

# Laboratorio de Hidráulica Aplicada

SALTO GRANDE

LABORATORIO DE HIDRÁULICA



INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNICA HIDRICAS

LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA - I.N.C.Y.T.H.  
SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE HUMANO  
MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION

ESTUDIO DE VERIFICACION PROTOTIPO-MODELO DE LAS  
FASES CONSTRUCTIVAS DE LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

INFORME DE AVANCE N° 1

Jefe de Investigaciones  
Dr. Raúl A. LOPARDO

Investigadores  
Ing. Hugo MILLI  
Ing. Fernando J. ZARATE  
Ing. Jorge A. ORELLANO

SUPERVISION  
Dr. Moisés S. BARCHILON  
Director  
Dr. Alfonso PUJOL  
Vicedirector

EZEIZA, octubre de 1974.

L.H.A. - 12-003-74

Ministerio de Economía de la Nación  
Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano  
LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA - INCYTH

ESTUDIO DE VERIFICACION PROTOTIPO - MODELO DE LAS FASES

CONSTRUCTIVAS DE LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

Informe de avance nº 1

Raúl A. Lopardo, Hugo Milli, Fernando J. Zarate, Jorge A. Orellano

Resúmen: Se presentan los resultados de velocidades, líneas de corriente y estabilidad de enrocados obtenidos en prototipo y en modelo físico, para la primera etapa de construcción de la obra de Salto Grande, confirmando la eficacia de la técnica empleada.

Descriptores: Modelo físico; Obras hidráulicas; Cierres fluviales; Ataguías;; Etapas constructivas.

Descriptores geográficos/institucionales: Salto Grande --rio Uruguay.

Ezeiza, octubre de 1974

## INTRODUCCION

El Laboratorio de Hidráulica Aplicada ha tenido a su cargo las investigaciones sobre modelo físico de las fases constructivas para las obras de Salto Grande. El cierre del río Uruguay ha sido previsto en dos etapas fundamentales, cuyas condiciones han sufrido variantes durante el curso de los estudios realizados.

De acuerdo con el proyecto primitivo de la firma consultora MAIN y Asociados se estudió la primera etapa de desvío con simulación de margen erosionable (1) determinándose las condiciones hidrodinámicas del conjunto y las posibles modificaciones de la costa argentina por efectos de la contracción provocada reduciendo el ancho de cauce del río en sus dos terceras partes.

Posteriormente, se estudió en modelo el avance de las obras y la estabilidad del material en esa primera etapa de cierre (2), un nuevo proyecto de primera etapa (3) y las condiciones hidrodinámicas y de estabilidad para la segunda fase constructiva (4) (5).

Finalmente, en el estudio realizado para la Empresa Constructora Salto Grande S.A. se ensayaron las configuraciones definitivas, para todo el desarrollo de las fases constructivas (6) (7).

Los resultados obtenidos sobre modelo son en general muy confiables en cuanto a la hidrodinámica del proceso, pero tienen siempre cierta reserva respecto de las condiciones de estabilidad de enrocamiento o de erosión de márgenes.

La posibilidad de realizar mediciones en prototipo durante la construcción de las obras presenta un gran interés para el Laboratorio, pudiendo contrastar la realidad de sus conclusiones, la confiabilidad de sus curvas de diseño de enrocado obtenidas de ensayos sobre modelo (8), y el grado de semejanza de las condiciones de erosión.

Por otra parte, la medición de velocidades, erosiones y otros parámetros en prototipo reviste interés a la Empresa Constructora, que puede verificar las condiciones establecidas en el modelo y así mantener su confianza en los métodos propuestos.

El modelo, en escala 1:125 representaba sólo 1,5 Km hacia aguas abajo del eje M-K, por lo que la zona de recuperación no era totalmente comprendida. La posibilidad de observar por corrida de flotadores el fin de esa zona perturbada resulta fundamental para determinar si los niveles de agua medidos en el modelo sufrirán de errores sistemáticos al ser llevados a prototipo.

Si bien el estudio de erosión de la margen argentina fue realizado para un proyecto diferente al actualmente en ejecución, se considera factible asimilar sus resultados dentro del límite de lo cualitativo, ya considerado de todas maneras en el estudio en sí.

Para este primer informe de avance, se han realizado las mediciones con la obra en su primera etapa de cierre en construcción, en las condiciones siguientes:

- Ataguía de aguas arriba completa en enrocado.
- Impermeabilización de dicha ataguía con material fino en operación.
- Ataguía de aguas abajo no afectando el escurrimiento.
- Gasto en el río variando entre 4.000 m<sup>3</sup>/s y 5.000 m<sup>3</sup>/s.

Las determinaciones fueron realizadas en dos etapas durante el mes de agosto de 1974. El resumen del estado hidrológico del río desde un mes antes de la campaña y durante su desarrollo se presenta en la tabla N° 1.

## 1.- INSTRUMENTACION DE CAMPAÑA

Las mediciones realizadas por el Laboratorio en la zona de Salto Grande se refieren a velocidades, profundidades, líneas de corriente y perfiles de erosión.

Para la realización de esas tareas se contó con instrumental adecuado y equipo logístico, cuyos elementos más destacados se detallan a continuación:

