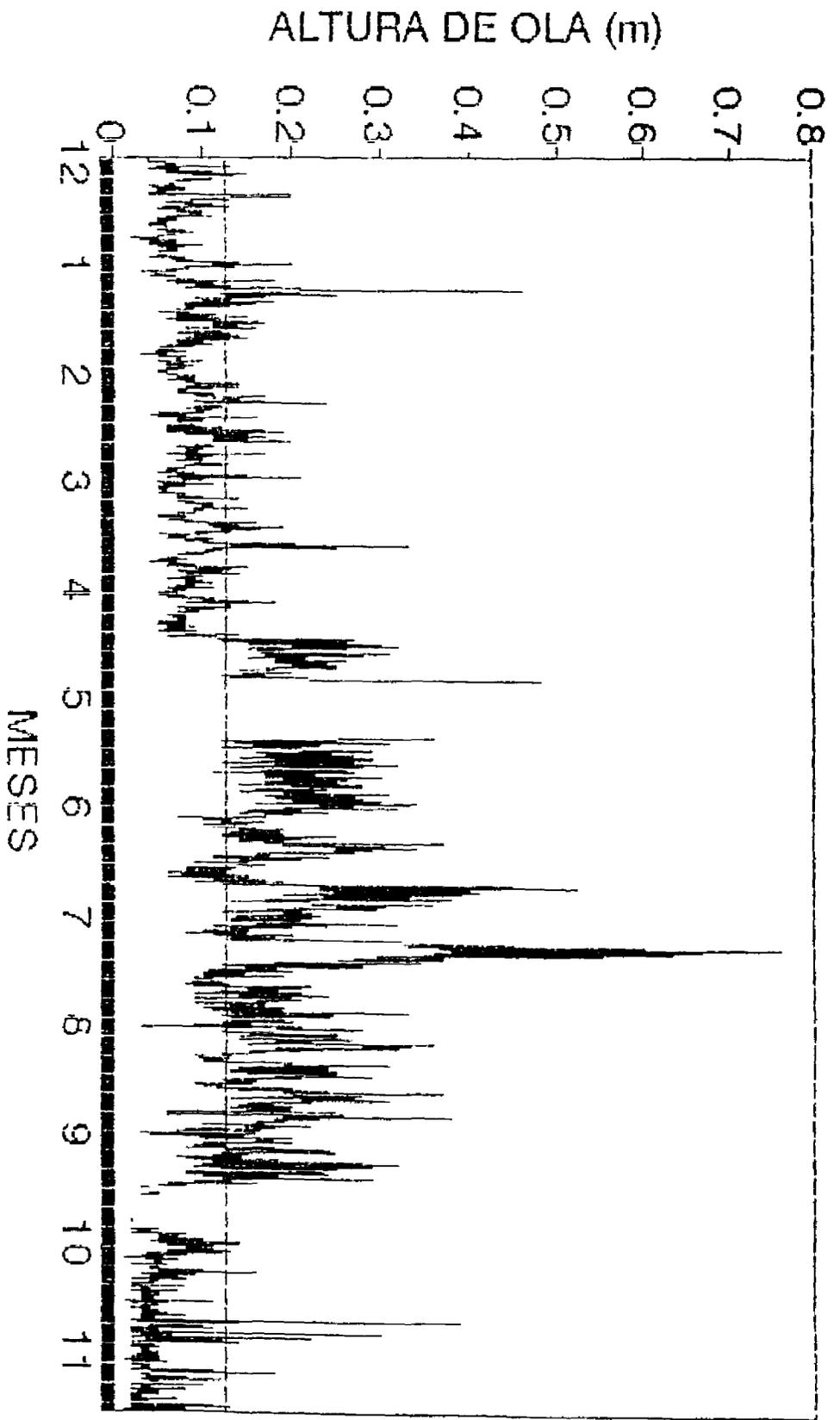


Fig. Nº 17

ALTURA DE OLA  
SAN CRISTOBAL (04/12/90-13/12/91)



