

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

***DETERMINACION DE LAS ZONAS DE MAYOR  
EROSION Y DEPOSITACION EN UNA PLAYA DE  
LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA***

**T E S I S**

**Que para obtener el Título de**

**OCEANOLOGO**

**P R E S E N T A**

**VICTOR MARTIN RUBIO OROZCO**

**Ensenada, B. C., Mayo de 1987**

## RESUMEN

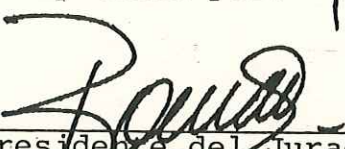
Durante el período de agosto de 1983 a julio de 1984 se efectuaron mediciones mensuales de perfiles en una playa ubicada dentro de la Bahía de Todos Santos, B.C., limitada en su extremo norte por el espigón El Gallo y en la parte sur por la boca del Estero de Punta Banda, el estudio tiene como objetivo determinar las zonas de mayor erosión y deposición; también se hizo una comparación de la modificación de la línea de playa en el período de 1971 a 1983.

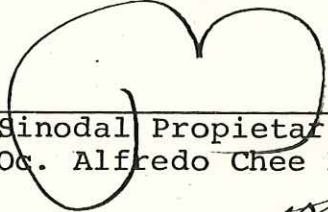
Se determinó que la parte norte de la zona de estudio presentó una mayor acresión debido a la presencia del nuevo espigón que cierra la rada, mientras que la parte sur presentó un ligero avance hacia el mar observándose una influencia más directa de la acción del oleaje


"DETERMINACION DE LAS ZONAS DE MAYOR EROSION Y DEPOSTIACION EN UNA PLAYA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, BAJA CALIFORNIA"

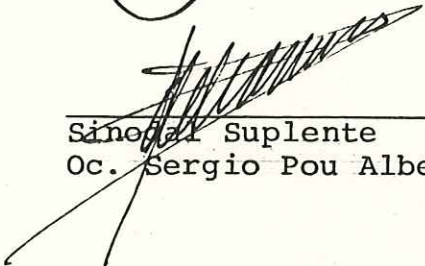
T E S I S  
QUE PRESENTA:  
VICTOR MARTIN RUBIO OROZCO

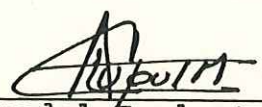
Aprobada por:

  
Presidente del Jurado  
M.C. Román Lizárraga Arciniega

  
Sinodal Propietario  
Oc. Alfredo Chee Barragán

  
Sinodal Propietario  
Oc. Roberto Pérez Higuera

  
Sinodal Suplente  
Oc. Sergio Pou Alberú

  
Sinodal Suplente  
Oc. Amilcar L. Cupul Magaña

## DEDICATORIA

A mis padres, por haberme brindado su apoyo con cariño y amor durante mi formación profesional, así como por haberme guiado por el buen sendero de la vida.

A mis hermanos por haber estado en todo momento a mi lado durante mi formación profesional.

A mi esposa, por sus estímulos y apoyo moral que me brindó durante la realización de este trabajo.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) por haberme apoyado con todo lo necesario para la realización de mi tesis, mediante el proyecto: "Monitoreo de perfiles de playa (356) financiado por la U.A.B.C.

A mi director de tesis M.C. Román Lizárraga Arciniega por haberme brindado su tiempo y valiosos conocimientos -- para la elaboración de este trabajo.

A mis sinodales Oc. Alfredo Chee Barragán, Oc. Roberto Pérez Higuera, Oc. Sergio Pou Alberú y Oc. Amilcar L. Cupul Magaña por las críticas constructivas y apoyo para la realización de este trabajo.

A todos mis maestros de Geología por haberme brindado sus conocimientos.

Al Ing. Rafael H. Georgana Rosario por las facilidades que me proporcionó para la terminación de mi tesis.

A mis compañeros, amigos u otras personas que de una u otra forma me ayudaron durante la realización del presente trabajo.

I N D I C E :

	Pag.
1. INTRODUCCION .....	1
2. ANTECEDENTES .....	2
3. OBJETIVO .....	4
4. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	5
5. METODOLOGIA .....	8
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	10
7. CONCLUSIONES .....	36
8. BIBLIOGRAFIA .....	37

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Fig.1 Localización del área de estudio .....	6
Fig.2 Comparación mensual de los perfiles de la estación 1 durante el período agosto de 1983 a julio de 1984. ....	11
Fig.3 Comparación mensual de los perfiles de la estación 2 durante el período agosto de 1983 a julio de 1984. ....	13
Fig.4 Comparación mensual de los perfiles de la estación 11 durante el período agosto de 1983 a julio de 1984. ....	15
Fig.5 Comparación mensual de los perfiles de la estación 16 durante el período agosto de 1983 a junio de 1984. ....	17
Fig.6 Comparación mensual de los perfiles de la estación 17 durante el período agosto de 1983 a julio de 1984. ....	19
Fig.7 Comparación mensual de los perfiles de la estación 27 durante el período agosto de 1983 a julio de 1984. ....	21
Fig.8 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0, de agosto de 1983 a julio de 1984, de la estación 1. ....	23

	Pag.
Fig. 9 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0, de agosto de 1983 a julio de 1984, de la estación 2. ....	24
Fig. 10 Gráfica de la distancia del banco de nivel - a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0, de agosto de 1983 a julio de 1984, de la estación 11. ....	25
Fig. 11 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 -1.0, de agosto de 1983 a junio de 1984, de la estación 16. ....	26
Fig. 12 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0, de agosto de 1983 a julio de 1984, de la estación 17. ....	27
Fig. 13 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0, de agosto de 1983 a julio de 1984, de la estación 27. ....	28
Fig. 14 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0,0 y -1.0, de las estaciones, en agosto de 1983. ....	31
Fig. 15 Gráfica de la distancia del banco de nivel a las cotas +1.0, 0.0 y -1.0 de las estaciones, en diciembre de 1983. ....	32
Fig. 16 Plano que muestra la variación de la cota -1.0, en el mes de julio de 1971 y agosto de 1983. ....	33

Fig. 17 Plano que muestra la variación de la cota  
0.0 de los meses de junio de 1960, julio  
de 1971 y agosto de 1983. .... 35

## INTRODUCCION

Las áreas costeras son de gran importancia debido a la gran demanda que como recurso natural representa para el desarrollo de los centros urbanos que limitan con el mar. Las playas son la parte más dinámica de la zona costera y quizás la más afectada directamente por los fenómenos oceánicos, ya que responden de manera inmediata a la acción simultánea de las olas, mareas y vientos.

La Ciudad y Puerto de Ensenada ha tenido un importante crecimiento comercial, industrial y turístico durante los últimos quince años y se ve reflejado en las obras civiles para aumentar la capacidad de operación portuaria así como en la creciente expansión de la zona urbana hacia el Sur de la ciudad; por lo que la utilización de la zona costera, bajo estas condiciones, ha producido cambios, y solo algunos de estas han sido registrados.

Una de las formas más evidentes de los cambios que sufre la playa es la variación de su perfil cuando en él ocurre la acción del oleaje, y produce el transporte de material en sentido paralelo y perpendicular a línea de playa. Este proceso hace caracterizar la forma de perfil de playa en las diversas estaciones del año, (V.G. de amplia berma en verano y sin berma en invierno) y por consiguiente la posición de la línea de playa.

## ANTECEDENTES

El proceso de cambio del perfil de playa ha sido estudiado por varios autores: Shepard y Lafond (1940), Shepard e Inman (1951), Inman (1953), Weigel (1954), Johnson (1956), Zeigler (1959) y Emery (1960). Estos estudios relacionan los cambios del perfil con los cambios estacionales en el oleaje a las costas. De esta manera definieron que para el Sur de California, E.U.A., el ciclo de playa consiste en una extensa erosión durante el período otoño-invierno y una acreción durante el período primavera-verano.

La presencia de estructuras costeras en la zona litoral juega un papel importante en el comportamiento de la forma del perfil de playa. Shepard (1950), a través de estudios comparativos del perfil indica la sucesión de eventos de erosión-depositación en playas no sujetos a efectos de estructuras, mientras que en presencia de éstas observa una erosión de la playa durante las tormentas de invierno que no es reemplazado por las condiciones de relleno o acreción en el verano, lo cual causa una modificación importante en la posición de la línea de playa.

Athearn y Rone (1963), Lang Felder, Satafford y Amein (1970), llevaron a cabo estudios para evaluar la variación de la línea de playa utilizando comparaciones de mapas y

playa estudiada, a excepción de la parte más interior de la zona protegida, se observó el cambio cíclico que corresponde a un retroceso o erosión de playa en invierno-primavera y una acreción de la misma en verano-otoño.

#### OBJETIVO

Determinar las zonas de mayor erosión y depositación en una playa de la Bahía de Todos Santos, Baja California, por medio de secciones transversales y comparación de línea de playa de años anteriores.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio, se encuentra ubicada dentro de la Bahía de Todos Santos, B.C., esta delimitada en su extremo Norte por el espigón El Gallo y en su parte Sur por la boca del Estero de Punta Banda (Fig. 1).

Es una playa arenosa, homogénea en su composición y -- con una longitud aproximada de 8 kilómetros. La parte Norte mide 40 metros de ancho aproximadamente y en la parte Sur - 80 metros. Dentro de la clasificación de playas ésta perte-nece al grupo de playas de media luna (Guilcher, 1975).

Las terrazas sedimentarias marinas que se observan en Punta San Miguel al Norte, así como el Arroyo Ensenada y el Arroyo El Gallo son importantes aportes de material sedimen-  
tario para esta playa. A partir de la distribución del tama-ño de sedimento la playa presenta estadísticamente una media que varía entre los valores de 2.357  $\phi$  y 2.894  $\phi$  (Pérez H. R. y Chee B.A., 1984).

El oleaje y viento al que está expuesta la playa pre-senta variaciones estacionales, que se caracterizan, duran-te las estaciones de verano-otoño con oleaje bajo y vientos de poca intensidad, mientras que en las estaciones de in--vierno-primavera donde las olas son altas y se aproximan -del W-SW con vientos de mayor intensidad del NW y W con pre-

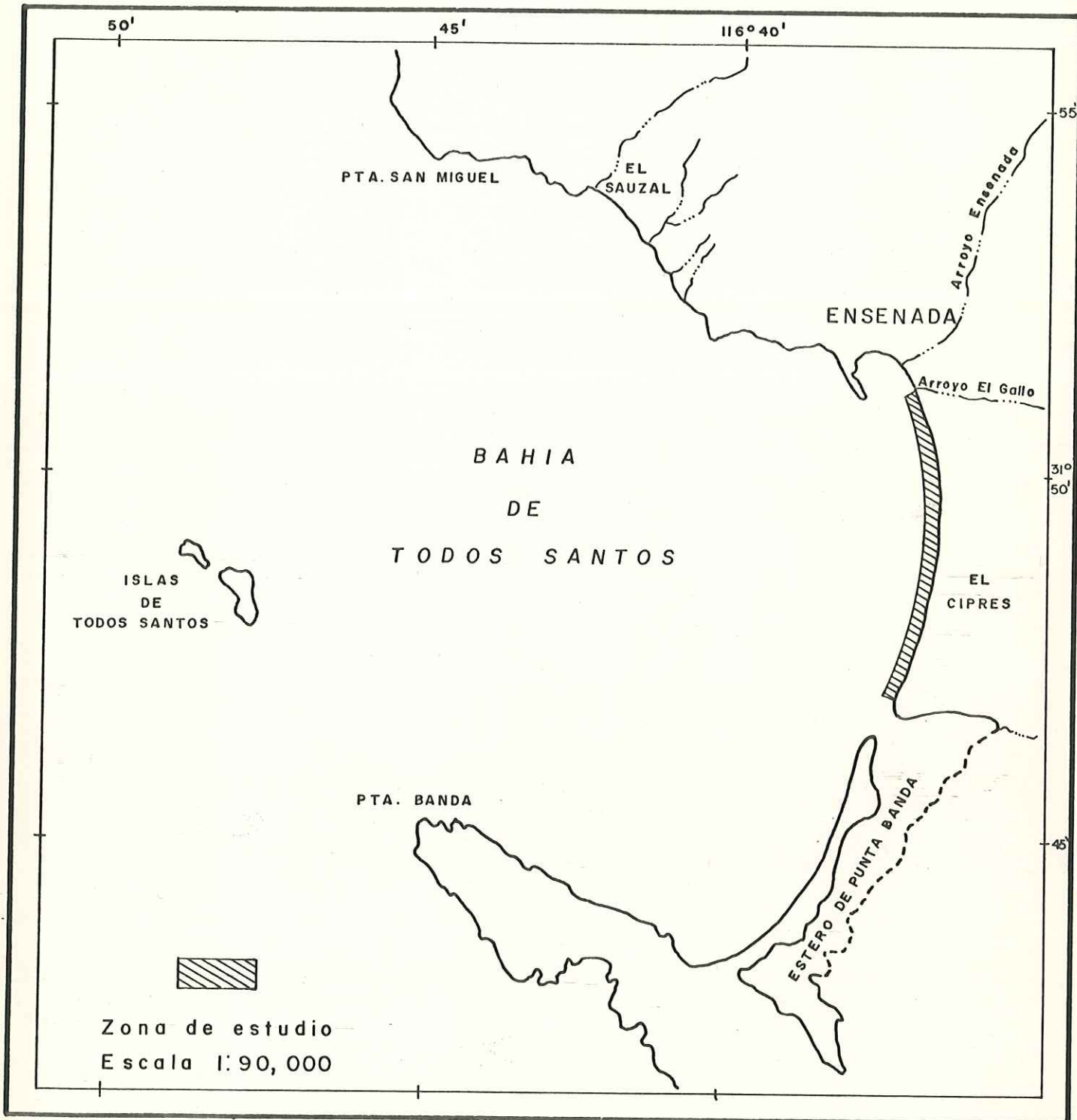


FIG. 1 - AREA DE ESTUDIO

dominancia de este último (Secretaría de Marina., 1984).