- Embarcación neumática Zodiac, inflable por sectores estancos, con capacidad para montaje del equipo de medición y condiciones óptimas de seguridad, equipada con un motor Johnsson de 35 HP.
- Molinete Braystoke Mark II, para medición del vector velocidad de corriente por determinación de intensidad mediante hélice de poliestireno de alto impacto y dirección por sensor de brújula. El aparato permite lecturas de velocidad entre 0,03 m/s y 7,00 m/s con curvas de calibración distintas según el rango, pudiendo operar en aguas dulces o saladas entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $50^{\circ}\text{C}$  de temperatura. Su máxima profundidad de utilización (1.000 pies) excede largamente las de cauces fluviales. La dirección de corriente se logra en un cuadrante de  $360^{\circ}$  en incrementos de  $10^{\circ}$  con error máximo de lectura de  $-5^{\circ}$  a  $+5^{\circ}$ . Las lecturas son digitales. Debido a las altas velocidades que se debieron medir en la zona de estudio fue necesario adicionar un contrapeso de 30 Kgs. de plomo en algunos de los puntos ubicados en la contraccción.
- Torno OTT (double drum wiroch) para instalación y operación del molinete. Este equipo está especialmente diseñado para el desplazamiento de molinetes y contrapesos de hasta 50 Kgs, trabajando desde embarcaciones o puentes. Las posiciones horizontal y vertical del molinete se registran en el torno con sendos contadores digitales. El carrete portacables fue maniobrado a mano, sin inconvenientes.
- Ecosonda Vetus 2.000, de indicación digital, rango de profundidades de 0,4 m a 80 m, accionada a batería de 12 voltios. Este instrumento, apto para mediciones en agua entre  $-5^{\circ}\text{C}$  y  $60^{\circ}\text{C}$  de temperatura, presenta (según especificaciones) una precisión de  $\pm 1\%$ ; para alturas superiores a los 10 m y de 10 cm para alturas menores.
- Teodolito Kern DKM 2-A, de apreciación de segundos, con colimación automática, 32 aumentos, imagen no-invertida y gran precisión, para la ubicación de la embarcación desde tierra en cada punto de medición y las corridas de flotadores.
- Taquímetro autorreductor Wild RDS, de rápida lectura de círculo horizontal, 24 aumentos, imagen no-invertida y gran precisión, para idénticos propósitos.

- Boyas de 20 litros de volumen, con una veleta metálica colgante a 2,50 m de profundidad y bandera superior para ser individualizada durante la operación de corrida de flotadores.
- Nivel automático Wild NAKS con círculo horizontal e imagen no-invertido, para la nivelación de perfiles de erosión.
- Equipo accesorio elemental: brújulas, telémetro, un par de intercomunicadores VHF, dos pares de intercomunicadores en banda ciudadana.
- Equipo de documentación gráfica: una cámara filmadora Canon 8-14 Super. 8, cámaras fotográficas Nikkon F y Olympus Penn.

## 2.- MEDICIONES PUNTUALES DE VELOCIDAD

En la zona de aguas arriba del estrechamiento, donde era posible mantener la embarcación en condición estable, se realizaron mediciones puntuales de velocidad utilizando el molinete Braystoke. A tal efecto, el procedimiento realizado en cada caso se resume a continuación:

- Ubicación de la embarcación en la zona previamente seleccionada, anclando la misma mediante un sistema de garfios en el fondo rocoso del cauce.
- Bisección del punto de medida mediante dos teodolitos desde estaciones de coordenadas conocidas en la costa, a efectos de tener la ubicación exacta del vector velocidad determinado.
- Lectura de la dirección de corriente por contador digital y revoluciones del molinete por idéntico elemento.
- Realización de medidas a tres profundidades diferentes, superficial, 1 m y 2,50 m de profundidad. Este tercer punto presenta especial interés por ser coincidente con la ubicación del micromolinete en las experiencias realizadas por el Laboratorio sobre modelo reducido. El manejo del instrumental y su perfecta ubicación en profundidad se logró utilizando el torno, ya descrito previamente, con su contador de vueltas.
- Traducción de las lecturas obtenidas en revoluciones por minuto del molinete a velocidades de corriente en metros por segundo utilizando las curvas de calibración del aparato.

El resumen de las mediciones realizadas se detalla en las figuras N° 7 y N° 8.

Las mediciones no alcanzan un área suficientemente generosa, pues es de señalar que con velocidades de corriente superiores a los 3 m/s las dificultades de operación de la embarcación y su anclaje resultan prácticamente insalvables.

Por otra parte, en esas condiciones se requieren contrapesos muy voluminosos para el molinete, lo que aumenta los problemas de operación.

A pesar de lo expuesto, se ha intentado el mayor acercamiento posible a la zona contraída, y además se han complementado estos valores puntuales con corridas seriadas de flotadores que pueden atravesar el área de estudio.

### 3.- CORRIDAS DE FLOTADORES

Para conocer el espectro de velocidades en la zona estrechada por la ataguía se utilizó el método de corridas de flotadores cuyas trayectorias son relevadas desde la costa por intersección de visuales de tres teodolitos ubicados en estaciones conocidas.

El instrumental y equipo utilizados en esta tarea ya han sido oportunamente descriptos.

Las operaciones realizadas para ubicar un objeto flotante en tiempo y espacio, mientras recorre su trayectoria en el agua con velocidades cambiantes, se describen a continuación:

- Desde la embarcación, ubicada aguas arriba de la ataguía en una posición previamente seleccionada se arrojaba la boya con trapesada con su veleta y munida de su correspondiente bandera de localización.
- Una vez que la boya era divisada desde tierra por los operadores de las tres estaciones, el director de la experiencia marcaba un top registrado simultáneamente en las tres estaciones mediante intercomunicadores radiales, comenzando allí la lectura de ángulos horizontales y contando esa primer observación como de "tiempo cero".
- Se continuaba la medición a intervalos de tiempo constantes. Esos intervalos fueron fijados en función de las velocidades estimadas para la zona, habiéndose adoptado en un principio de 20 segundos y reduciéndose luego (ante la mayor experiencia de los operadores) a 15 segundos.

Se utilizaron como estaciones de observación las denominadas E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> y E<sub>3</sub> en la figura N° 1 cuando las trayectorias de los flotadores estaban comprendidas en su pasaje por el estrechamiento entre la cabecera de la ataguía y el eje de la sección de pasaje, en tanto que cuando se registraron trayectorias sobre margen argentina se utilizaron las estaciones E<sub>1</sub>, A y B indicadas en la figura N° 6.

Con la metodología e instrumental detallados se han logrado resultados alentadores en cuanto a precisión, puesto que los triángulos de error que se determinaron en cada punto nunca excedieron en su máxima longitud de 6 m, y ello en la zona donde la boya alcanzaba velocidades que superaban los 4 m/s, por lo que la distancia entre puntos de la trayectoria tiene precisión mayor al 10%.

Los resultados obtenidos se graficaron en las figuras N° 1, N° 2, N° 3, N° 4, N° 5 y N° 6, pudiendo observarse la forma de las trayectorias de flotadores. Se indican en dichas curvas cada una de las sucesivas posiciones en que han sido bisectadas las boyas y el intervalo de tiempo utilizado, de donde es posible obtener las velocidades medias entre dos posiciones de flotador.

#### 4.- PERFILES DE EROSION

Para poder conocer el proceso erosivo que se producirá en la margen argentina debido al estrechamiento del cauce, se relevaron cinco perfiles transversales sobre la citada orilla.