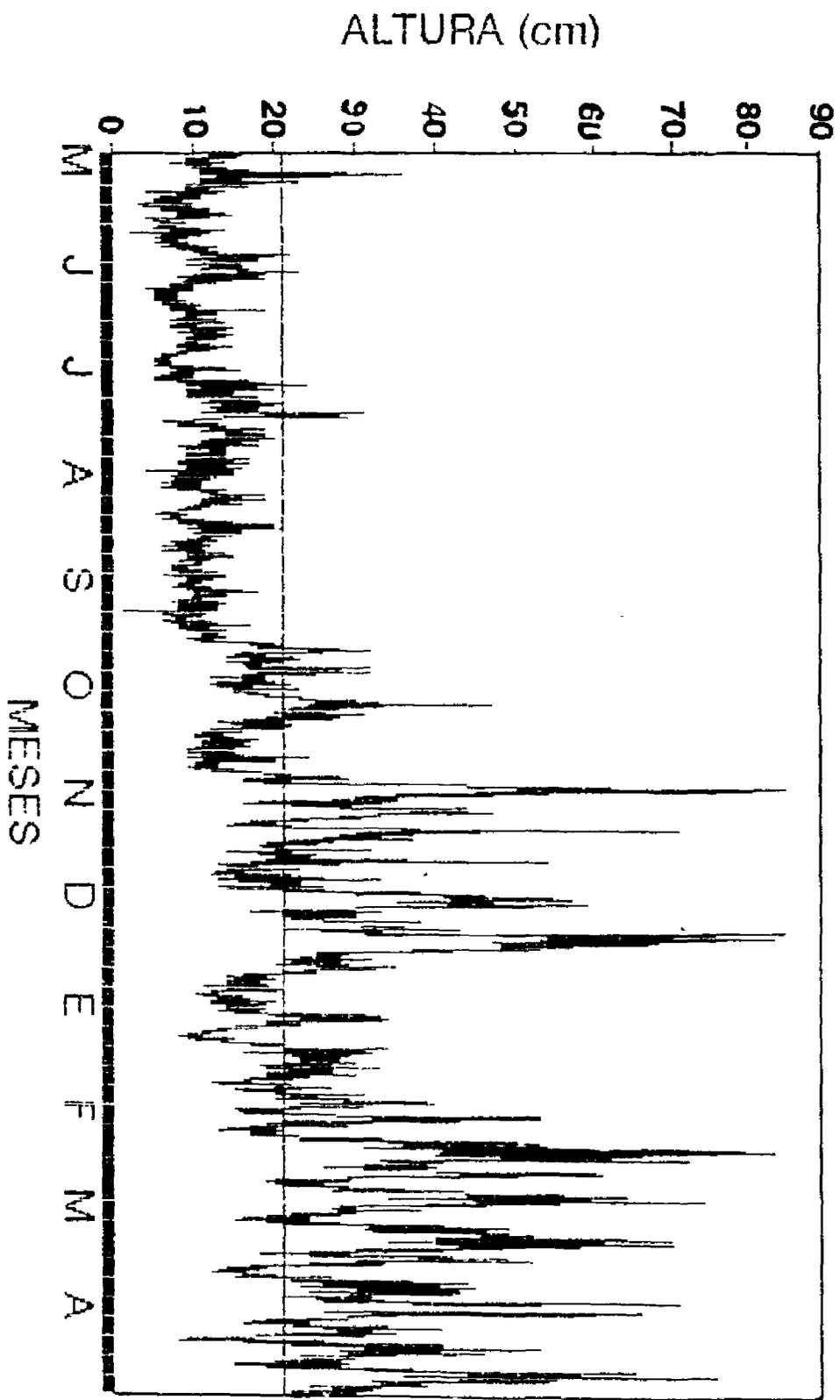
ALT PROM

Fig. Nº 18

ALTURA DE OLAS

# ALTURA DE OLAS

JARAMILLO (04/29/92-04/29/93)



