

**Informe: PROTECCION DE MARGENES  
EN EL CLUB SAN FERNANDO**  
Informe LHA 147-01-96

Informe producido por:

Ing. D. Brea.  
Ing. C. Loschacoff.

Julio de 1996

**Informe: PROTECCION DE MARGENES  
EN EL CLUB SAN FERNANDO**  
Informe LHA 147-01-96

Resumen

Se presenta un análisis preliminar para la determinación de posibles soluciones de la erosión de márgenes verificada en la isla propiedad del Club, ubicada en la confluencia del Canal de Vinculación y el río Luján.

**DESCRIPTORES**

Temáticos:	Erosión y protección de márgenes,
Geográficos e institucionales:	Canal de Vinculación río Luján- Delta río Paraná. - Club San Fernando.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

**Director del Laboratorio  
de Hidráulica Aplicada:**

**Ing. Julio César DE LIO**

**Asesor Científico del INCYTH:**

**Ing. Haroldo J. HOPWOOD.**

**Jefe del Programa Hidráulica Fluvial:**

**Ing. José D. BREA.**

**Responsable de Proyecto:**

**Ing. César S. LOSCHACOFF.**

**Técnicos:**

**Sr. Roberto LOPEZ.**

**Sr. Luis LARES.**

## 1. INTRODUCCIÓN.

A solicitud el Club San Fernando, el Laboratorio de Hidráulica Aplicada (LHA) del INCYTH, realizó un análisis preliminar para la determinación de posibles soluciones de la erosión de márgenes verificada en la isla propiedad del Club, ubicada en la confluencia del Canal de Vinculación y el Río Luján.

De acuerdo a lo convenido, en esta primera etapa del estudio, en base a la información básica existente, y a la recorrida de la zona en cuestión, se realizaron las evaluaciones y estudios básicos pertinentes, con el fin de determinar y evaluar las causas principales de las erosiones manifestadas. Como resultado final consecuente, se obtuvo una recomendación sobre el tipo de protección de márgenes a utilizar, teniendo en cuenta no sólo los aspectos hidráulicos, sino también las disponibilidades de material para su ejecución.

El presente informe contiene los resultados obtenidos en esta primera etapa.

## 2. ANTECEDENTES RECOPIADOS. *(Ver anexo)*

Para esta etapa del estudio, los antecedentes brindados por el Club fueron suficientes. Estos consistieron en:

- perfiles topo-batimétricos de la zona afectada, de febrero de 1994 (20 perfiles), enero de 1995 (5 perfiles) y enero de 1996 (5 perfiles).
- fotografía aérea de la zona (1991).
- plano de líneas de nivel en la zona, confeccionado a partir de las batimetrías citadas.
- informe de estudio de suelos para fundaciones (marzo de 1996). *estudio de*
- fotos de la zona (febrero de 1995)
- tabla niveles mayores de 3 m (desde 1953 hasta abril de 1996) y tabla de niveles máximos anuales (1953-1995)

Se agregó una curva de frecuencia de niveles en San Fernando, obtenida a partir de los registros diarios desde 1984 a 1995, que se presenta como Figura 1.

El día 20 de junio se realizó una visita a la zona y se efectuó una inspección ocular de la margen erosionada, junto al Arq. Patiño y el Ing. Piombi del Club San Fernando y los Ing. Brea y Loschacoff del LHA. Pudo verificarse el severo grado de erosión existente en el tramo en cuestión.

### 3. ANÁLISIS DE LAS SOLICITACIONES EROSIVAS EN LA ZONA.

La zona de estudio se encuentra ubicada sobre la margen derecha del Canal de Vinculación entre los ríos San Antonio y Luján (Figura N° 2).

Ese tramo del Canal corresponde a una curva, en la que se manifiestan los fenómenos comunes de estas zonas. En estos tramos se produce una sobreelevación del nivel de agua en la margen exterior, lo que da lugar a una corriente de retorno por el fondo hacia la orilla interior, generándose una corriente helicoidal como consecuencia de la suma de la corriente normal del río a la corriente de retorno transversal citada (Figura N° 3).

Se produce de esta manera una erosión en la margen exterior de la curva por arrastre de partículas del fondo y un depósito en la margen interior de la misma.

En la visita a la zona pudo reconocerse la configuración clásica de las márgenes erosionadas por la corriente, lo que indica ésta es uno de los agentes erosivos presentes.

En base a la información existente se efectuó un cálculo aproximado de la velocidad media de la corriente en el tramo, que resultó de 1 m/s. Dicho valor se determinó a partir de estimaciones de caudales, pendientes, y secciones, y debe necesariamente ajustarse en posteriores etapas del estudio.

La existencia en la zona de corrientes de marea, además de las debidas al escurrimiento del río, provoca que en ciertas condiciones la corriente vaya en sentido opuesto al normal del río. Este hecho debe tenerse en cuenta al analizar el tipo de protección a colocar.