En su zona central presenta un campo de dunas bien definidas en la parte posterior de la post-playa, decreciendo su altura hacia el Norte y hacia el Sur de la playa, éstas han sido formadas por el efecto eólico hacia tierra del material formados de playa.

## METODOLOGIA

Sobre la extensión del área de estudio se colocaron 31 estaciones las cuales se utilizaron como banco de nivel y frente a éstos, en dirección a la playa, se fijaron puntos auxiliares de tal manera que la medición mensual de los perfiles se efectuara con la misma alineación durante la marea más baja de cada mes y así obtener la mayor longitud posible de la sección transversal. El período de la medición -- comprendió de agosto de 1983 a julio de 1984.

Las cotas de los bancos de nivel así como las de los - puntos auxiliares se calcularon tomando como referencia el nivel bajamar media inferior (NBMI) obtenidas en base a la triangulación realizadas por la Secretaría de Marina.

Con los datos obtenidos se dibujaron los perfiles de - playa y se compararon mensualmente. Siguiendo el criterio - de que la distancia entre el banco de nivel y las cotas -- +1.0, 0.0 y -1.0 aumenta o disminuye dependiendo de la acresión o erosión del perfil, se obtuvieron las variaciones -- entre cada una de las estaciones y los meses estudiados y a la vez se compararon con los datos obtenidos por Lizárraga-Arciniega (1971) para definir los cambios a largo plazo de la línea de playa en la playa de la Bahía de Todos Santos.

Con el objeto de facilitar y resumir la información ob

tenida durante el período 83-84, se seleccionaron las estaciones en que las cotas +1.0, 0.0 y -1.0 mostraron los valores extremos máximos y mínimas de cambio (estaciones 1,4, -11, 16, 17 y 27), referidas a la posición de línea de playa obtenida por Lizárraga-Arciniega (op. cit). Estas últimas se diferencian de las mediciones de este estudio por indicarse con la letra L.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En las figuras 2 a 7 se presentan las variaciones mensuales del perfil de playa en cada una de las seis estaciones seleccionadas y se observa claramente la tendencia a -- presentar una mayor acresión en los meses de septiembre a diciembre y en particular en octubre-noviembre para posteriormente dar lugar a una erosión en el período diciembre a marzo hasta asemejar el perfil de referencia de agosto de 1983. La excepción a este patrón, lo representa la estación 27 (Fig. 7), ya que muestra una depositación máxima en octubre y se mantiene esta condición, con pequeñas variaciones, durante todo el año. Este patrón ha sido caracterizado para playas del Sur de California (Shepard, op. cit) y en la localidad por Lizárraga-Arciniega (op. cit) este último menciona la irregularidad de este patrón en las cercanías de la boca del Estero de Punta Banda.

En las figuras 8 a 13 se muestra la variabilidad de las cotas +1.0, 0.0 y -1.0 por cada mes para las seis estaciones seleccionadas durante el período de estudio. La variabilidad de cada una de las cotas en las estaciones localizadas en la porción más al Norte de la zona de estudio (Fig. 9 y 10) son menores a excepción de la estación 1 comparadas con la variabilidad observada en las estaciones de la parte Sur.

**ESTACION I  
( ELEV. 5.85 )**

11

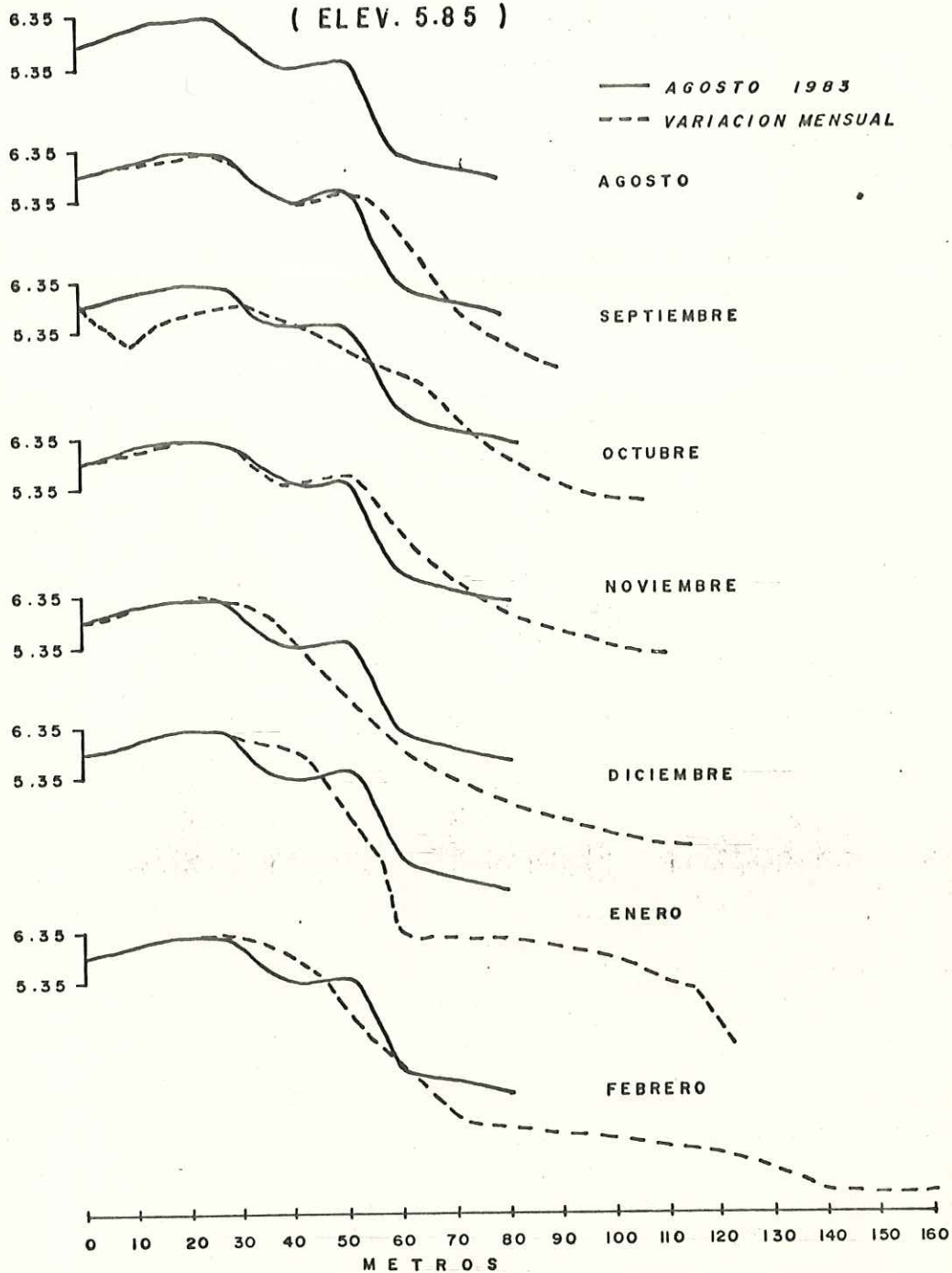
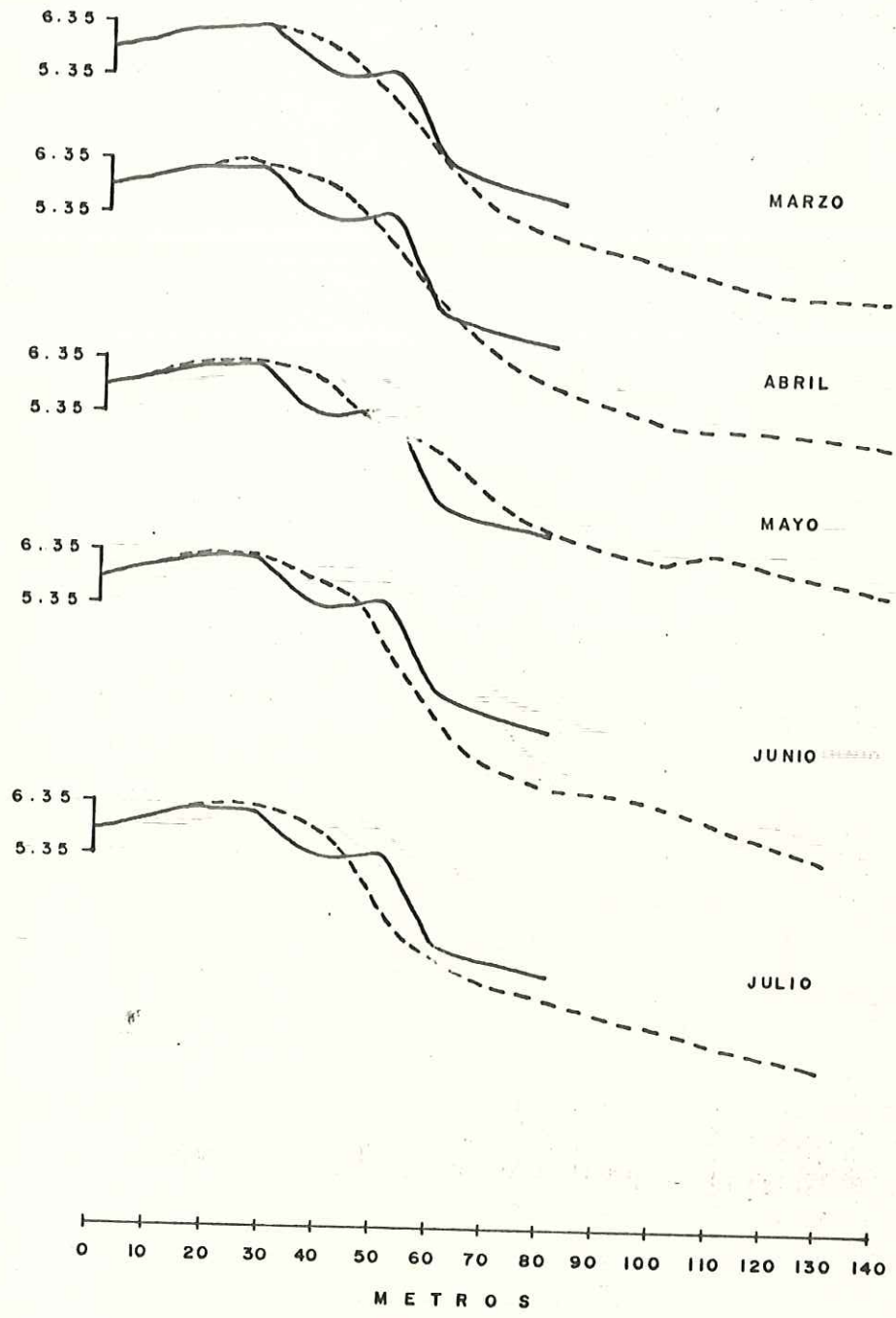


FIG. 2 - COMPARACION MENSUAL DE LOS PERFILES DE LA ESTACION No. 1, DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984.