--- ALT PROM

Fig. Nº 19

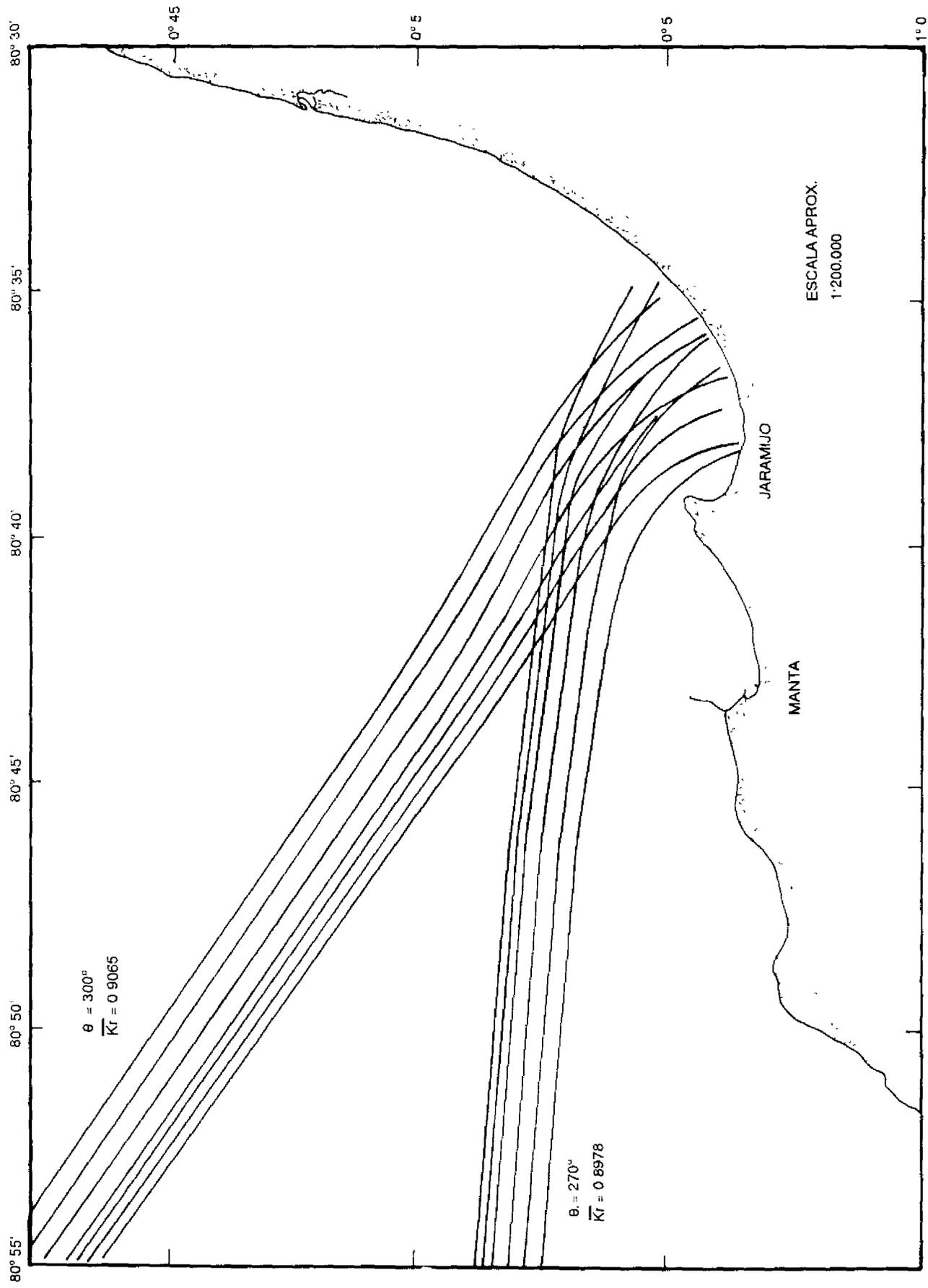


FIGURA N° 20 - REFRACCION DE OLEAJE EN LA ZONA DE JARAMIJO. T = 14 seg.