Otra de las posibles solicitudes es el oleaje debido a las embarcaciones. La zona en cuestión es continuamente transitada por embarcaciones de distinto porte: embarcaciones deportivas, areneras, de carga pequeñas, catamaranes, etc. Este oleaje provoca corrientes de retorno y depresiones que originan la erosión.

La altura de la ola generada por los barcos está vinculada especialmente a la velocidad de navegación de las embarcaciones y a la distancia entre la línea de navegación y la margen. Las variables involucradas son:

- h = tirante medio en la sección
- s = distancia desde la línea de navegación a la margen
- vs = velocidad de la embarcación

Realizando una estimación de los valores de las variables citadas para el caso en cuestión, se obtuvo una altura de ola  $H_i$  igual a 0.33 m. Al igual que en el caso de las corrientes, deberá realizarse un ajuste de este cálculo al realizar el proyecto de la obra de protección.

Otra de las posibles solicitudes es el oleaje debido a viento, que también

puede ser de significación para ciertas condiciones, en la zona afectada. Para los objetivos buscados en esta etapa del estudio no resulta imprescindible su cálculo, que es más complejo que los efectuados. Sí debe tenerse en cuenta que existe, para la selección de la protección más adecuada.

#### 4. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE PROTECCIÓN.

Como ya se señalara, el objetivo de esta etapa del estudio fue obtener una recomendación sobre el tipo de protección de márgenes a utilizar, teniendo en cuenta no sólo los aspectos hidráulicos, sino también las disponibilidades de material para su ejecución. En este sentido, el Club cuenta con aproximadamente 800 m<sup>3</sup> de escombros de demolición, que desearía utilizar, de ser posible, en la futura protección de las márgenes.

Al elegir la alternativa de protección más conveniente, la primera discriminación que debe hacerse es entre protección longitudinal o transversal a la corriente (espigones).

Las protecciones longitudinales son estructuras que se apoyan directamente en la margen del río, a fin de evitar que la corriente de agua y el oleaje afecten al material de la margen que protegen. Los espigones son estructuras en forma de diques o pantallas interpuestas al escurrimiento, vinculadas en uno de sus extremos a la orilla, cuya función es alejar las líneas de corriente de la margen, impidiendo que las partículas sean erosionadas.

Las protecciones longitudinales, bien diseñadas y construidas, evitan por completo los corrimientos laterales de las márgenes. Los espigones permiten que la obra en su conjunto continúe trabajando aunque uno o dos espigones hayan sido socavadas en sus extremos o destruidos y separados de la margen.

Más allá del objetivo primordial que es controlar los procesos erosivos de las márgenes en la zona, para la selección del tipo de protección más conveniente en la zona a proteger se partió de las siguientes premisas:

- no afectar el paisaje de la zona, manteniendo la arboleda existente.
- no afectar la navegación en el canal.
- no generar problemas en las costas vecinas.
- utilizar, en lo posible, los escombros disponibles en el Club.
- utilizar otros tipos de materiales disponibles en la zona de influencia.
- aspecto económico.

Para el caso del Club San Fernando se analizaron las dos posibilidades (espigones y longitudinal), realizándose un prediseño de protecciones de piedra en ambos casos, con el fin de tener un punto de comparación utilizando el mismo material.

Para el diseño de **espigones**, se obtuvieron los datos necesarios de la

información básica presentada. De la fotografía aérea y cartas náuticas, se determinó el ancho de canal navegable, que resultó de aproximadamente de 160 m.

De acuerdo a los criterios de diseño, la longitud del espigón  $L_t$  debe estar comprendida entre:

$$h \leq L_t \leq B/4$$

siendo  $h$  el tirante, y  $B$  el ancho superficial del curso. En nuestro caso, resulta una longitud variable entre 6 y 40 m.

Como el Canal de Vinculación es navegable, y para evitar efectos en la margen izquierda del canal, la longitud del espigón no debe superar el 10% del ancho, lo que implica que:  $L_t \leq 16$  m.

Adoptando una longitud de 15 m, la separación entre espigones  $S_p$  aconsejable en este caso sería de cinco veces  $L_t$ , lo que da un valor de 75 m.

Para la longitud a proteger (aproximadamente 800 m), resultan necesarios 11 espigones.

Debe dejarse establecido que los cálculos presentados constituyen sólo un prediseño simplificado tendiente a poder evaluar la conveniencia de cada tipo de protección. No deben tomarse como un diseño de la misma.

En cuanto a la inclinación de los espigones, en este caso deben construirse perpendiculares a la margen, pues, como se dijo, la existencia de las corrientes de marea, hace que haya flujo en los dos sentidos (a pesar de tener un sentido preferencial).

Los cálculos efectuados arrojan un volumen aproximado de 7000 m<sup>3</sup> de piedra para la construcción de la batería de espigones.

En el caso de la **protección longitudinal**, con la velocidad media calculada, se obtiene un tamaño de piedra estable para la protección de 0.02 m (en una primera aproximación).

Calculando el tamaño de piedra estable al oleaje producido por las embarcaciones, se obtiene un diámetro de 0.08 m.

Vale también en este caso la consideración efectuada anteriormente, en cuanto a que se trata de un prediseño simplificado a fines comparativos.