# CONTINUACION ESTACION I



ESTACION 2  
(ELEV. 3.47)

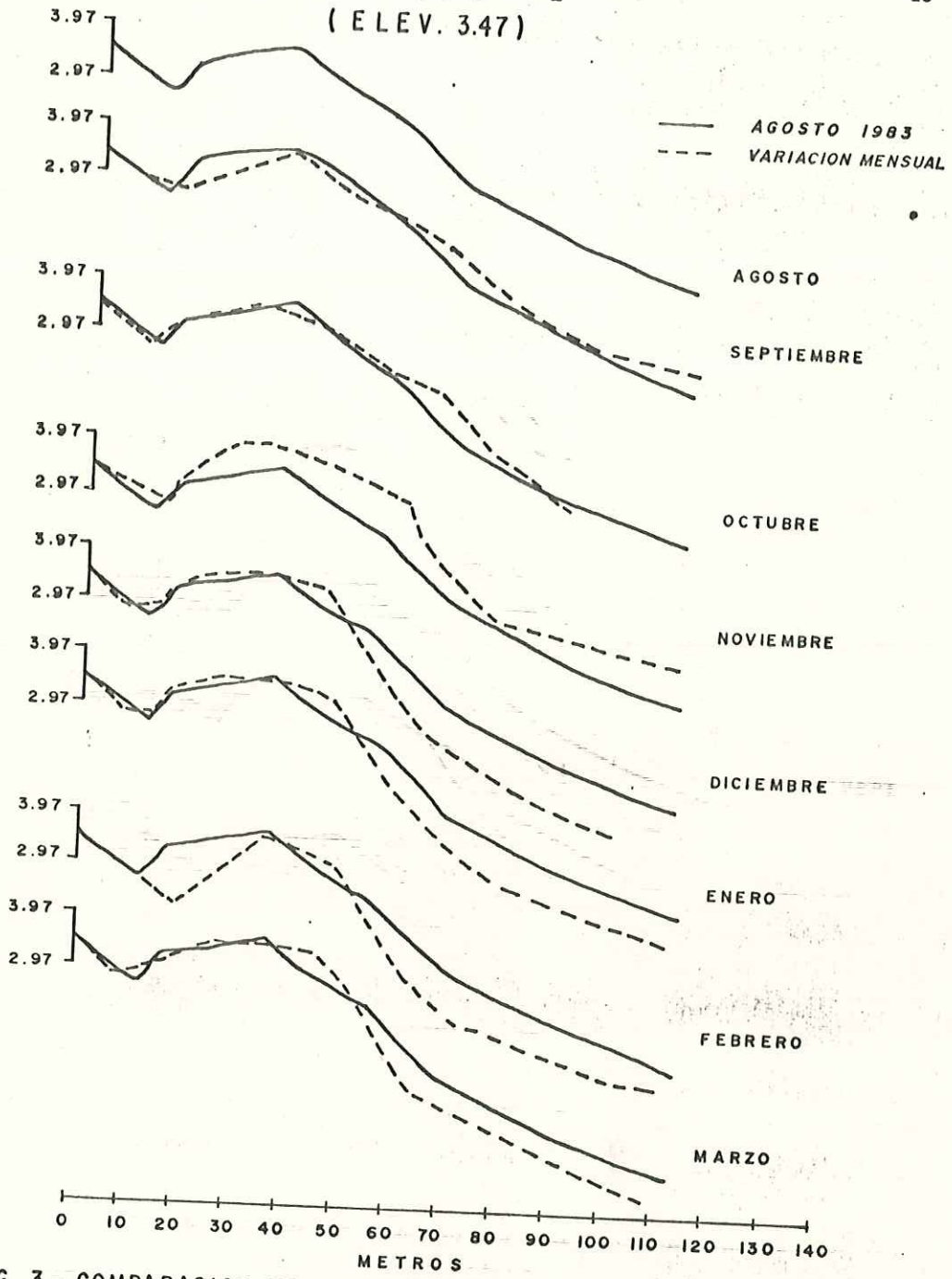
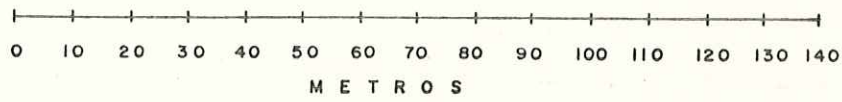
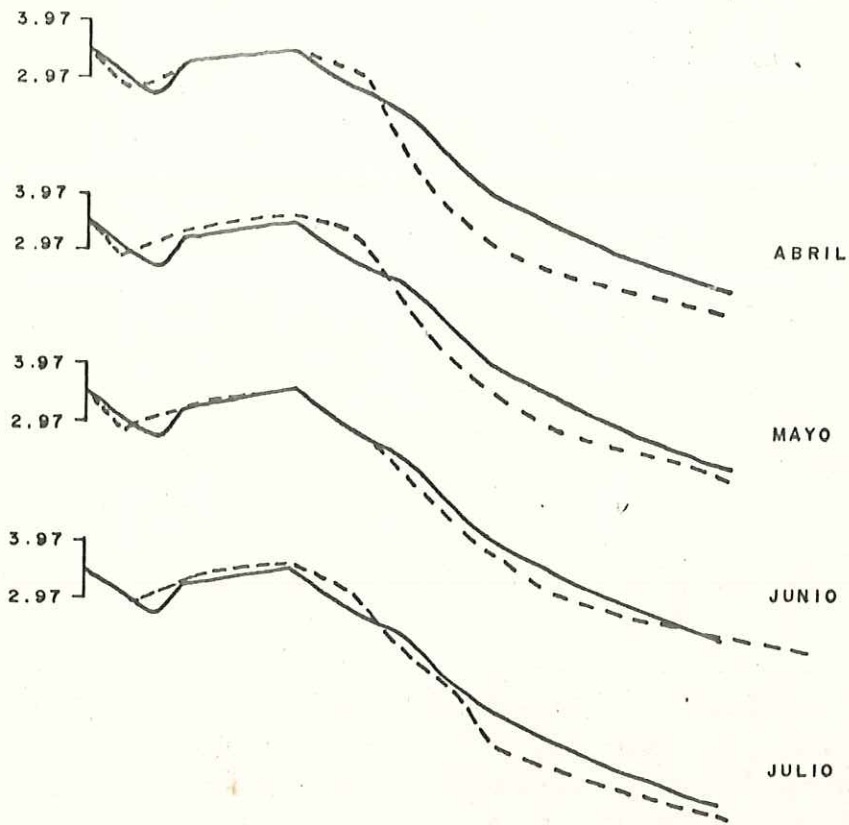


FIG. 3 - COMPARACION MENSUAL DE LOS PERFILES DE LA ESTACION 2, DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984.

CONTINUACION ESTACION 2



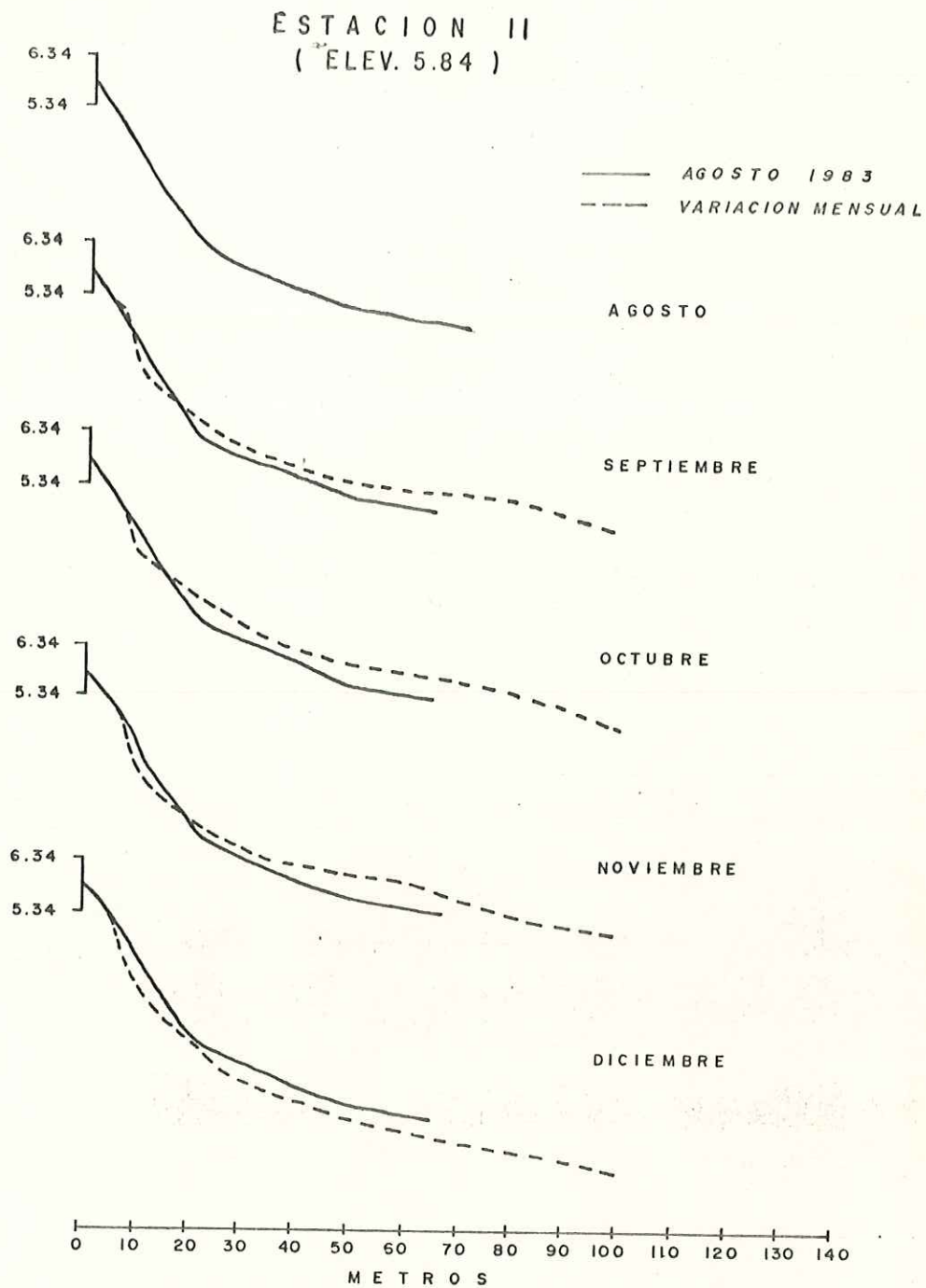
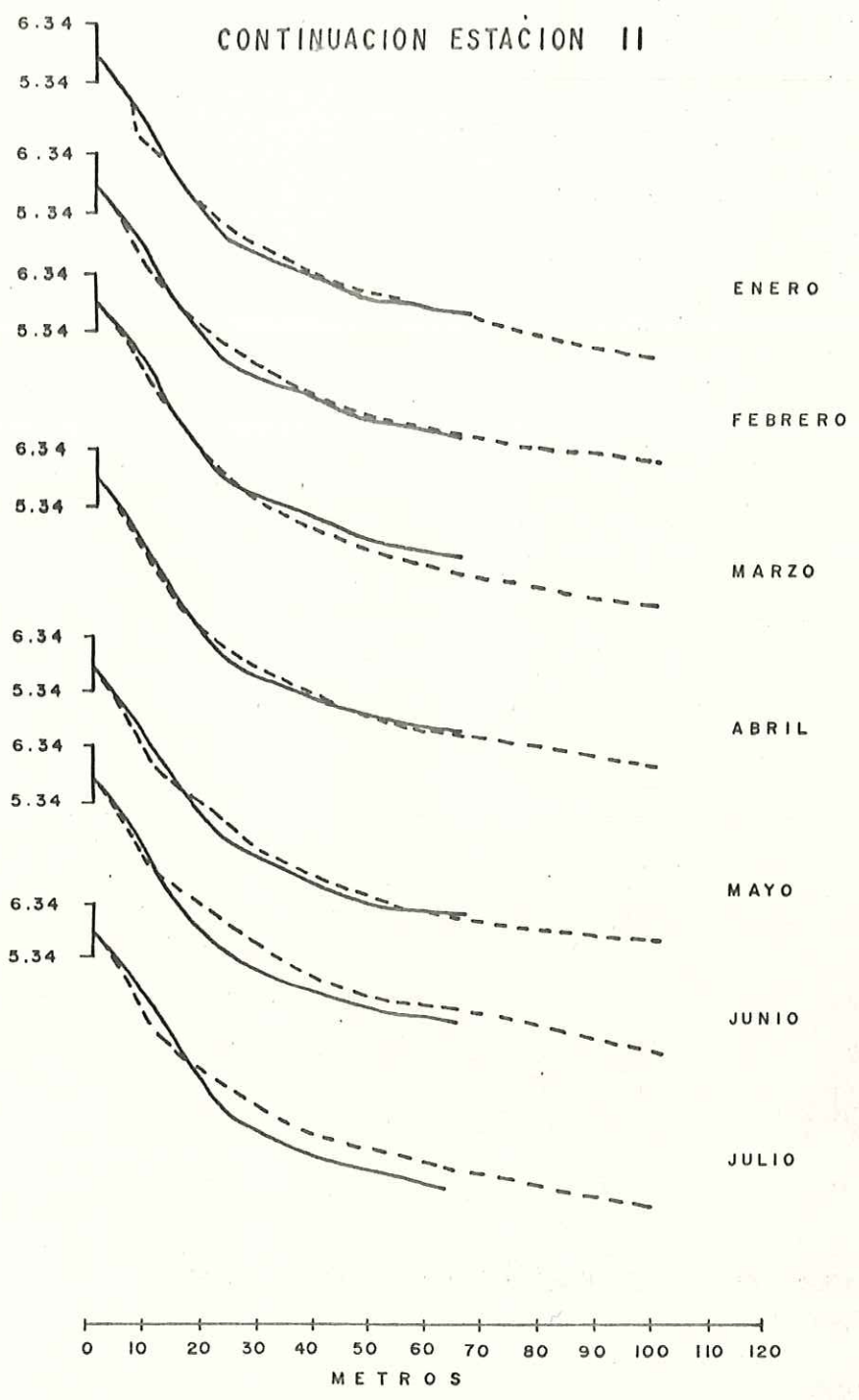


FIG. 4\_ COMPARACION MENSUAL DE LOS PERFILES DE LA ESTACION II, DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984