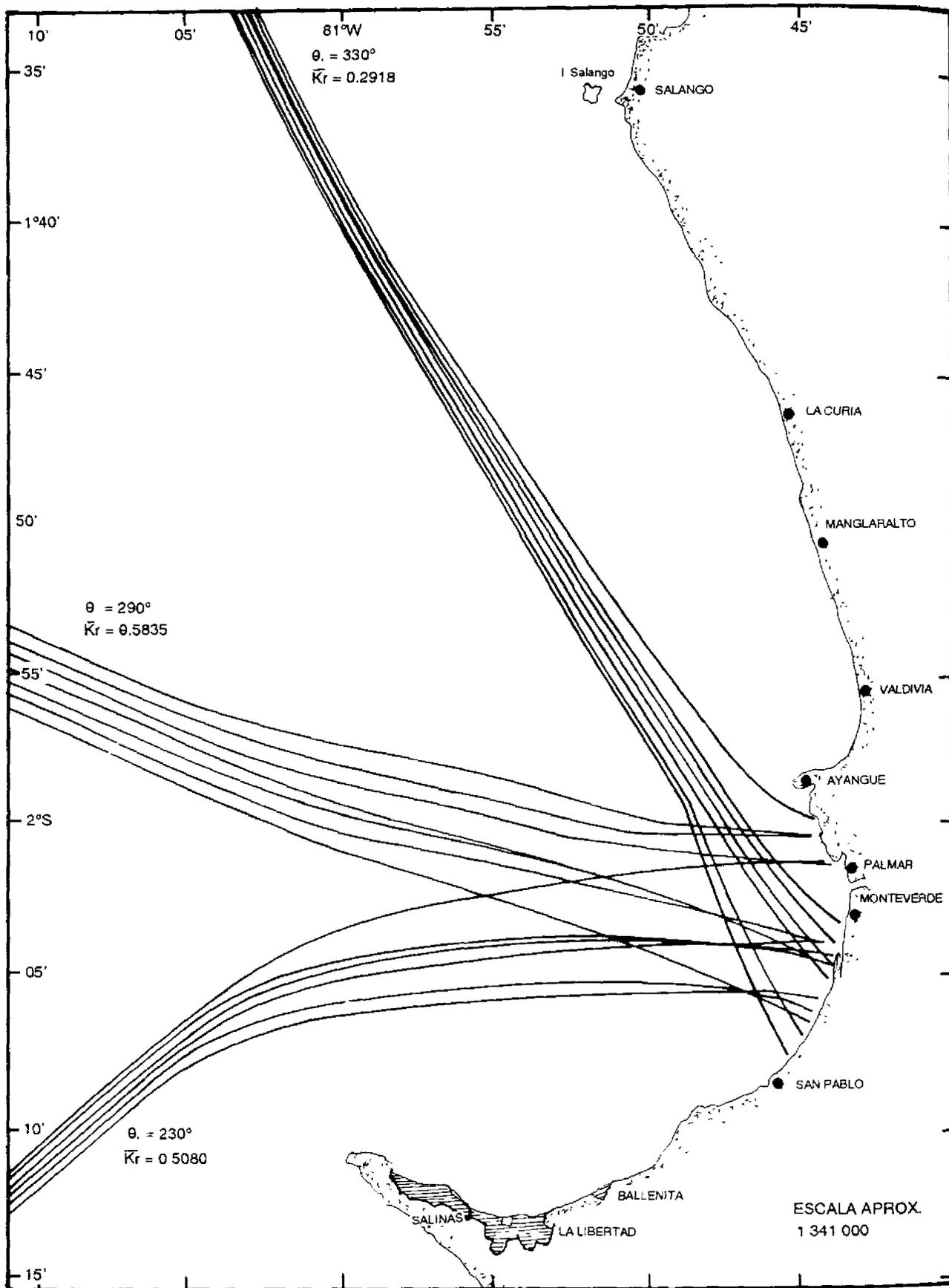


FIGURA Nº 21- REFRACCION DE OLAJE EN LA ZONA DE MONTEVERDE. T= 16 seg.