En este caso el volumen de piedra necesario para la protección longitudinal resultó de aproximadamente 3200 m<sup>3</sup>.

De los análisis realizados surgen las siguientes consideraciones:

- para resolver el proceso erosivo debido a la corriente del río, tanto espigones como protecciones longitudinales pueden utilizarse.
- en el caso de la acción erosiva del oleaje, ya sea debido a las embarcaciones o al viento, la protección longitudinal ofrece una solución más adecuada. Los espacios entre espigones quedan expuestos a la acción de las olas.
- los árboles existentes sobre la margen a proteger, pueden llegar a ocasionar problemas al plantear una protección longitudinal, no así en el caso de espigones.
- las grandes profundidades cercanas a la margen (Figuras N° 4,5,6,7,8) hacen que los espigones necesarios tengan un gran volumen, y extensión del talud desde el coronamiento del extremo. Esto puede tener efectos sobre la navegación en el canal, exigiendo una señalización del mismo.
- los espigones, aún considerando sólo la acción de las corrientes, no aseguran la protección definitiva de la costa. Con el tiempo debe evaluarse el funcionamiento de los mismos, para ver si es necesario agregar otro espigon en alguna zona crítica.
- la configuración de espigones analizada no genera inconveniente en la margen izquierda del canal, ya que fue diseñada teniendo en cuenta este aspecto.
- el volumen de escombros con que cuenta el Club aproximadamente alcanzaría para la confección de un espigón (o uno y medio). El volumen necesario para una protección longitudinal es más cercano al disponible.
- los escombros disponibles presentan una gran variedad de tamaños, además de hierros incorporados. De decidirse su utilización, en todos los casos deberán eliminarse los hierros, y seguramente adecuar los tamaños.