### CONTINUACION ESTACION II



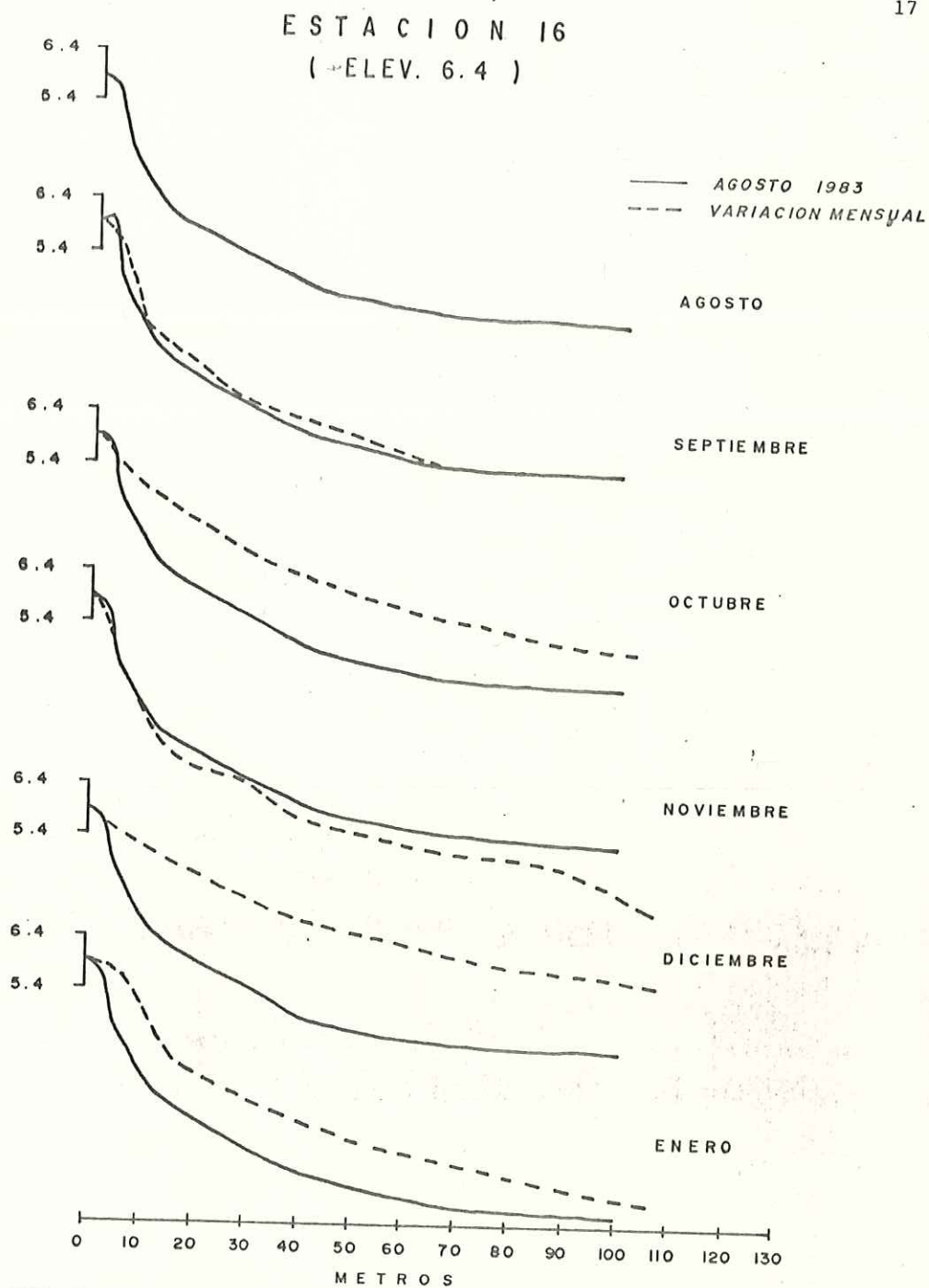
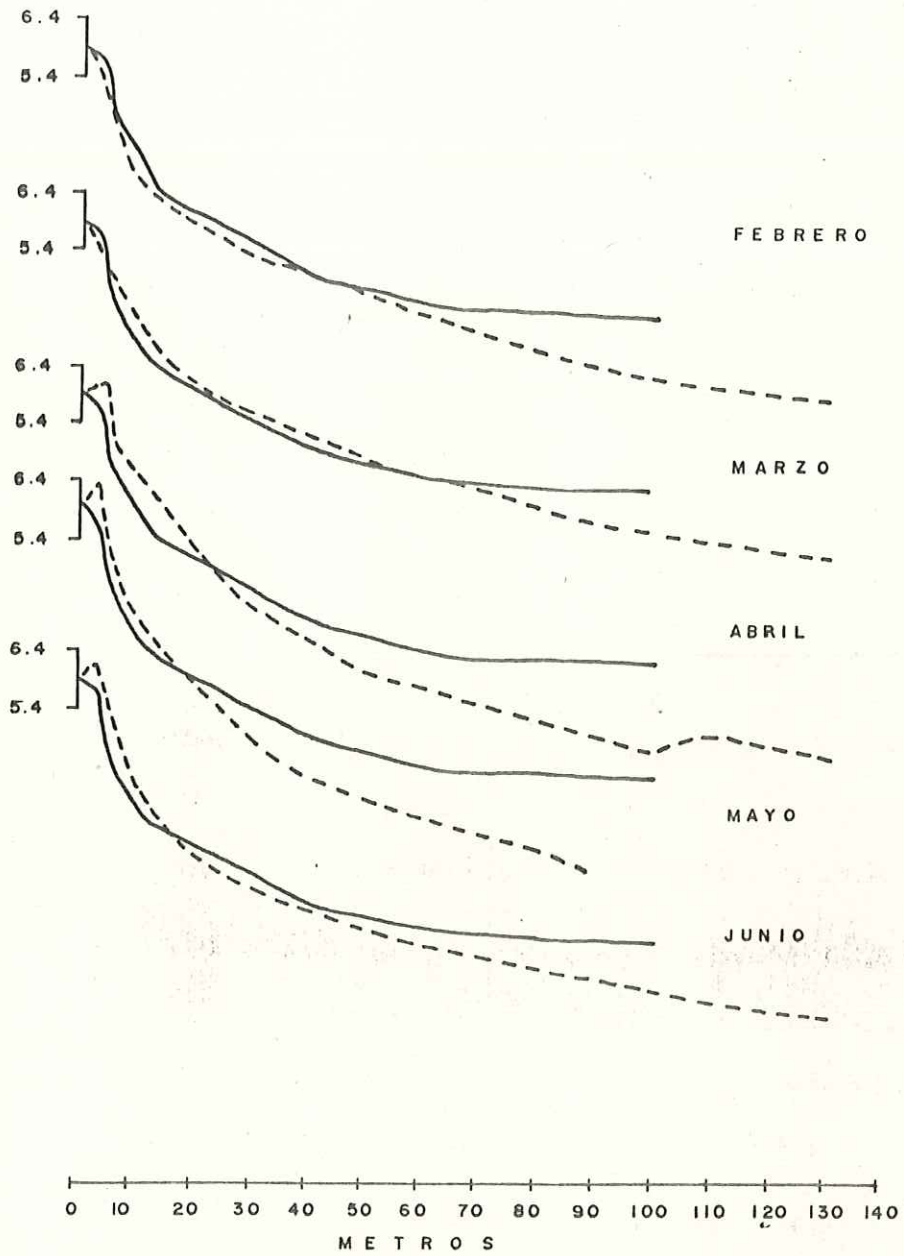


FIG. 5- COMPARACION MENSUAL DE LOS DE LOS PERFILES DE LA ESTACION 16, DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JUNIO DE 1984.

CONTINUACION ESTACION 16



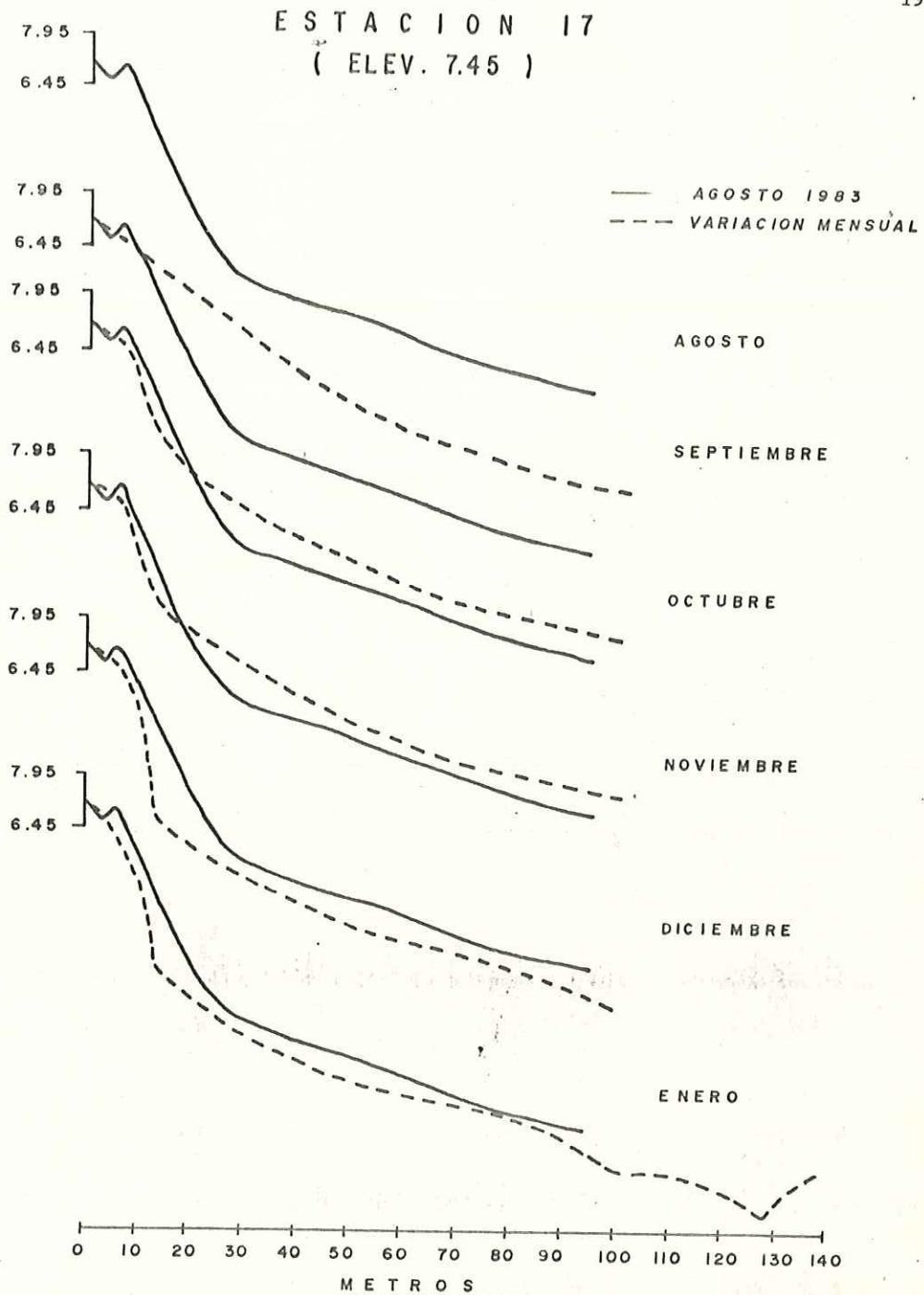
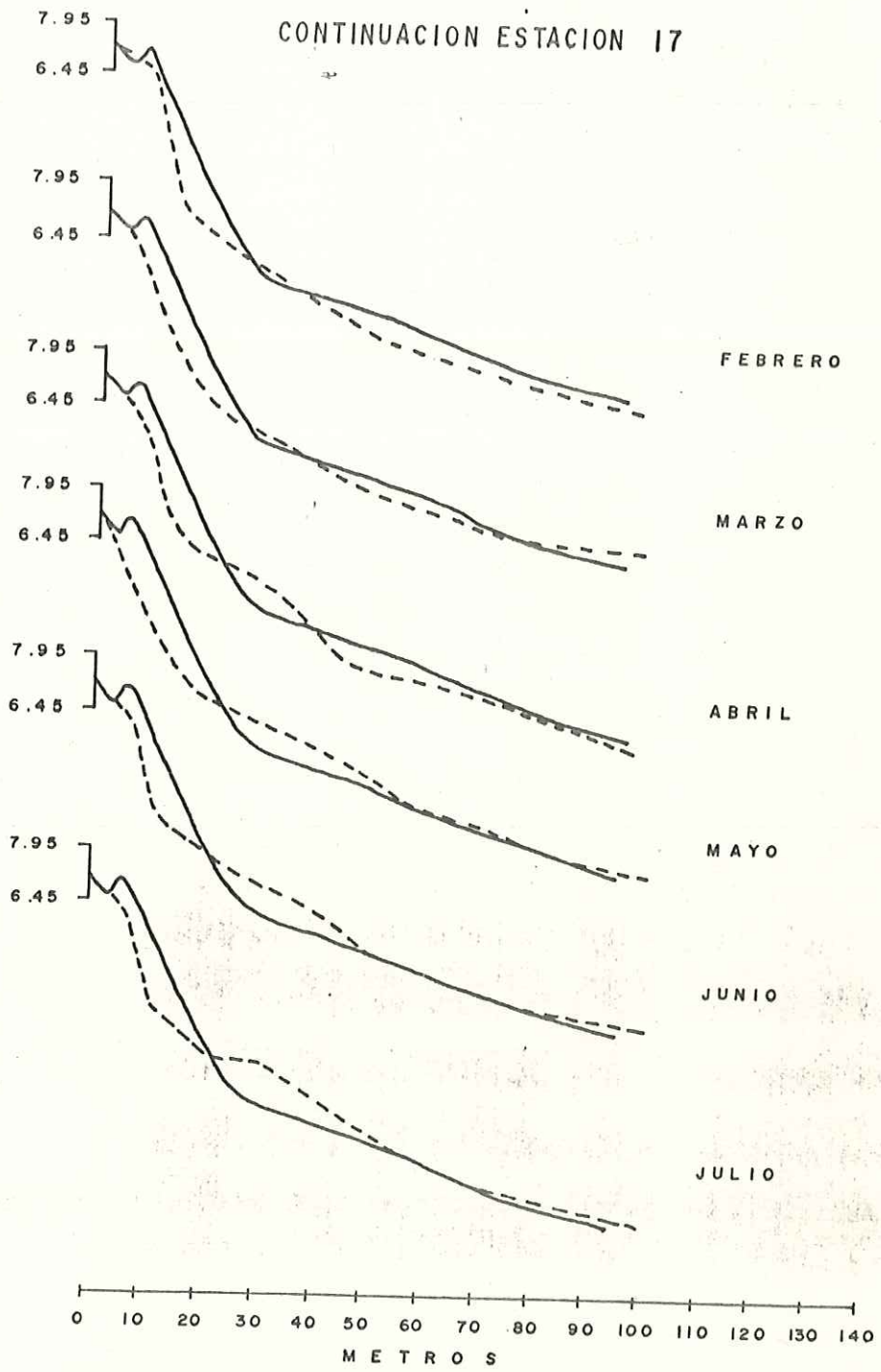


FIG. 6 - COMPARACION MENSUAL DE LOS PERFILES DE LA ESTACION 17, DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984.