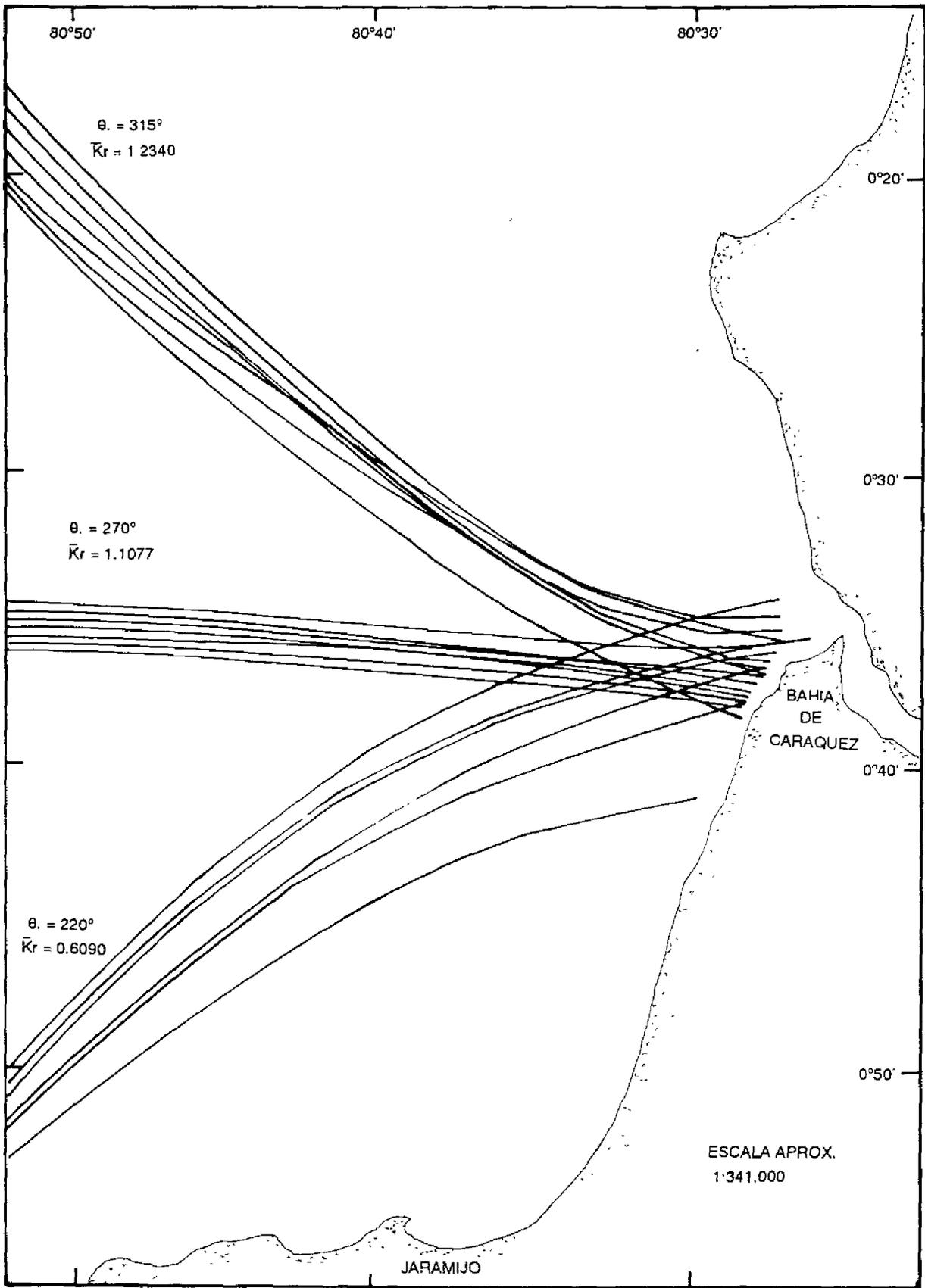


FIGURA Nº 22 - REFRACCION DE OLAJE EN LA ZONA DE BAHIA DE CARAQUEZ. T= 18 seg.

evento de El Niño, por ejemplo, el régimen del oleaje sufre un brusco cambio en cuanto a la altura y período de las olas, que se ve favorecido por el incremento para esta época del nivel medio del mar, el arribo de ondas Kelvin hacia la costa y la formación de tormentas tropicales en el Pacífico Occidental.