La ubicación de los mismos sobre la planialtimetría general se presenta en la figura N° 14.

Los perfiles relevados se han graficado en las figuras N° 9, 10, 11, 12 y 13, habiéndoselos referido a su punto más alto hasta tanto pueda acotárselos respecto al cero del Riachuelo.

## 5.- COMPARACION PROTOTIPO-MODELO

El modelo físico realizado por el Laboratorio para el estudio de las obras de Salto Grande representa, en escala 1:125 un kilómetro y medio de río aguas arriba del eje de presa y 1,5 kilómetros hacia aguas abajo.

En dicho modelo se han estudiado los estados parciales de cierre con gastos mayores a los encontrados en la etapa de construcción real de la primer ataguía en roca. Así es que el tamaño de enrocado previsto a partir de las experiencias sobre modelo resultaron con un cierto coeficiente de seguridad. Considerando que el río nunca superó los 7.000 m<sup>3</sup>/s y la estabilidad de la roca recomendada fue estudiada en el modelo para 10.000 m<sup>3</sup>/s se esperaba que ninguna piedra fuera desplazada por la corriente.

La observación in-situ de las operaciones de avance del espigón de roca permiten aseverar el comportamiento equivalente prototipo-modelo de su grado de estabilidad.

Además, el modelo previó la posibilidad de colocar el material fino impermeabilizante aguas arriba del enrocado una vez que el espigón de cierre hiciera el quiebre hacia aguas arriba, pues las velocidades relevadas en las experiencias de Laboratorio no superaban los 30 cm/s. Utilizando el molinete Braystoke ya descripto y desde la embarcación Zodiac se midieron velocidades a lo largo de una paralela al eje del espigón ubicada donde se iniciaría el talud del material fino aproximadamente, verificando el rango de valores citado.

En oportunidad de esta campaña ya se comenzó el volcado de material impermeable observándose que las condiciones previstas se cumplían perfectamente.

Dado que el modelo fue siempre probado en condiciones más rigurosas, no existen datos en el estudio previo (6) referentes a un estado exactamente igual al encontrado en la obra y el río durante la investigación de campaña, se reprodujo en el cuenco general el espigón de enrocado tal como se encontrara realmente en obra y se ensayó el comportamiento hidrodinámico para dos gastos, 4.000 m<sup>3</sup>/s y 5.000 m<sup>3</sup>/s, pues las mediciones realizadas en prototipo encontraron el río con gastos intermedios entre esos dos valores.

Para cada uno de esos gastos extremos elegidos se relevaron en el modelo físico las velocidades puntuales en ubicaciones similares a las mediciones en prototipo. En el modelo se utilizó un micromolinete Delft, tomando la velocidad a 2,50 m de la superficie, resultando los valores leídos sumamente concordantes con los homólogos obtenidos a esa profundidad en el río mediante el molinete Braystoke.

En la Tabla N° 2 se presentan los valores de prototipo y modelo obtenidos en idénticos puntos referidos a una cuadrícula imaginaria que está representada en los planos de este informe, y que fuera referencia de los estudios sobre modelo oportunamente realizados.

Puede observarse el ajuste casi absoluto de los resultados y salvo algunos valores que en un 3% exceden los límites extremos (compatible error con la precisión de los instrumentos de medida) todos los datos de prototipo están comprendidos dentro del entorno dado por los valores de 4.000 m<sup>3</sup>/s y 5.000 m<sup>3</sup>/s del modelo reducido.

También se midieron en el modelo velocidades en la zona estrechada, con el micromolinete, cuyos valores no pueden ser contrastados con valores puntuales de prototipo, pues la embarcación no podía anclarse en esa zona. Esas velocidades se contrastaron con los promedios de lecturas de corridas de flotadores, si bien se estima que estas determinaciones son más aptas para definir trayectorias líquidas que velocidades propiamente dichas.

Durante la primer etapa de la campaña el espigón no estaba aún completo. En esas condiciones sobre la margen argentina se realizaron algunas mediciones en prototipo con molinete, llegando lo más cerca posible de la zona estrechada. En el gráfico de la figura N° 15 se puede observar la concordancia de los valores obtenidos con los registrados en el modelo para iguales circunstancias.

La tabla N° 3 resume la contrastación entre medidas puntuales en el modelo con micromolinete y estimaciones en prototipo mediante uso de las corridas de flotadores. Es posible observar que la concordancia no es total y existen valores con diferencias significativas, pero ello es explicable por las dificultades de obtener valores precisos de velocidad a partir de corrida de flotadores.

Sin embargo, es de destacar la importancia de contar con el espectro de flujo obtenido por ese medio ya que permite constatar la hidrodinámica del conjunto.

Con excepción de una mayor curvatura observada en las líneas de corriente en prototipo aguas abajo de la obra, con respecto a las detectadas en el modelo, el funcionamiento hidrodinámico del conjunto ha aparecido como muy similar. Esa diferencia se produce en la zona donde el modelo físico tiene ya influencias de la compuerta de control de nivel de aguas abajo, cuyo ancho es inferior al del cauce del río.

La línea de separación del escurrimiento en el borde de ataque de la ataguía presenta una forma idéntica y las ondulaciones que allí se producen en el río son también detectadas en el modelo, aunque en este último se encuentran atenuadas por efectos de la energía superficial.

DATOS DE CAMPAÑA  
RÍO URUGUAY EN SALTO GRANDE  
TABLA N° 1

H<sub>1</sub> cota nivel en escala 253 m aguas arriba del eje de la presa  
H<sub>2</sub> cota nivel en escala 41,6 m aguas abajo del eje de la presa