CONTINUACION ESTACION 17



ESTACION 27  
( ELEV. 3.67 )

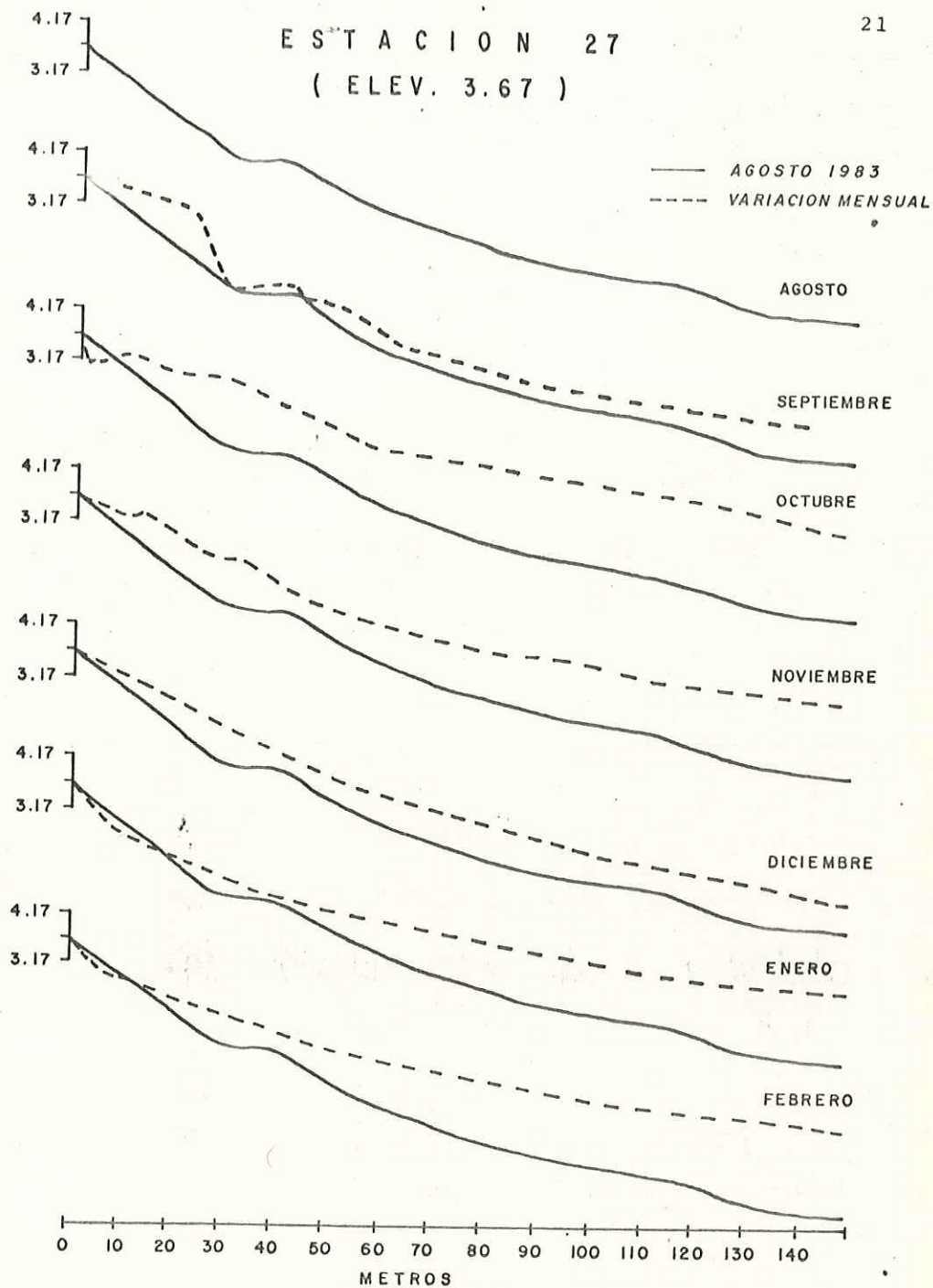
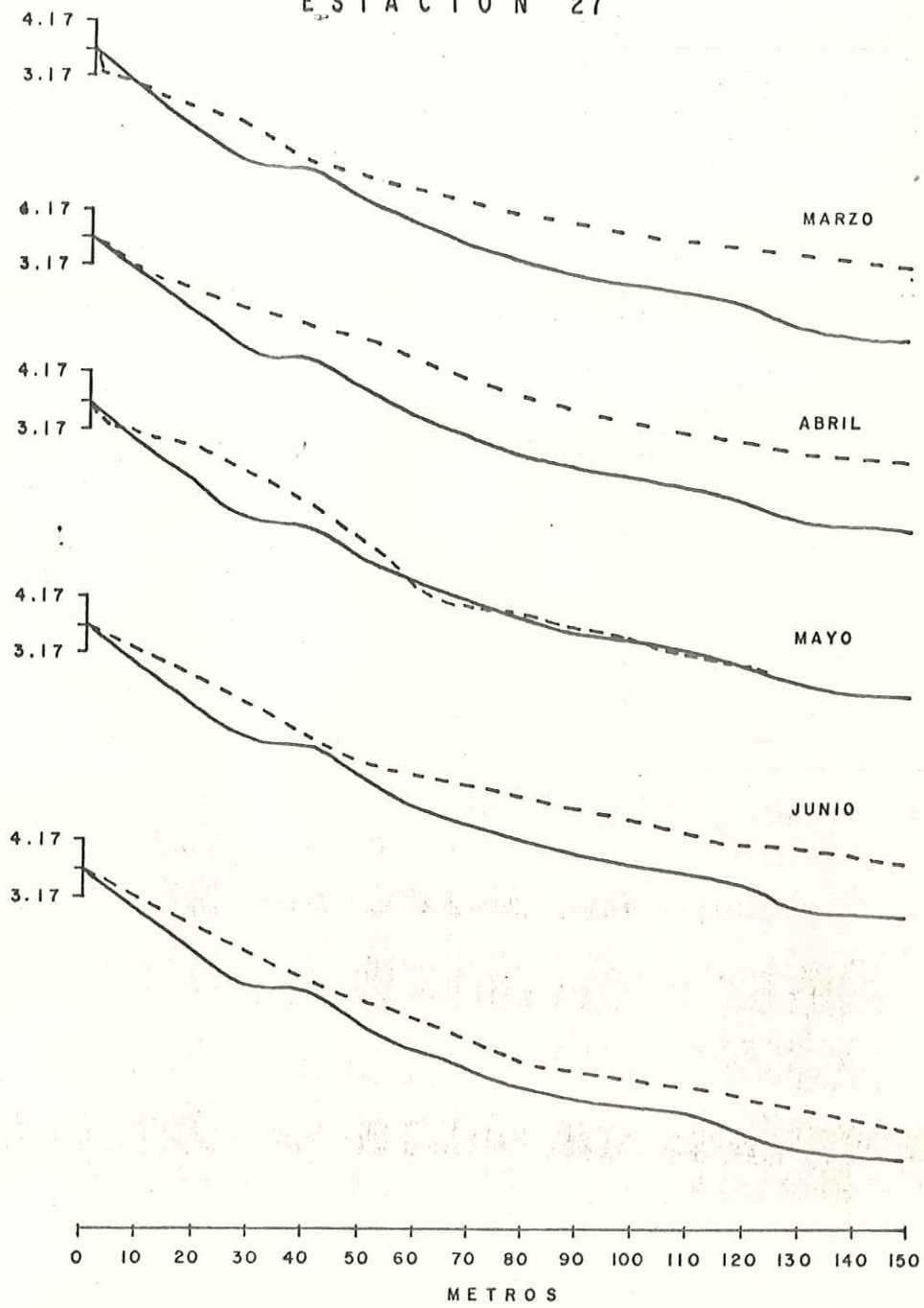


FIG. 7- COMPARACION MENSUAL DE LOS PERFILES DE LA ESTACION 27 DURANTE EL PERIODO AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984

# ESTACION 27



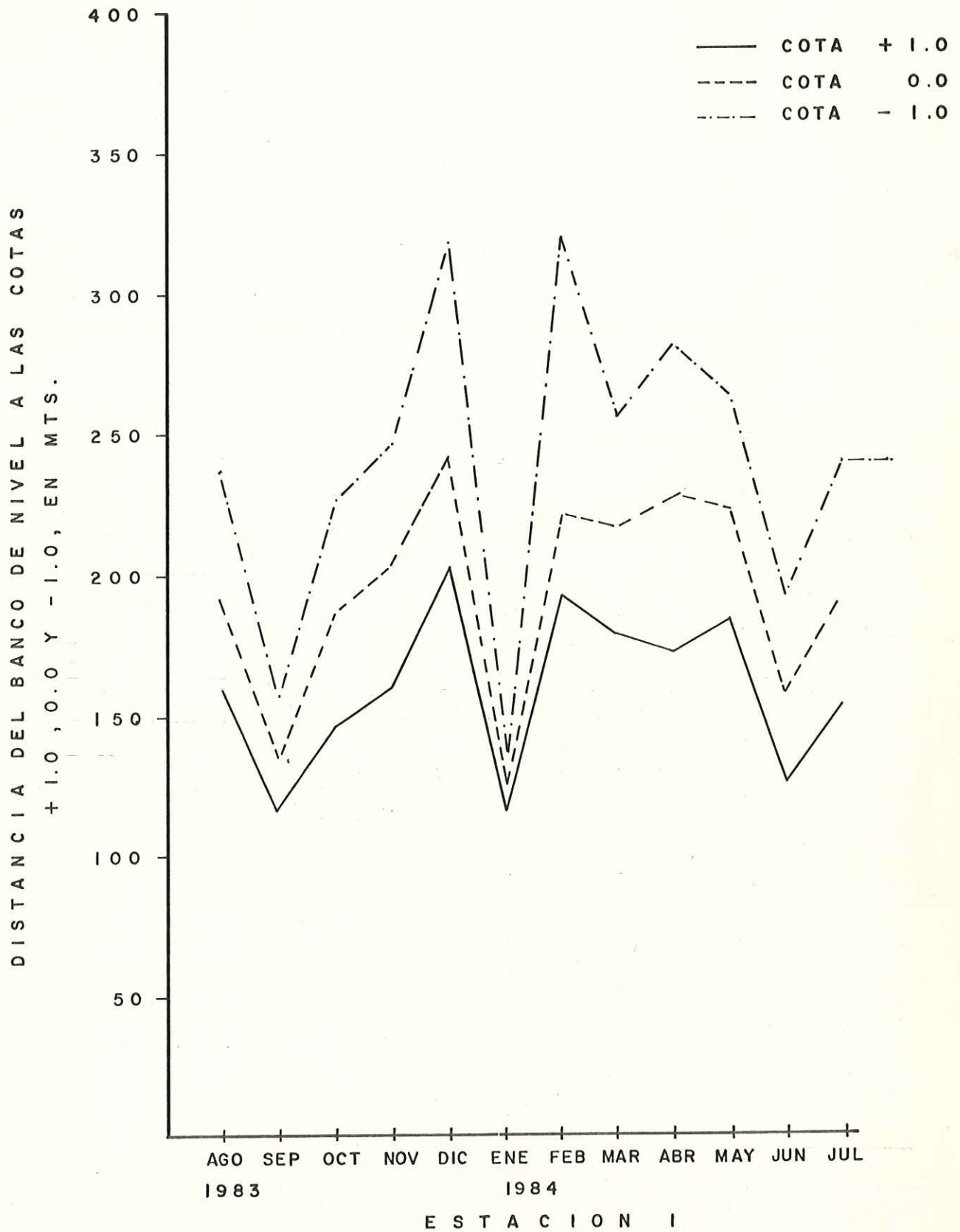


FIG. 8 - GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0, 0.0 Y 1.0, DE AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984.