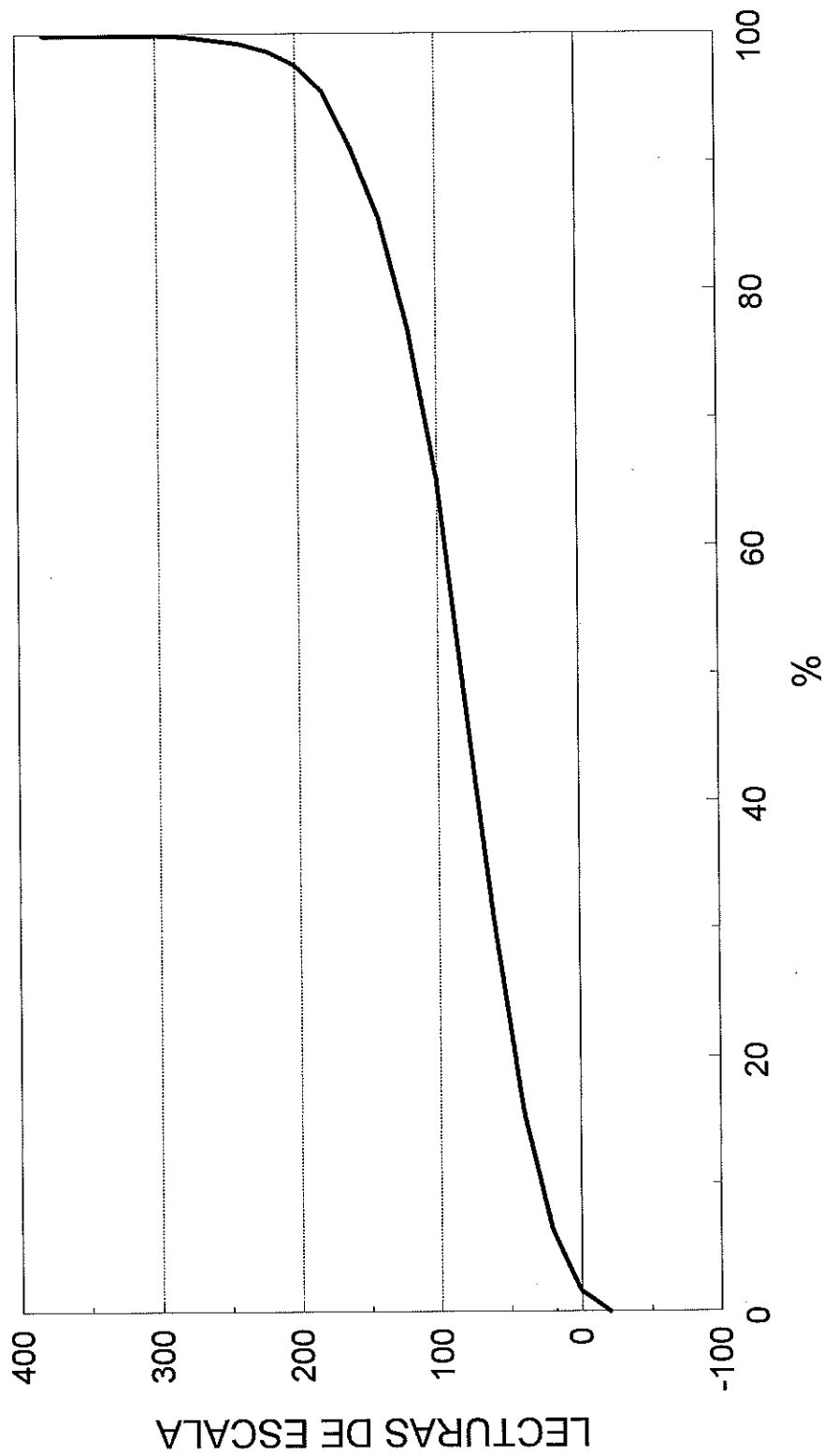
## **5. CONCLUSIONES.**

Se presentan las conclusiones obtenidas a partir del informe presentado:

- 1 las causas principales de la erosión de márgenes verificada en la margen derecha del Canal de Vinculación, en las instalaciones del Club San Fernando, son la corriente fluvial y el oleaje tanto por embarcaciones como por viento (este último no fue cuantificado). El perfil de la costa erosionada indica que la corriente es el principal agente erosivo, aún cuando el oleaje es de magnitud considerable.
- 2 las consideraciones realizadas a partir de las premisas establecidas, indican que una protección longitudinal es la solución más conveniente en este caso, frente a la posibilidad de construir espigones.

- 3 dentro de las protecciones longitudinales, existen variantes que permitirán la utilización de materiales de la zona, además de los escombros disponibles. Estas variantes serán analizadas en la etapa de cálculo y proyecto, incluyendo los aspectos económicos. En este aspecto, se seleccionará entre la variada gama de elementos de protección existente, incluyendo la opción de tablestacado.
- 4 un elemento a tener en cuenta en el diseño de la protección longitudinal será la conservación de la arboleda existente en la costa a proteger.

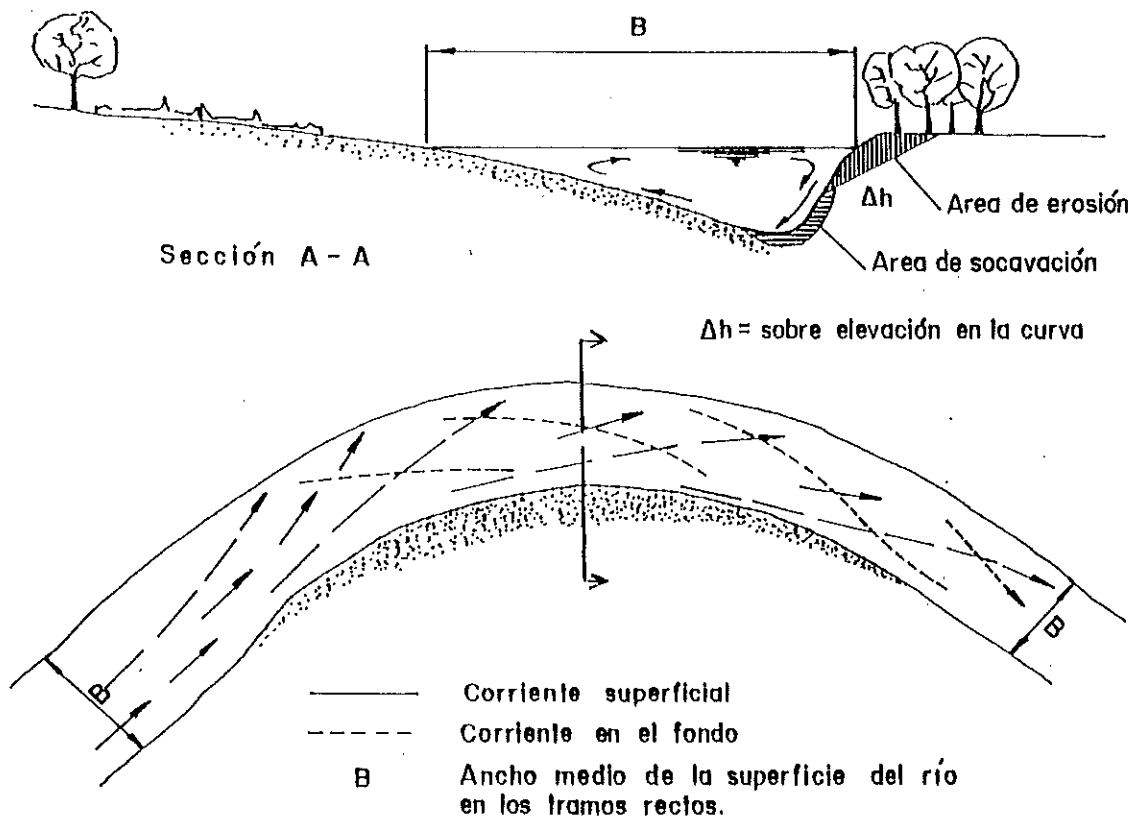
# CURVA DE FRECUENCIAS SAN FERNANDO, 1984-1995



— PORCENTAJE ACUMULADO (intervalo 20 cm)