MES	DIA	HConcordia (m)	Q(m <sup>3</sup> /s)	H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> (m)	Δh(m)
julio	22	4,80	5.199	8,28	7,80	0,48
"	23	4,70	5.052	8,36	7,81	0,55
"	24	4,70	5.052	8,31	7,74	0,57
"	25	4,42	4.647	8,16	7,45	0,71
"	26	4,12	4.225	8,09	7,45	0,64
"	27			8,05	7,36	0,69
"	28	4,02	4.087	7,98	7,26	0,72
"	29	3,92	3.965	7,91	7,19	0,72
"	30	3,82	3.816	7,90	7,11	0,79
"	31	3,82	3.816	8,01	7,14	0,87
agosto	1	3,90	3.924	8,28	7,26	1,02
"	2	4,02	4.087	8,48	7,33	1,15
"	3	4,18	4.309	8,49	7,30	1,19
"	4					
"	5	4,00	4.060	8,53	7,19	1,34
"	6	4,22	4.364			
"	7	4,94	5.407	10,15	8,10	2,05
"	8	5,25	5.878	10,21	8,21	2,00
"	9	5,32	5.986	10,43	8,30	2,13
"	10	5,52	6.299	10,56	8,44	2,12
"	11	5,44	6.173	10,35	8,32	2,03
"	12	5,14	5.710	10,05	8,10	1,95
"	13	4,94	5.407			
"	14	4,74	5.110	9,60	7,81	1,79
"	15	4,60	4.906	9,43	7,65	1,78
"	16	4,38	4.590	9,23	7,47	1,76
"	17	4,15	4.267	9,02	7,30	1,72

DATOS DE CAMPAÑA  
RÍO URUGUAY EN SALTO GRANDE  
TABLA N° 1

H<sub>1</sub> cota nivel en escala 253 m aguas arriba del eje de la presa  
H<sub>2</sub> cota nivel en escala 41,6 m aguas abajo del eje de la presa

MES	DIA	HConcor- dia (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	H <sub>1</sub> (m)	H <sub>2</sub> (m)	h (r)
agosto	18	3,98	4.033			
"	19	3,80	3.789	8,68	7,04	1,64
"	20	3,58	3.497	8,54	6,93	1,61
"	21	3,40	3.264			
"	22	3,24	3.060	8,25	6,74	1,51
"	23	3,06	2.834	8,04	6,60	1,44
"	24	2,98	2.736	8,06	6,58	1,48
"	25	3,15	2.947			
"	26	3,42	3.290	8,51	6,90	1,61
"	27	3,80	3.789	8,96	7,20	1,76
"	28	4,17	4.295	9,15	7,37	1,78
"	29	4,30	4.477	9,21	7,40	1,81
"	30	4,43	4.661	9,42	7,55	1,87
"	31	4,39	4.604	9,29	7,47	1,82
set.	1	4,32	4.505			

COMPARACION DE VELOCIDADES PROTOTIPO-MODELO

TABLA N° 2

Punto Ubicación Plano N°7	V en prototipo medida con mo- linete. Profun- didad: 2,50m $Q_{\text{medio}}=4.500\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=4.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=5.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)
I	0,941	0,961	1,312
II	1,180	1,158	1,389
III	1,157	0,976	1,284
IV	0,990	0,826	0,961
V	0,812	0,404	0,864
1	0,590	0,496	0,612
2	0,630	0,613	0,802
3	0,702	0,613	0,802
4	0,889	0,775	0,951
5	1,229	1,011	1,356
6	1,381	1,083	1,362
7	1,381	1,262	1,586
8	1,717	1,262	1,586
9	2,000	1,845	2,296
10	1,950	1,920	2,480