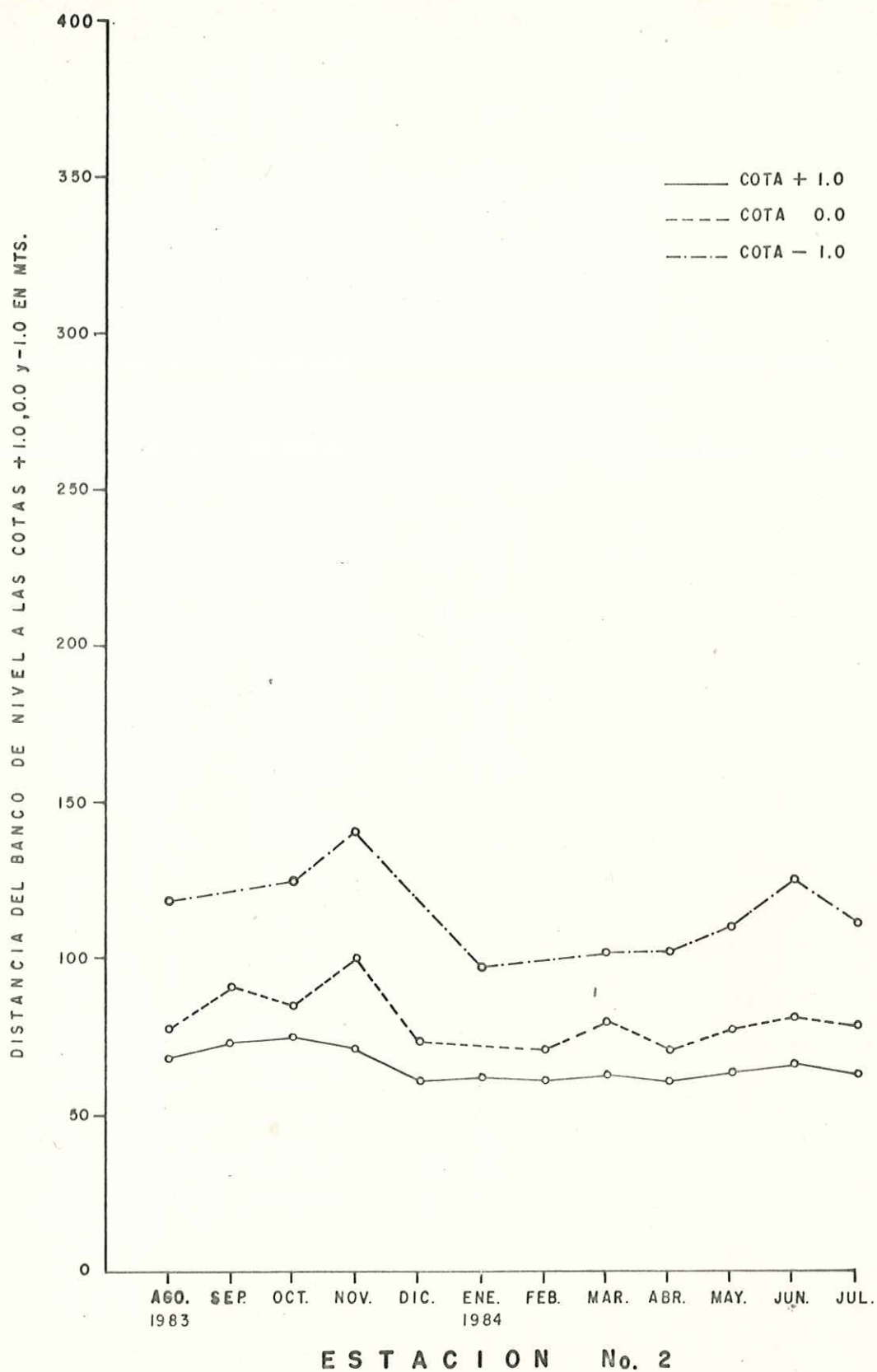
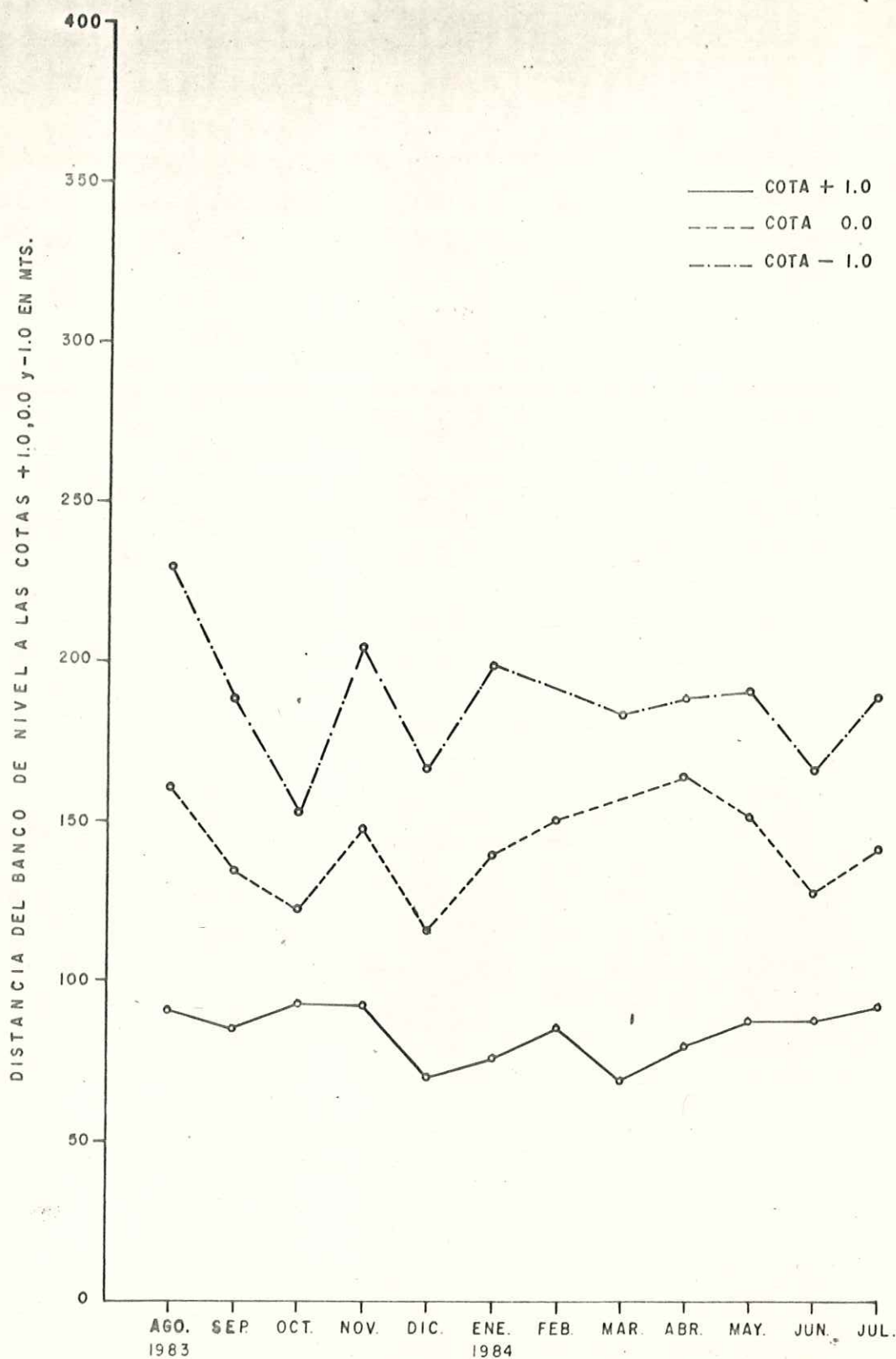
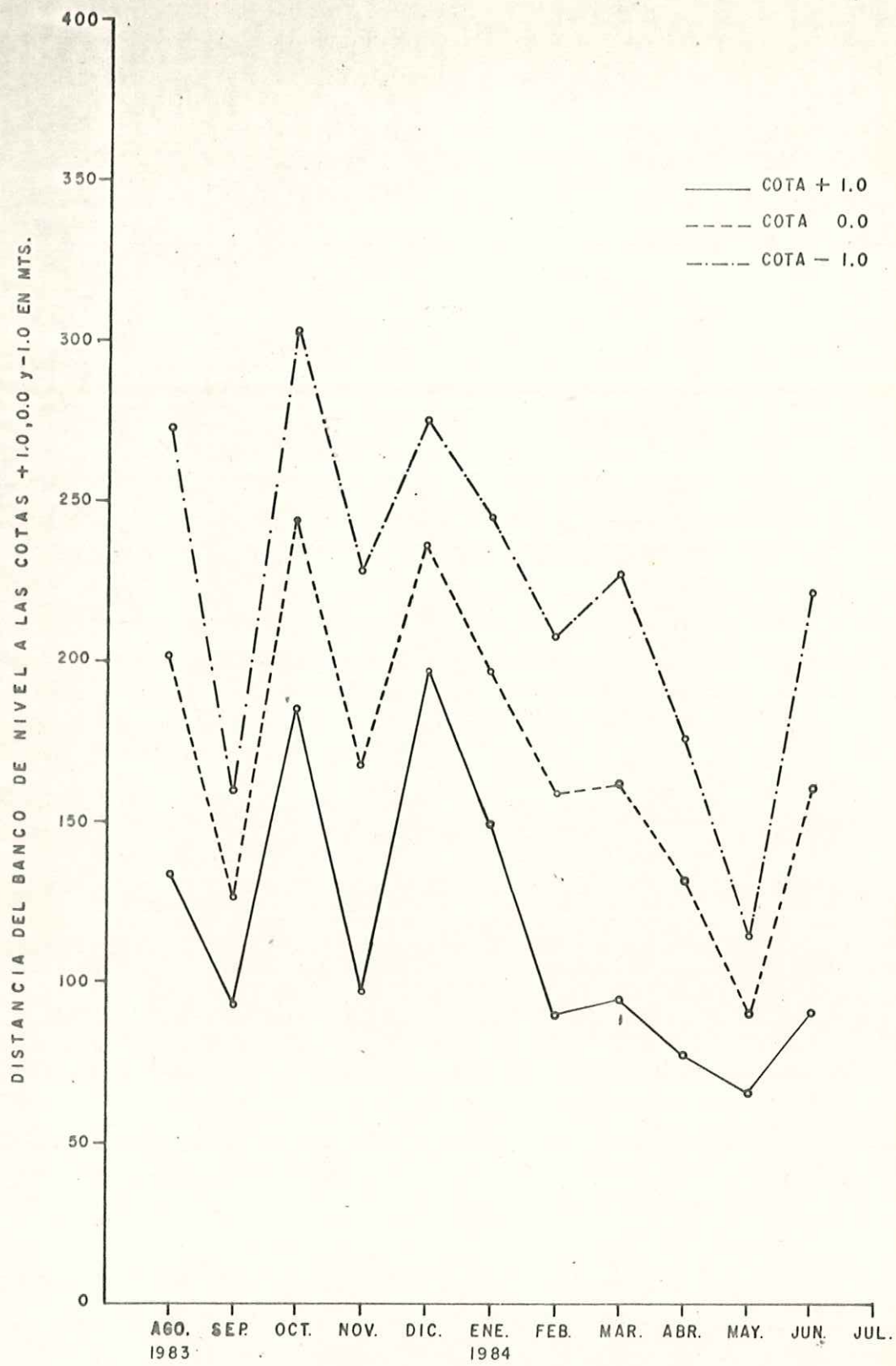


FIG. 9 - GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0 , 0.0 Y - 1.0 , DE AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984 .