FIGURA N° 1

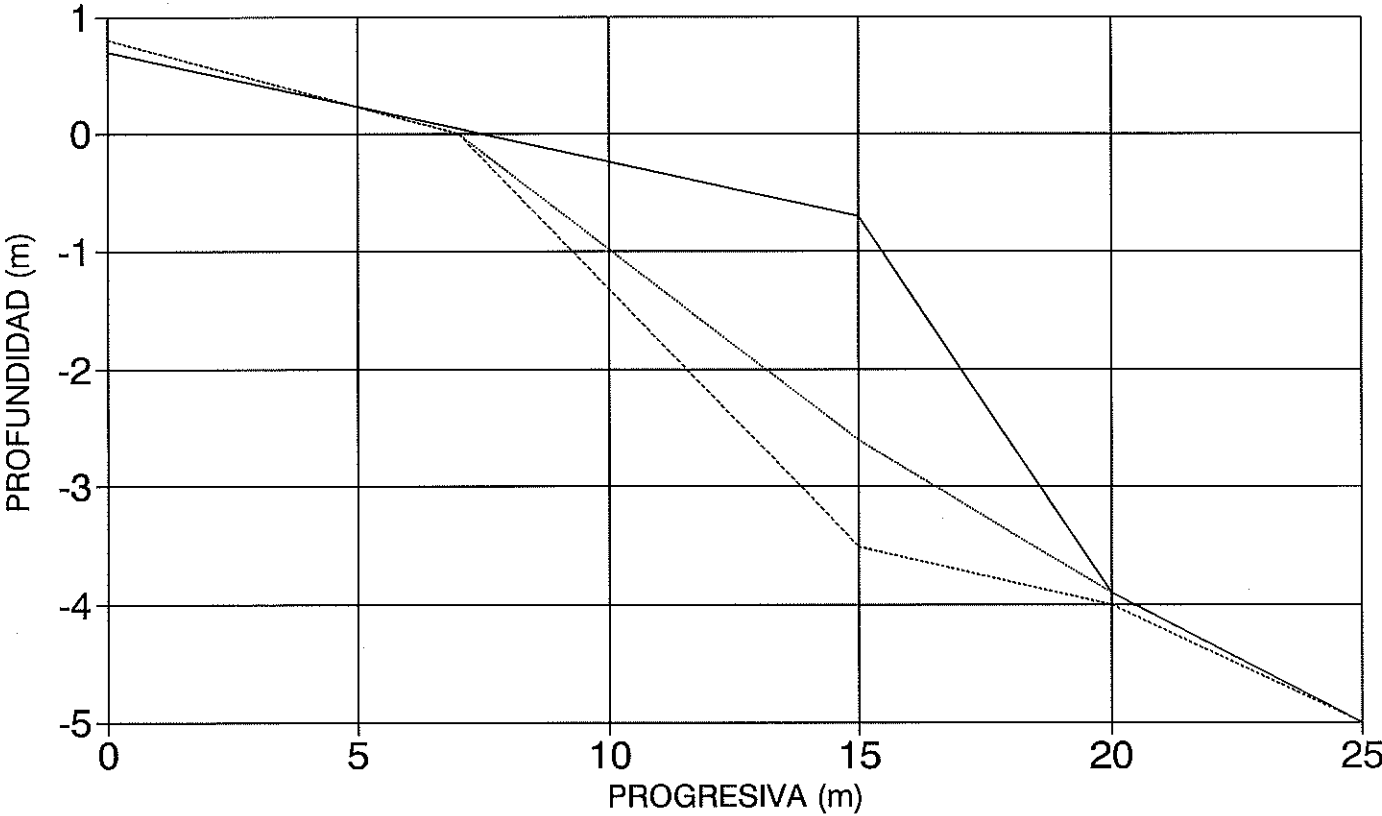




Esquema sobre las corrientes que se presentan en las curvas de los ríos

Figura N° 3

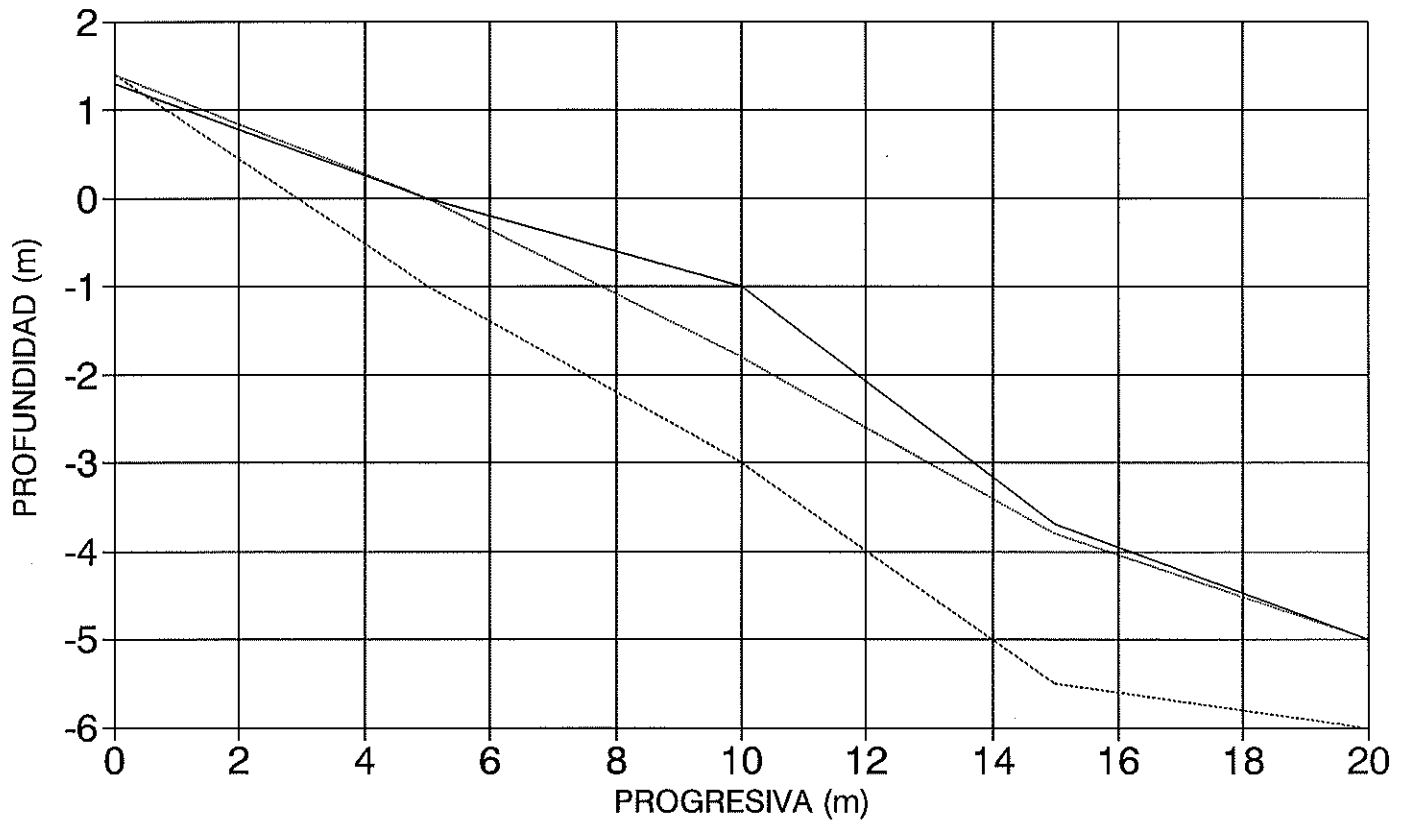