COMPARACION DE VELOCIDADES PROTOTIPO-MODELO

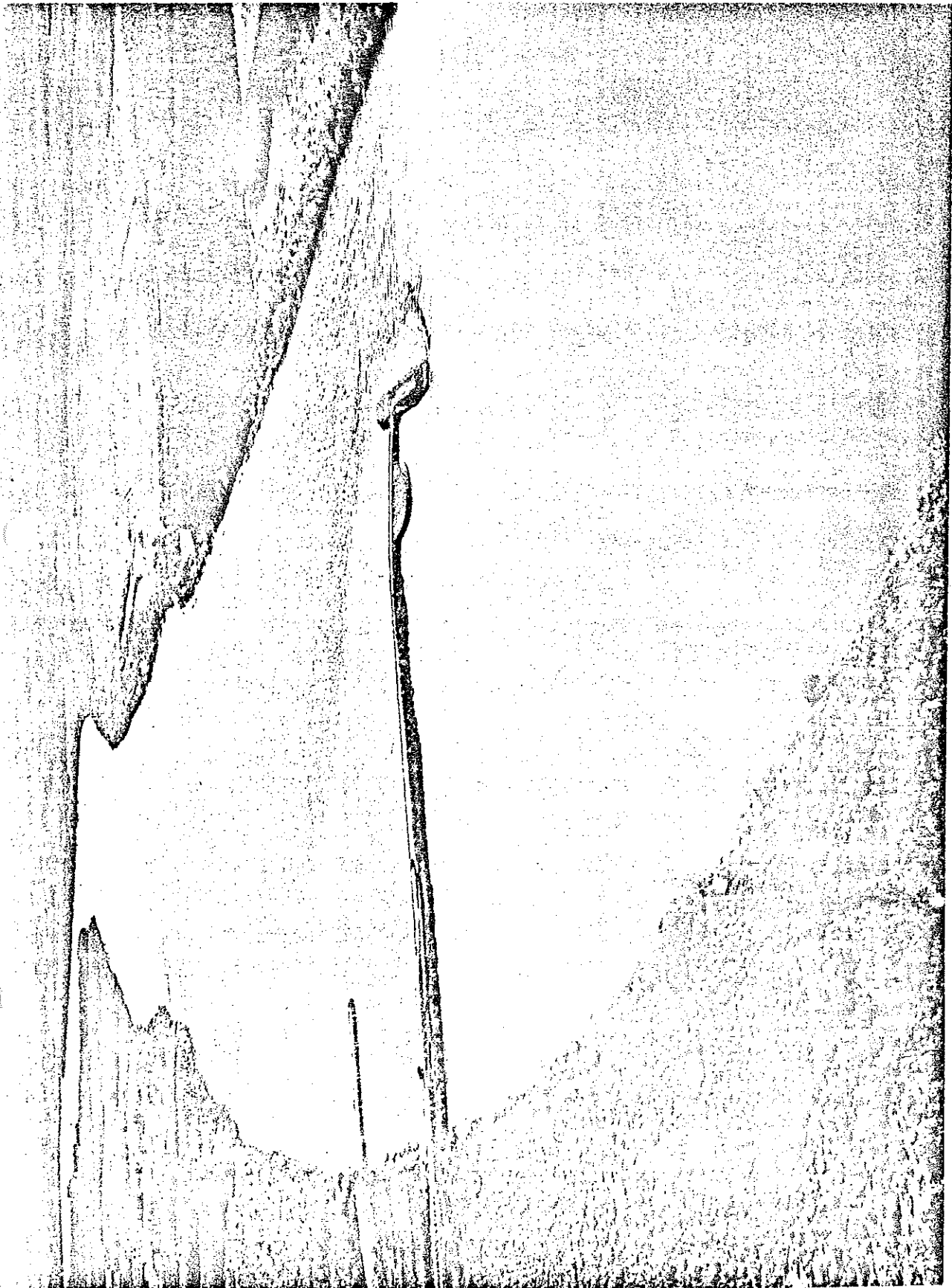
TABLA N° 3

Ubicación Cuadrícula	V en prototipo por flotadores $Q_{\text{medio}}=4.500\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=4.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=5.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)
1Z	2,60	2,16	2,35
1BB	2,65	2,29	2,52
4T	3,33	2,70	3,17
4W	3,00	2,60	2,67
4Y	3,33	2,24	2,72
4Z	2,67	2,49	2,72
4AA	3,00	2,49	2,69
4BB	3,00	2,40	2,74
6AA	3,47	3,47	3,75
6CC	4,00	3,28	3,46
8U	4,67	4,10	4,46
8X	4,00	3,84	4,08
8AA	3,80	3,73	3,98
10AA	4,12	4,22	4,43
10CC	4,00	3,25	3,46
12W	5,33	4,34	4,64
12Y	5,00	4,54	4,73
12AA	5,10	4,45	4,76
14CC	5,00	5,36	5,53
16W	5,40	5,26	5,51
16Y	4,66	4,90	5,12
16AA	4,82	4,63	5,00
18BB	4,80	4,45	4,46
20U	4,55	5,11	5,16
20Y	4,35	3,89	4,42
20AA	4,67	4,84	5,03
22BB	4,57	4,08	4,19