En las costas oceánicas, como en el Ecuador, las olas generadas en las aguas ribereñas por vientos desde mar afuera se ven acompañadas muchas veces por una marejada de origen distante. Estas marejadas oceánicas, generadas principalmente por tempestades originadas en el Pacífico oeste y en el suroeste, de tipo alargadas y bajas (el período de ola por lo general supera a los 12 segundos), son relativamente potentes y actúan directamente en el litoral arenoso que da al suroeste entre Salinas y Playas, y sufren refracción llegando a las playas de rompiente desde el norte de Salinas hasta el norte de Puerto Cayo.

### **EFFECTOS DEL OLEAJE EN LAS ZONAS COSTERAS**

La acción del oleaje es importante en lo que se refiere a configurar el perfil de las playas y de los acantilados que son erosionados hasta descubrir los afloramientos de la roca blanda, es así que las olas empinadas llevadas por el viento hasta romper en la costa son más erosivas que las olas suaves y bajas que tienen lugar en tiempo de relativa calma, esto es debido a que las olas rompientes disipan su energía en un golpe de agua intenso que tiende a barrer la arena y los guijarros hacia la costa y

ampliar el perfil de la playa. Por otra parte las olas que llegan formando ángulo con el litoral producen desplazamiento del sedimento a lo largo de las playas, indicando a menudo por el crecimiento de lenguas de arena, como en Posorja, la desviación de desembocaduras de ríos o lagunas, como en Bahía de Caráquez, y la acumulación de material de playa a lo largo de promontorios y rompeolas, como en Manta.

Durante el evento El Niño 82-83 fue cuando se observó las olas más altas que se han registrado en todo el litoral, presentándose para esa época varias marejadas que pusieron la alarma en el sector costero. La presencia de esta anomalía produce en la mayoría de los casos que la altura de ola sea duplicada o triplicada en su llegada a la costa ocasionando serios e irreparables daños en las estructuras y poblaciones costeras.

### **EFFECTOS DE LAS MAREJADAS DURANTE EL FENOMENO EL NIÑO 82-83 EN LA MORFOLOGIA DE LAS PLAYAS**

Ya que el evento El Niño ocurrido en el 82-83 ha sido el más fuerte que se ha registrado en los últimos tiempos, es de destacar el efecto que causó el oleaje producido por las marejadas en nuestro litoral para esa época. Definitivamente los procesos morfológicos en el litoral se aceleraron por completo transformando en poco tiempo playas que antes permanecían apacibles. A continuación resumiremos los principales efectos en nuestro litoral, figura No. 23.