# SAN FERNANDO-CANAL DE VINCULACION PERFIL N°7



— Año 1994 — Año 1995 ..... Año 1996

FIGURA N°4

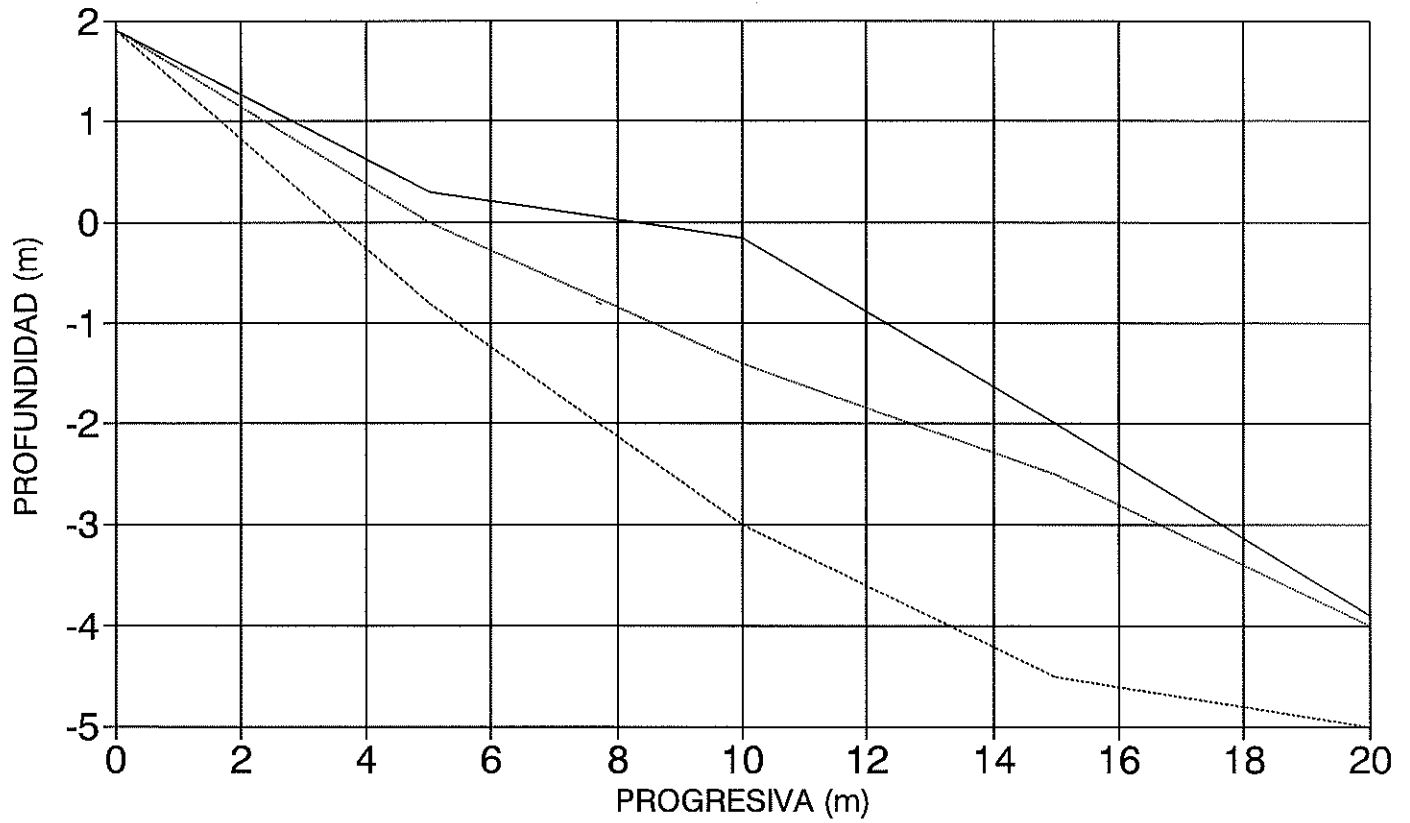
# SAN FERNANDO-CANAL DE VINCULACION PERFIL N°8



— Año 1994    - - - Año 1995    ..... Año 1996