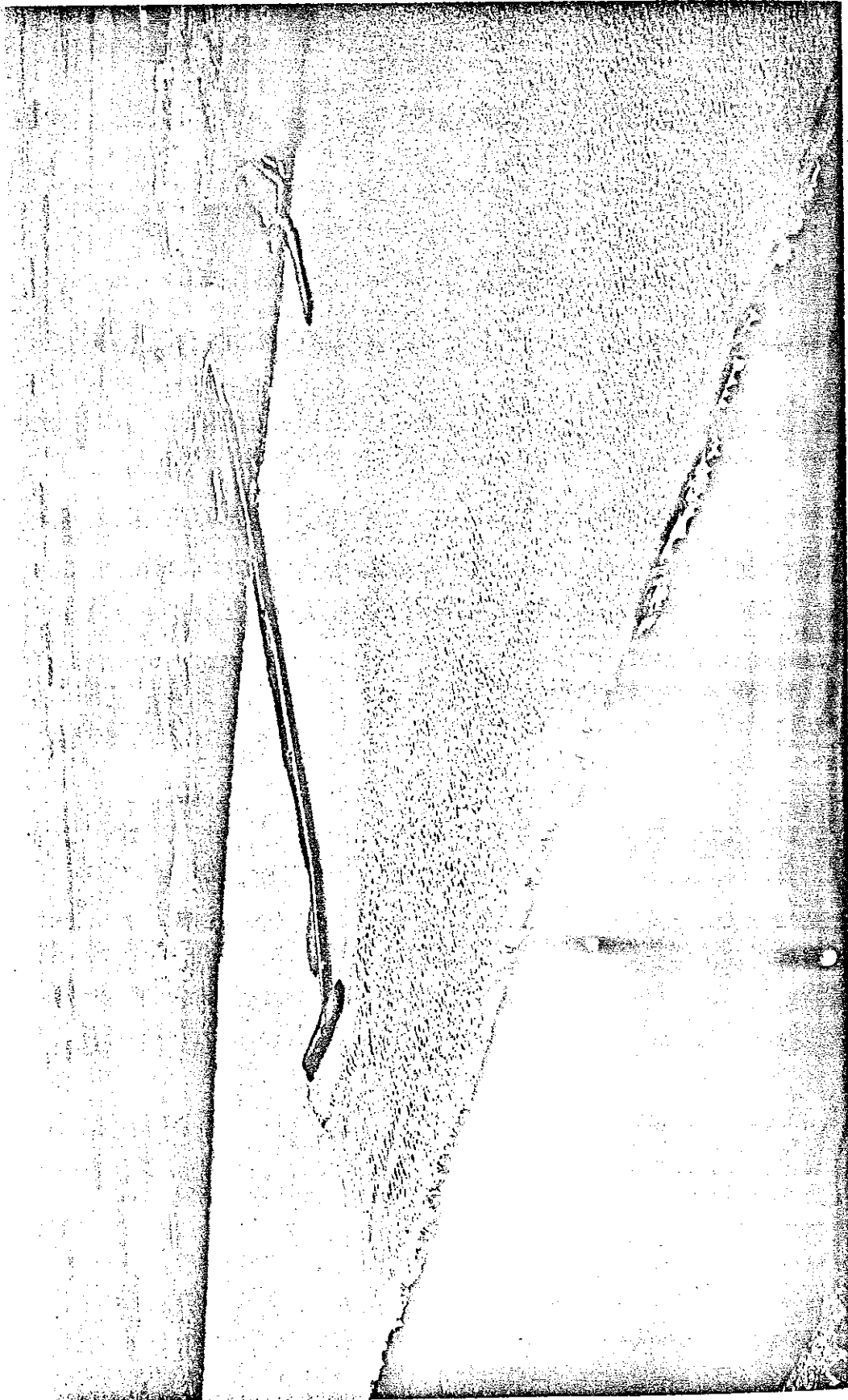
COMPARACION DE VELOCIDADES PROTOTIPO-MODELO

TABLA N° 3

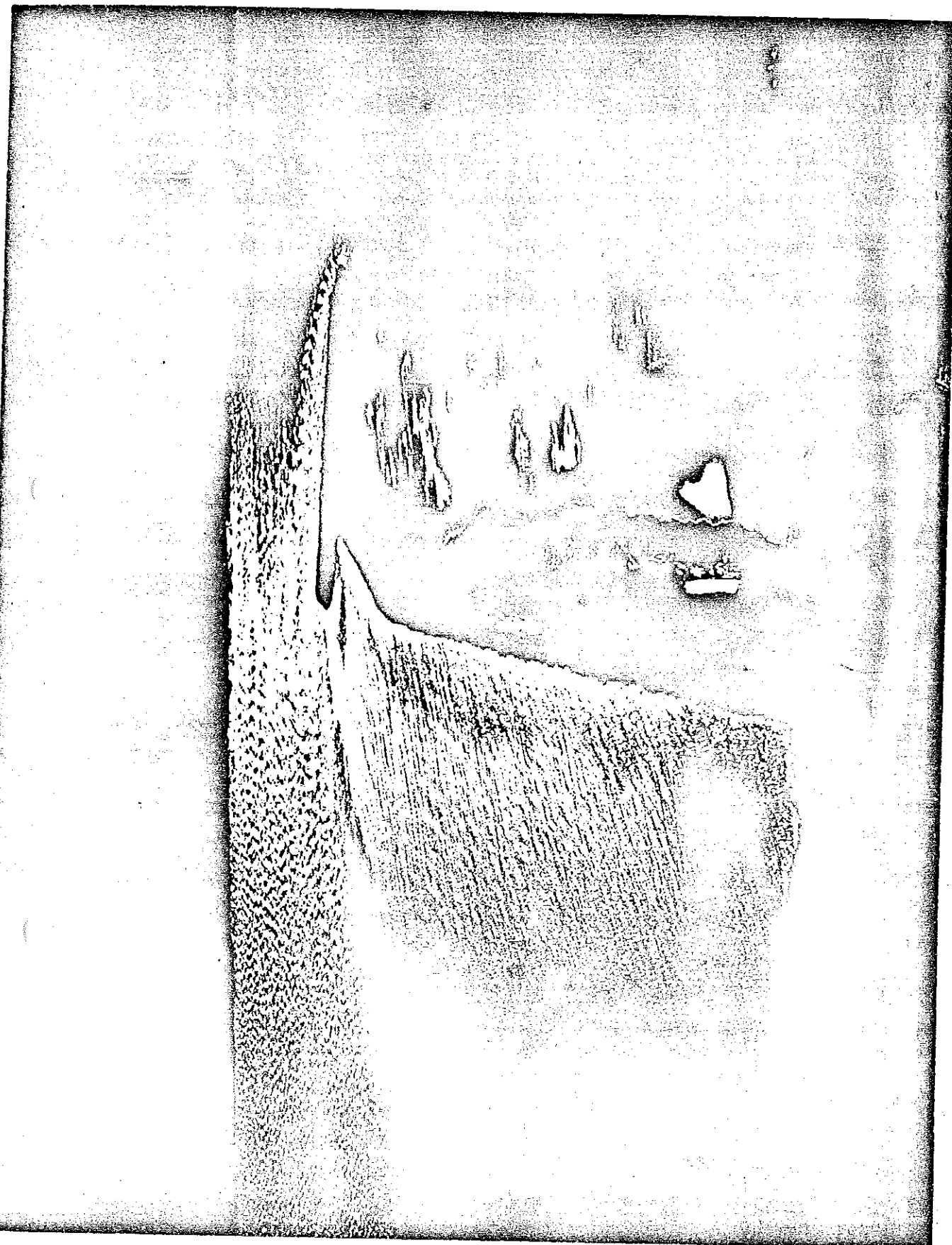
Ubicación Cuadrícula	V en prototipo por flotadores $Q_{\text{medio}}=4.500\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=4.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)	V en modelo $Q=5.000\text{m}^3/\text{s}$ (m/s)