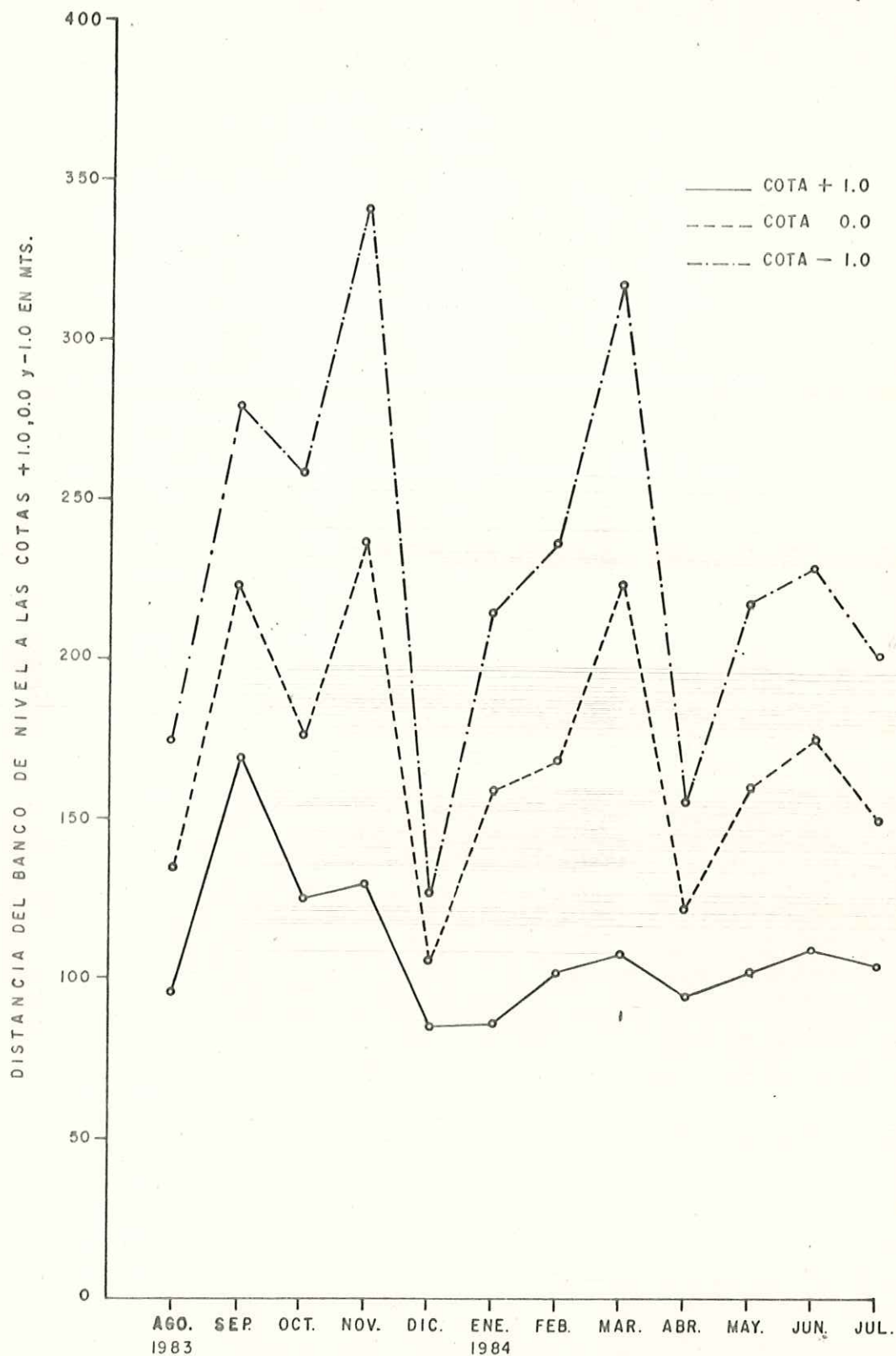
ESTACION No. 11

FIG. 10- GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0 , 0.0 Y - 1.0 , DE AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984 .



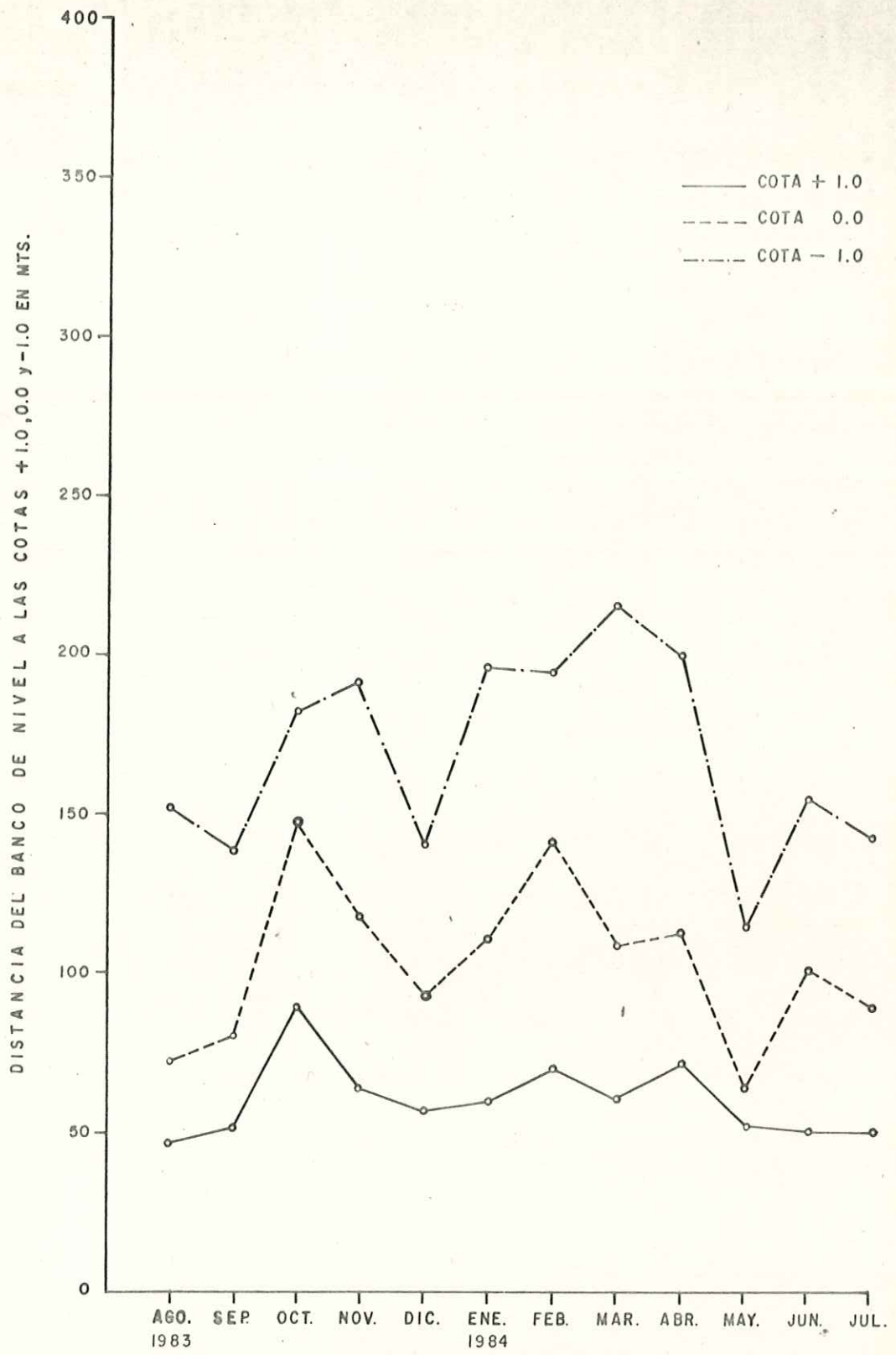
ESTACION No. 16

FIG. II - GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0 , 0.0 Y - 1.0 , DE AGOSTO DE 1983 A JUNIO DE 1984 .



**ESTACION No. 17**

**FIG. 12— GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0 , 0.0 Y - 1.0 , DE AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984 .**



ESTACION No. 27

FIG. 13- GRAFICA DE LA DISTANCIA DEL BANCO DE NIVEL A LAS COTAS + 1.0 , 0.0 Y - 1.0 , DE AGOSTO DE 1983 A JULIO DE 1984.

En la estación 1 (Fig. 8) las cotas aumentan su distancia al banco de nivel en los meses de diciembre y febrero - mostrando una disminución en enero. La variación de las tres cotas en la estación es muy similar entre ellas, a diferencia de lo observado en las demás estaciones, por lo que puede ser una indicación que estas variaciones mensuales abruptas son debidas principalmente a la iniciación de la construcción en 1982 del espigón que cierra la rada portuaria con la consiguiente modificación de los patrones de oleaje y curculación litoral en la zona. El efecto de esta obra civil se discutirá a la luz de la comparación de las posiciones de la cota 0.0 a largo plazo.

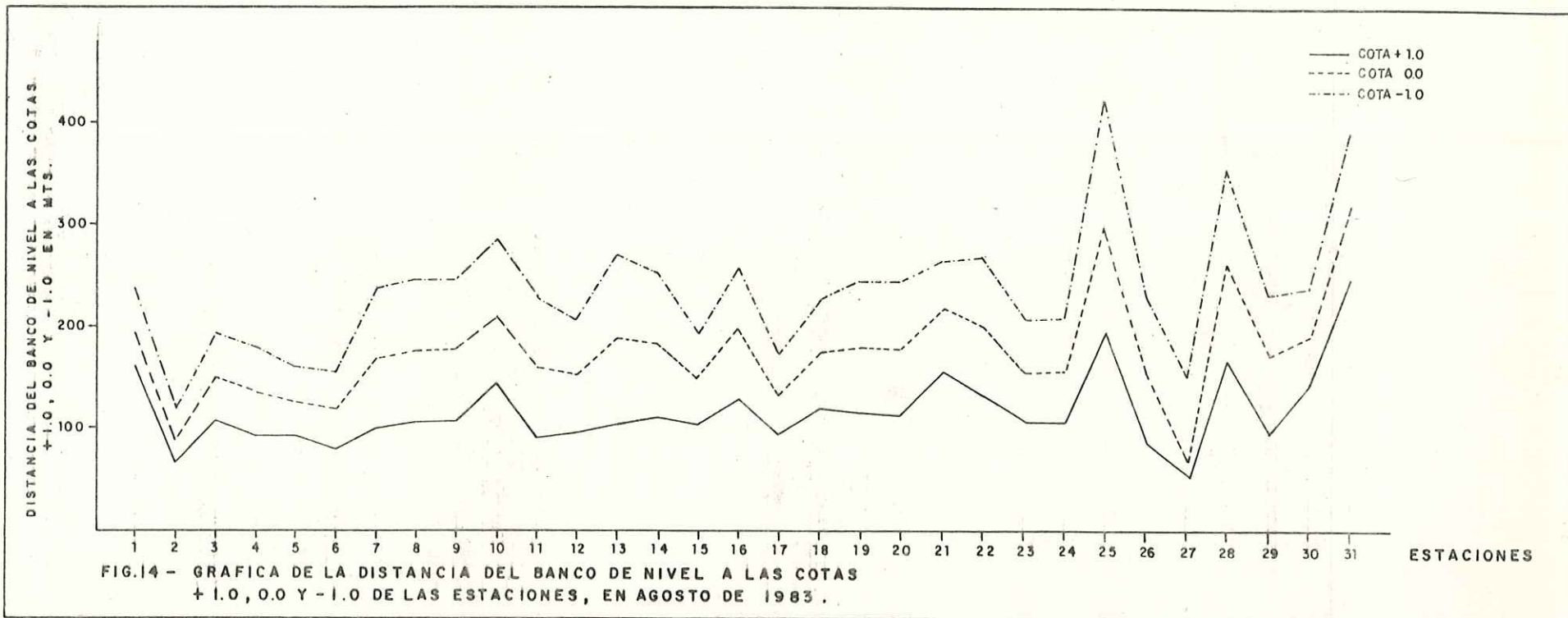
En las estaciones 2 y 11 (Fig. 9 y 10) es notoria la estabilidad que presenta la cota + 1.0 en relación a la movilidad de las cotas 0.0 y - 1.0, sin embargo en su conjunto, indican un avance máximo de la playa hacia el mar en noviembre y una tendencia hacia la estabilización en los meses subsiguientes, lo que da una indicación, aunque no muy definida - por sí sola, del continuo avance de playa hacia el mar en esta zona.

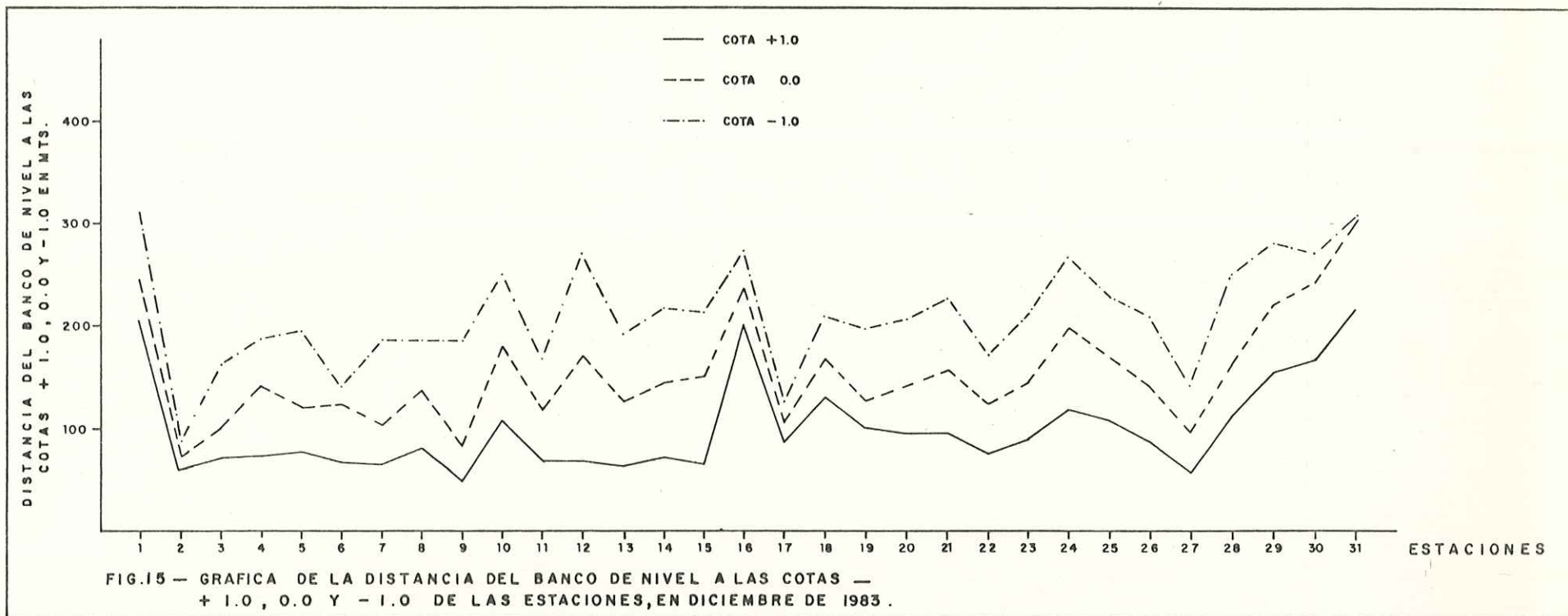
Las cotas +1.0, 0.0 y -1.0 en las estaciones 16 y 17 presentan grandes variaciones a lo largo del período de estudio (Fig. 11 y 12). El contraste con la movilidad de la cota +1.0 en las estaciones anteriormente tratadas, ésta -

observa marcados avances y retroceso de la línea de playa particularmente en la estación 16 (Fig. 11). Este comportamiento está asociado a los efectos de oleaje de manera importante ya que los efectos de la estructura costera son menores, indicándole así la poca variación de la cota o durante el período 1971-1984 (Fig. 16).