FIGURA N° 5

# SAN FERNANDO-CANAL DE VINCULACION PERFIL N°9



— Año 1994    - - - Año 1995    ..... Año 1996

FIGURA N° 6

# SAN FERNANDO-CANAL DE VINCULACION PERFIL N°10

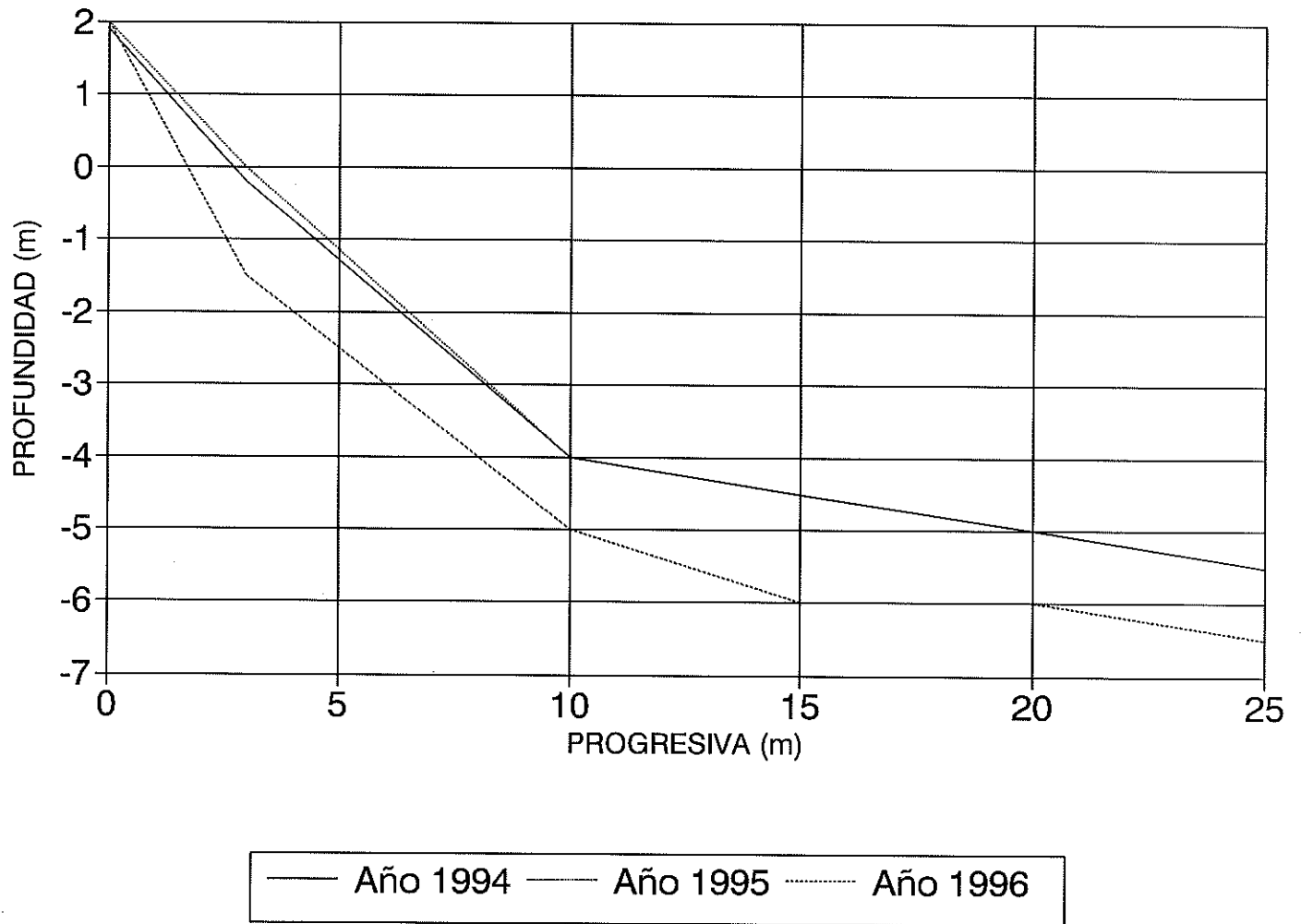
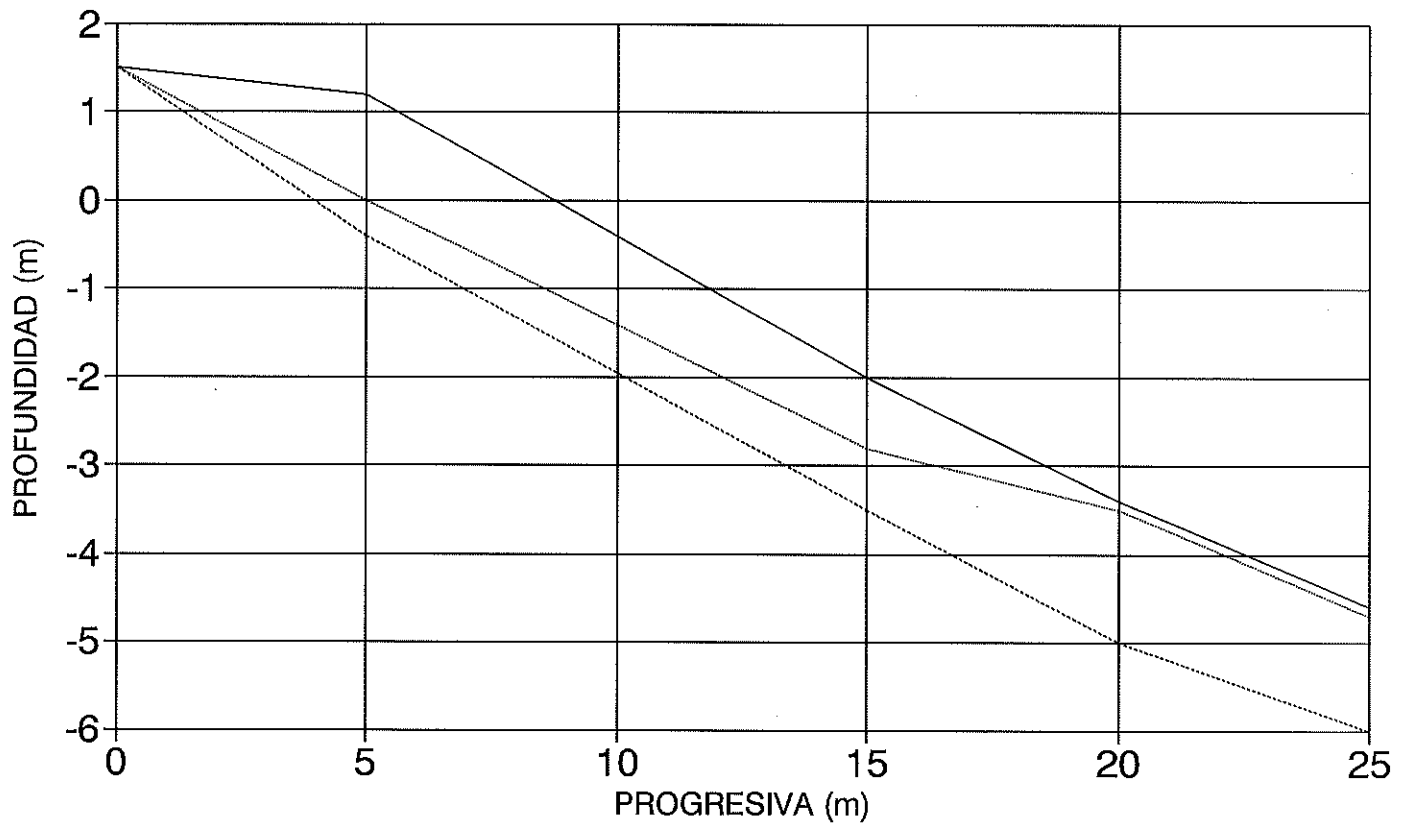


FIGURA N° 7

# CLUB SAN FERNANDO-CANAL DE VINCULACION PERFIL N°11



— Año 1994 — Año 1995 ..... Año 1996

FIGURA N° 8