22CC	4,20	3,94	4,53
24U	4,00	3,86	3,93
24W	4,00	4,61	4,92
24Y	3,75	3,85	4,17
24AA	3,85	4,08	4,33
26AA	4,10	4,22	4,56
26CC	4,00	3,92	4,24
30S	2,80	2,21	2,88
30U	3,20	3,22	3,54
30V	3,60	3,83	4,46
30W	3,60	4,10	4,32
30AA	4,00	4,00	4,34
30CC	5,50	4,63	5,11
33Z	4,00	3,54	3,85
33CC	5,50	5,12	5,53



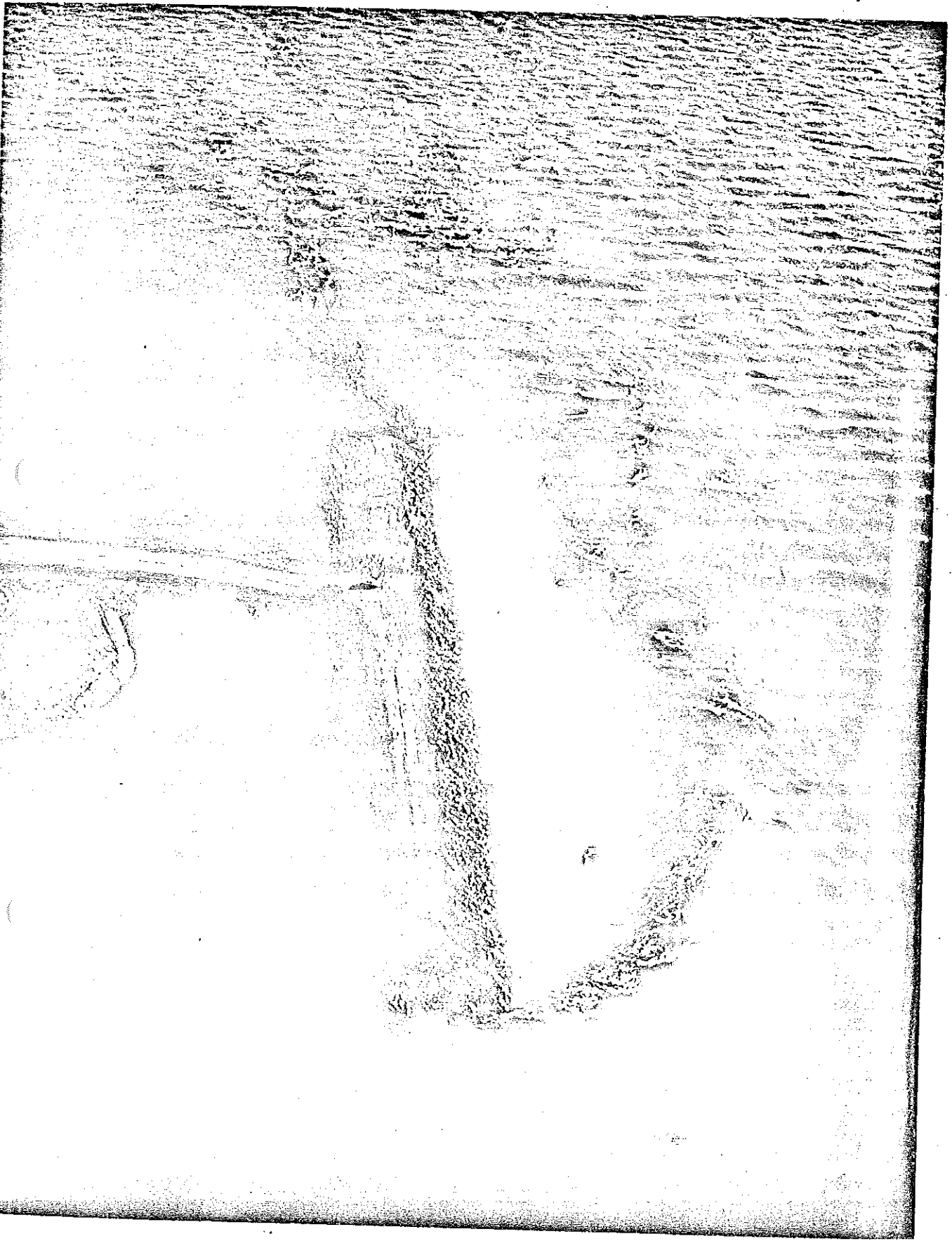
Fotografía N° 1 : Prototipo.