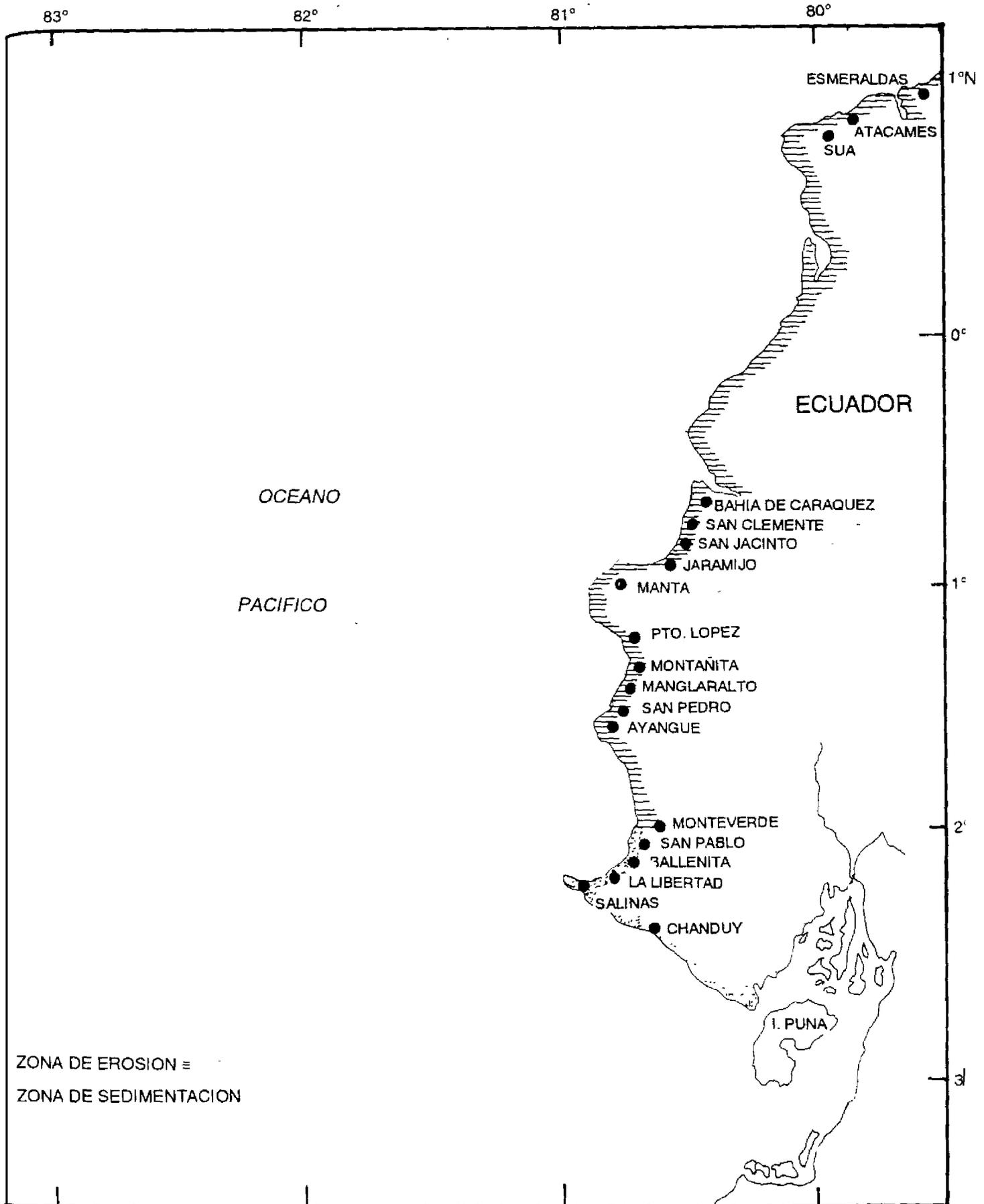


Fig. Nº 23 EFECTOS DE LAS MAREJADAS DURANTE EL NIÑO 82-83 EN LAS COSTAS ECUATORIANAS.

- Erosión en Súa y Atacames.
- Erosión en San Jacinto y San Clemente. Estas dos poblaciones fueron seriamente afectadas debido a la destrucción de muchas viviendas.
- Erosión en Bahía de Caráquez.
- Erosión en Manta, daños en las playas de El Murciélago y Tarqui y en el rompeolas. Las olas sobrepasaron los 3 m. de altura.
- Erosión de una capa de arena de 1 m. de espesor en la playa de Jaramijó, el mar avanzó 30 m. aproximadamente más adentro de lo normal. Se destruyeron viviendas.
- Erosión de unos 50 cm. de la playa en Puerto López. Olas de 3 m. aproximadamente.
- Erosión de la playa de unos 60 cm. de arena en Olón. Las olas que se observaron fueron de 5 a 6 m. La marejada arrojó una fina capa de piedrecillas a la playa.
- Erosión en la playa de Manglaralto, quedando 1 m. más abajo de lo normal. Las olas se presentaron con alturas de 4 a 6 m. Se destruyeron viviendas.
- Deslizamientos en las bases de los acantilados en Montañita por efectos de la erosión.
- Erosión de unos 30 cm. en la playa de Cadeate.
- Erosión de la playa de 50 cm. de espesor aproximadamente en San Pedro y Valdivia. Olas de 4 a 6 m. de altura.
- Sedimentación de 40 cm. en toda la playa de Ayangue. Las olas rompientes

eran de 2 a 3 m. de altura.