El comportamiento de la cota +1.0 de la estación 27 es muy similar a la de las estaciones 2 y 11 (Fig. 13) aunque la -1.0 muestra rangos de variación mayores, situación que se debe a la complejidad de interacción entre el oleaje que llega a la playa y los patrones de circulación generadas -- por el mismo con el flujo y reflujo de la marea a través de la boca del estero de Punta Banda.

Al comparar la posición de las cotas +1.0, 0.0 y -1.0 a lo largo de toda la playa durante el mes de agosto ---- (Fig. 14) con respecto a diciembre (Fig. 15) es notorio que los cambios más abruptos en la línea de playa ocurren en la porción sur de la zona de estudio a excepción de la estación 1. Esto último, como ya se indicó es debido a la localización del espigón que cierra la boca de la rada portuaria. Las variaciones que se observan al sur (a partir de la estación 16) indican una acción más directa de la acción del -- oleaje y por tanto una respuesta más rápida a la acción modificadora del mismo.





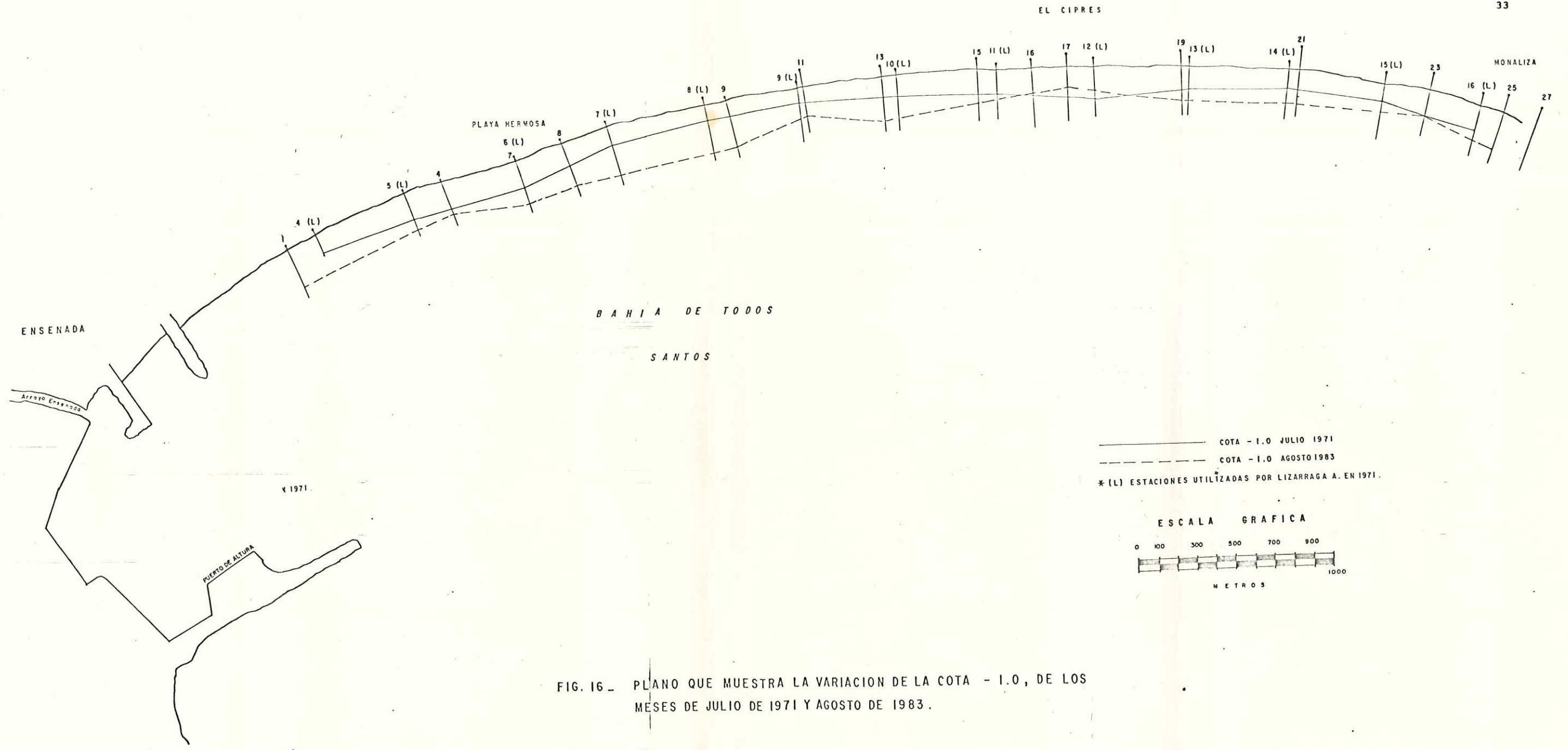


FIG. 16 - PLANO QUE MUESTRA LA VARIACION DE LA COTA - 1.0, DE LOS MESES DE JULIO DE 1971 Y AGOSTO DE 1983.

Al comparar la posición de la línea de playa en 1971 con la observada en 1983, es notorio que el mayor cambio en la zona cercana a las obras costeras (parte Norte). En particular, dada la iniciación de obra del espigón que cierra la rada así como el aumento en longitud del rompeolas de Ensenada en 1982 muestra el rápido avance de la línea de playa en el lado Sur de este nuevo espigón (Fig. 17) debido a que se presenta como obstáculo al transporte litoral de Sur a Norte indicado por Lizárraga-Arciniega (op. cit) y -- reafirmado por Pérez H. R. y Chee B. A. (op. cit).

En contraste con lo observado por Lizárraga-Arciniega (op. cit), el efecto de la obra en construcción ha sido más extensa, ya que este autor señala una zona de depositación que llega hasta 2,000 m. del espigón Sur (en 1971) mientras que en este estudio la zona de playa afectada por la construcción y ampliación de la obra costera se observa hasta 4,500 m.

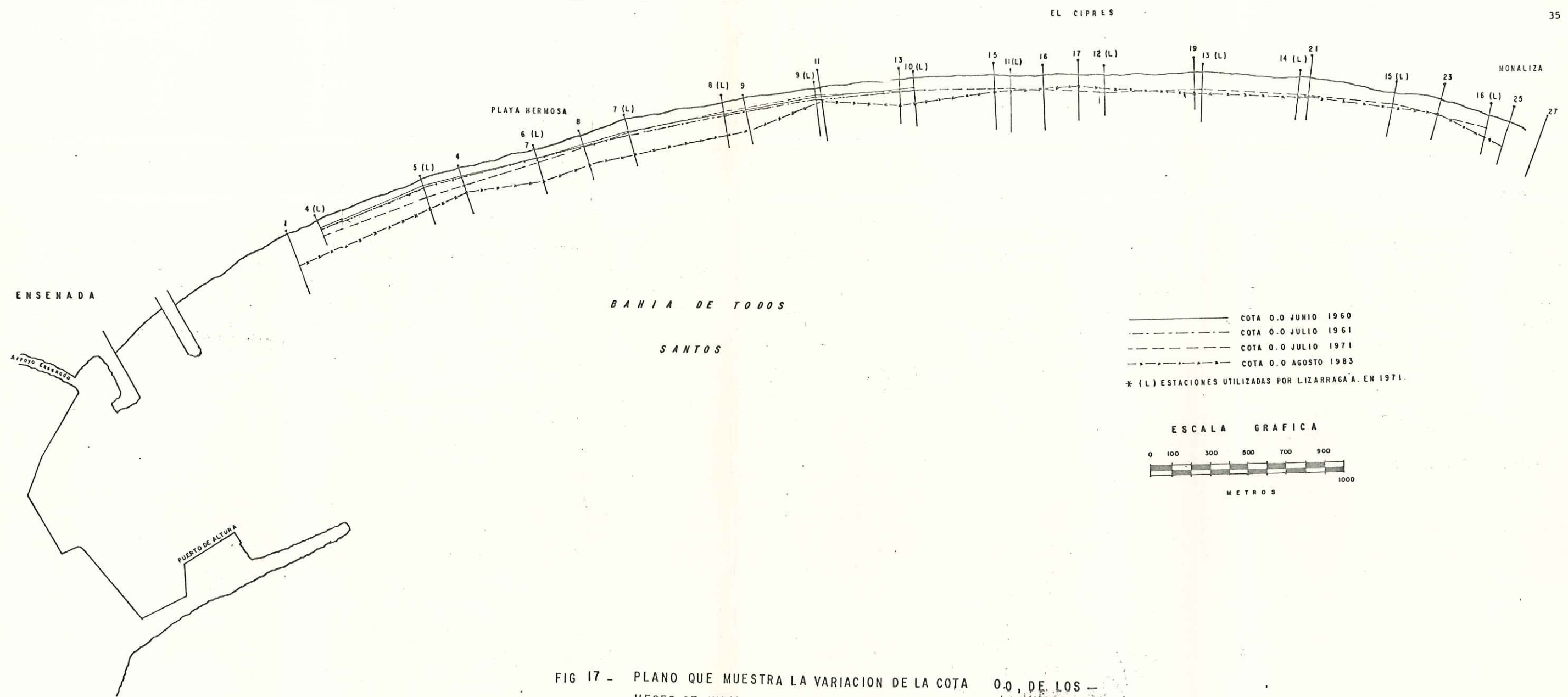


FIG 17 - PLANO QUE MUESTRA LA VARIACION DE LA COTA 0.0, DE LOS MESES DE JUNIO DE 1960, JULIO DE 1961, JULIO DE 1971 Y AGOSTO DE 1983.

## CONCLUSIONES

La playa estudiada presenta modificaciones que se pueden caracterizar de dos tipos: a) las correspondientes al ciclo anual (verano-otoño y primavera-invierno) y b) la correspondiente al efecto producido por la construcción de estructuras costeras. En esta última, es notorio el avance de playa (~ 100m) producido por la presencia del espigón "El Gallo", así como el efecto de la ampliación en longitud del rompeolas ya que esto ha ocasionado que la extensión de playa modificada sea mayor (~4,500m) en contraste con lo observado en estudios anteriores.

## BIBLIOGRAFIA

- Athearn, W.C. and F.C. Ronne, 1963. Shore line changes at Cape Hatteras: An areal photographic study of a 17 - years period. Naval Research Reviews, office of Naval Research, Washington, D.L. Vol. 16. No. 17, pp. 17-24.
- Emery, K.O., 1960. Sea off Southern California, John Wiley and Sons, N.Y., p.366.
- Guilcher, A., 1957. Morfología Litoral y Submarina. Ediciones Omega S.A. pp. 69-87.
- Inman, D.L., 1953. Areal and seasonal variations in beach and nearshore sediment at La Jolla, California. U.S. Beach Erosion Board Tech. Memo. No. 39.
- Johnson, J.W., 1956. Dynamics of nearshore sediment ----- movements along the Scripps Institute Pier. Am. Jour. Sci., V. 238, pp. 272.
- Lang Felder, L.J. and D.B. Stafford. 1970. Coastal erosion in North Carolina. Journal Waterways and Harbor ---- Division, Procceding of Am. Soc. of Civil Enginners. Vol. 96 No. WW2 pp. 531-545.
- Lizárraga-Arciniega J.R., 1972. "Estudio de los movimientos cíclicos de playa en la Bahía de Todos Santos, B.C., por medio de secciones transversales". Tesis de Licenciatura. Escuela Superior de Ciencias Marinas, U.A.B.C.

Ensenada, B.C.

- Pérez-Higuera, T. y A. Chee Barragán. 1984. Transporte de sedimento en la Bahía de Todos Santos, B.C. Ciencias Marinas 10(3): pp 31-52 (22).
- Secretaría de Marina., 1974. Estudio geográfico de la región de Ensenada, B.C. Dirección General de Oceanografía y Señalamiento Marítimo, México, D.F. 465 pp.
- Shepard, F.P. and E.C. Lafond, 1940. Sand movements along the Scripps Institute Pier: Am Jour. Sci., V. 238, 272 pp.
- Shepard, F.P. 1950. Beach cycles in Southern California U.S. beach erosion board, Tech. Memo. No. 20.
- Shepard, F.P. and D.L. Inman, 1951. Beach cycles in Southern California. U.S. Beach Erosion Board, Tech. Memo No. 22.
- Wiegel, R.L. Patrick, D.A. and H. L. Kimberley, 1954. Wave longshore current and beach profile records for Santa Margarita River, Oceanside, California. Am Geophy. Union Trans., V. 35, p. 887-896.
- Ziegler, J.M., 1959. Beach changes during storms on outer Cape Cod. Massachusetts. Jour Geol. V. 67. pp 318-336.