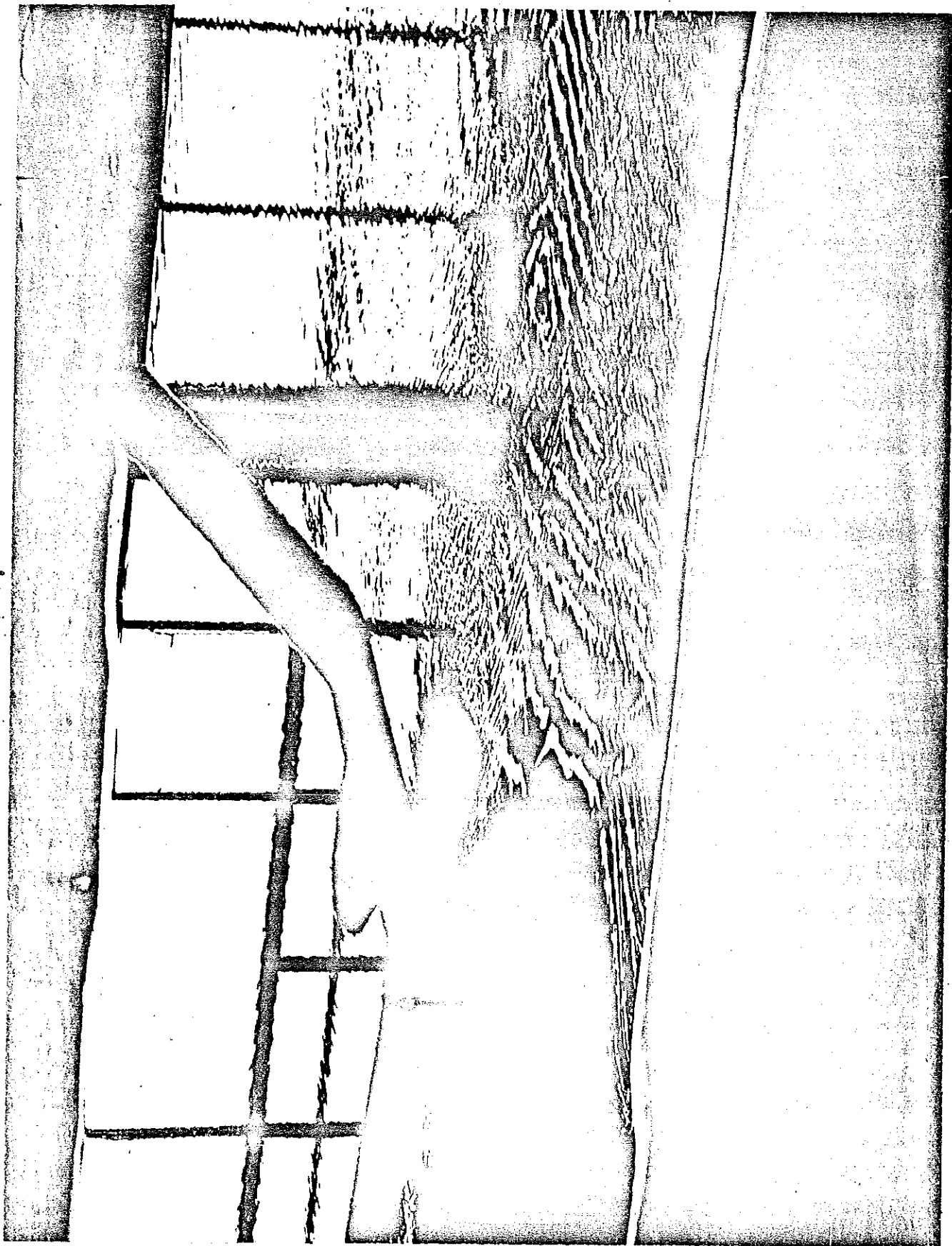
Fotografía N° 2: Prototipo



Fotografia N° 3 : Prototipo



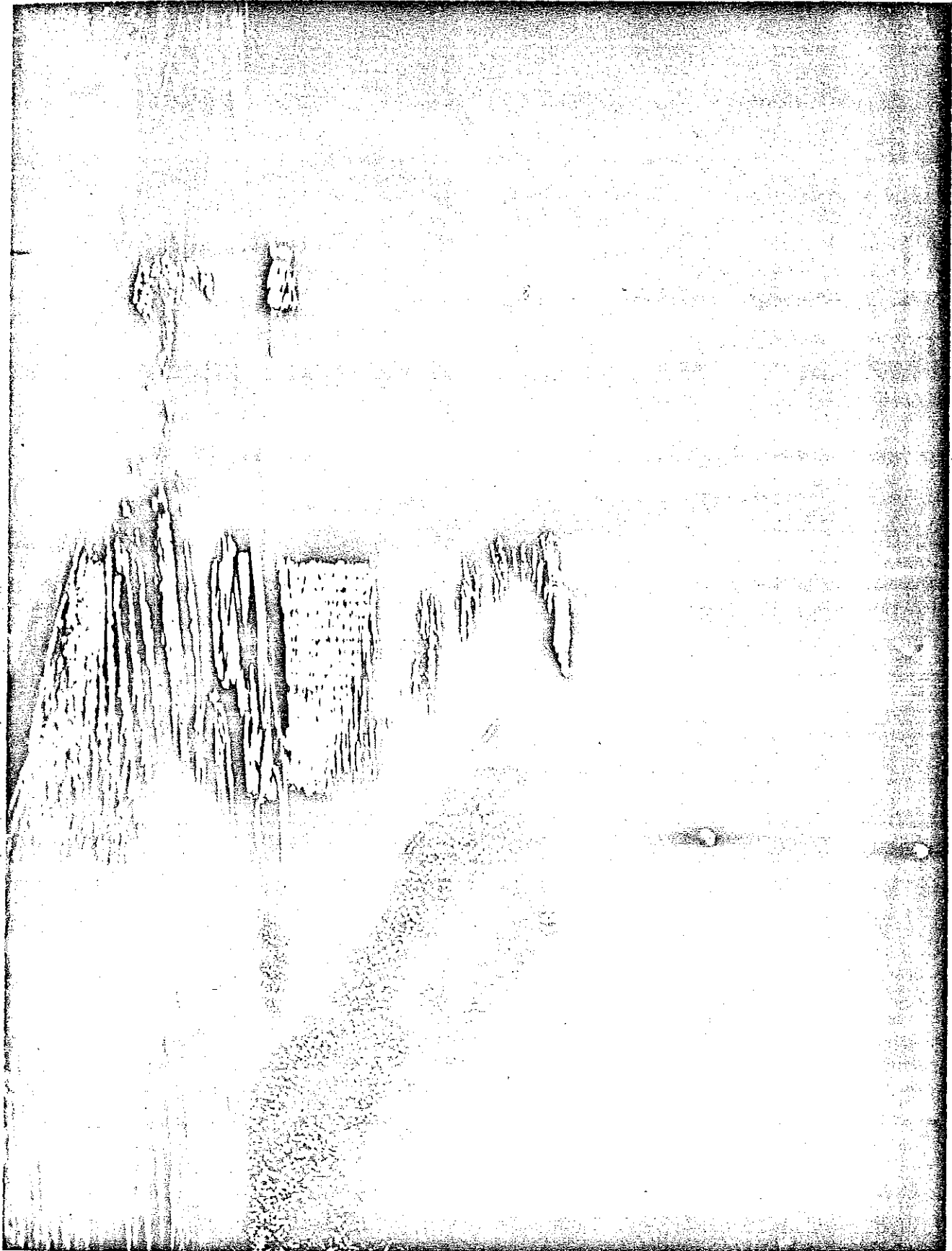
Fotografía N° 4 : Prototipo



Fotografia N° 5 : Modelo



Fotografía N° 6 : Modelo



Fotografia N° 7 : Modelo

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo II, Ezeiza, julio de 1973.
- (2) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo III, Ezeiza, agosto de 1973.
- (3) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo VI, Ezeiza, febrero de 1974.
- (4) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo V, Ezeiza, enero de 1974.
- (5) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de las obras de Salto Grande, Capítulo VIII, Ezeiza, abril de 1974.
- (6) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de la primera etapa de desvío del río Uruguay para las obras de Salto Grande, 2 Tomos, Ezeiza, junio de 1974.
- (7) LABORATORIO DE HIDRAULICA APLICADA: Estudio sobre modelo de la segunda etapa de desvío del río Uruguay para las obras de Salto Grande, 2 Tomos, Ezeiza, junio de 1974.
- (8) LOPARDO, R. A. y ZARATE F. J.: Consideraciones sobre el cierre de grandes ríos con cauce rocoso, VI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Bogotá (Colombia), D1-1 a D1-12, julio de 1974.

## RECONOCIMIENTO

El Laboratorio de Hidráulica Aplicada desarrolló esta tarea con la colaboración de la Empresa Constructora Salto Grande S.A., que prestó apoyo humano y material para el logro propuesto.

El Ingeniero Martín BASTERRECHEA ha formado parte del equipo profesional de medición, habiendo también participado en las discusiones técnicas.

La tarea fotográfica fue desarrollada por el Sr. Norberto MULLE.

Las mediciones topográficas fueron realizadas por los técnicos Angel RISOLI y Jorge SANTURIO.

### Colaboraron:

Mánuel VILAS : Ayudante  
Daniel MONTENEGRO : Dibujante  
Mercedes J. CEPEDA: Dactilógrafa

# ESTUDIO DE VERIFICACIONES PROTOTIPO - MODELO DE LAS FASES CONSTRUCTIVAS

## DE LAS OBRAS DE SALTO GRANDE

## TOMO II - FIGURAS

FIGURA Nº 1	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, medidas sobre modelo a escala 1:125
FIGURA Nº 2	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, corrida de flotadores prototipo
FIGURA Nº 3	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, corrida de flotadores prototipo
FIGURA Nº 4	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, corrida de flotadores prototipo
FIGURA Nº 5	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, corrida de flotadores prototipo
FIGURA Nº 6	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, corrida de flotadores prototipo
FIGURA Nº 7	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, mediciones puntuales de velocidad prototipo
FIGURA Nº 8	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, mediciones puntuales de velocidad prototipo
FIGURA Nº 9	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, perfiles de erosión prototipo P <sub>1</sub>
FIGURA Nº 10	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, perfiles de erosión prototipo P <sub>2</sub>
FIGURA Nº 11	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, perfiles de erosión prototipo P <sub>3</sub>
FIGURA Nº 12	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, perfiles de erosión prototipo P <sub>4</sub>
FIGURA Nº 13	1a. etapa de desvío ; informe de avance nº 1, perfiles de erosión prototipo P <sub>5</sub>
FIGURA Nº 14	Planificación de los perfiles de erosión - ubicación
FIGURA Nº 15	Velocidades sobre margen Argentina línea B - B (cuadrícula del modelo)

(Originales consultar en la Biblioteca del Laboratorio de Hidráulica Aplicada)