- Sedimentación de una capa de arena de 50 cm. de espesor en Palmar después de la marejada del 30 y 31 de Enero de 1983.
  - Equilibrio de la playa en San Pablo. Las olas rompían con una altura de 3 m.
  - Sedimentación en Ballenita de unos 40 cm. de arena. Erosión en el acantilado.
  - Sedimentación de unos 80 cm. de arena en algunos lugares y erosión en otros en La Libertad. Destrucción del malecón y algunas viviendas y calles. Las olas rompían con 5 a 7 m. de altura.
  - En Santa Rosa las olas rompían antes de entrar a la ensenada con una altura entre 2 y 3 m. No se causó mayor daño en la playa.
  - Sedimentación en Salinas, de 1 a 2 m, el espesor de la capa de arena y acumulación de conchilla. Las olas rebasaron el malecón depositando arena en las calles. Ligeros daños en villas y en el rompeolas de Yatch Club. Las olas alcanzaron 2 y 3 m de altura al momento de romper.
  - Sedimentación en Mar Bravo.
  - Sedimentación en la playa entre Anconcito y Punta Carnero de un espesor de 1 a 2 m llegando en algunos casos a tapar el carretero. Las olas presentaban una altura de 2 m al momento de romper. Carretero destruido.
  - En Chanduy y Real Alto la playa se mantuvo inalterable, sólo con ligeras erosiones en los barrancos, donde chocaban las olas con alturas ligeramente mayores.
- Como se observa, el efecto fue devastador,

ocasionando graves daños en las pequeñas y grandes estructuras costeras, carreteros y poblaciones así como el cambio drástico en la configuración de cada una de las playas afectadas.

Desde esa época hasta esta fecha se han seguido observando la presencia de marejadas en nuestra costa, cada vez que se ha observado condiciones anómalas tanto oceánicas como atmosféricas, pero no tan destructivas como aquellas de El Niño 82-83. Es de destacar las marejadas ocurri-

das durante el evento El Niño 1991-1992, siendo la más fuerte la registrada en el mes de febrero y que fue generada por el arribo de una onda Kelvin hacia nuestras costas. Esta marejada se la sintió a lo largo de toda la costa siendo registrada esta anomalía principalmente por los mareógrafos instalados en La Libertad y Manta, donde se observó claramente el incremento para esos días de la amplitud de la marea. La presencia de esta marejada ocasionó muchos daños y perjuicios especialmente en el sector camaronero.

# FE DE ERRATAS

ANEXO No. 1

## LEYENDA DE FOTOINTERPRETACION

### I RELIEVES COLINADOS

#### 1.1 Desnivel relativo

- 1: Inexistente
- 2: <10m.
- 3: 11 a 30m.
- 4: 31 a 60m.
- 5: 61 a 150m.
- 6: 151 a 300m.
- 7: >301m.

#### 1.2 Forma de la cima y vertiente

- A: cimas agudas y vertientes rectilíneas
- R: cimas redondeadas y vertientes convexas.
- P: cimas planas

#### 1.3 Pendiente (%)

- (1): 0-5
- (2): 5-12
- (3): 12-25
- (4): 25-40
- (5): 40-70
- (6): 70-100
- (7): >100

### II FORMAS ALUVIALES

- cd: Cono de deyección
- ta: Terraza aluvial

### III FORMAS DENUDATIVAS

- ca: Coluvión antiguo
- cm: Coluvión medio y/o reciente
- cat: Coluvión actual
- caa: Coluvio-aluvial antiguo
- cam: Coluvio-aluvial medio y/o reciente
- te : Talud de escombros

### IV SIMBOLOGIA DIVERSA

-  Cicatriz de despegue
-  Escarpe erosional
-  Encañonamiento
-  Falla geológica
-  Inclinación topográfica
-  Rumbo y buzamiento

