

En los valles de los ríos Chira y Piura, se desarrolla producción agrícola compuesta principalmente por cultivos de arroz, algodón, limón y mango bajo riego todo el año, cuya agua proviene de las represas y embalses de Poechos y San Lorenzo . Entre los cultivos de exportación internacional destacan el mango, el limón y el café, los que son producidos orgánicamente.

En la represa de Poechos se ha desarrollado un interesante proyecto de piscicultura con el cultivo de especies de agua dulce, destacando la tilapia y la trucha que hoy son parte de la alimentación de los pobladores de la zona.

El Fenómeno El Niño se ha presentado en forma intensa en los años 1983 y 1998, ocasionando pérdidas en la agricultura, destruyendo obras de infraestructura física, viviendas precarias o mal ubicadas, afectando en forma general la economía y la vida social regional incluyendo la salud y la alimentación.

En el actual cuenco amortiguador de la presa Poechos, los caudales que se descargan por el aliviadero de compuertas han producido erosión en el lecho del río Chira. La erosión más profunda se produce al pie del salto de ski de la rápida del aliviadero de compuertas, fenómeno que se extendió, hacia la margen izquierda, avanzando hacia el pie de la presa principal y por la margen derecha hacia el sistema de pozos de descarga.

La Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Chira-Piura ha venido estudiando el fenómeno de erosión y la protección del cuenco amortiguador ejecutando las obras respectivas. En el año 1988 se construyó un conjunto de obras de protección en la zona de erosión que fueron destruidas por el impacto de las descargas ocurridas en los años 1992 y 1998, debido a la presencia del Fenómeno El Niño.

Entre los estudios de las obras de protección en el cuenco amortiguador, se plantea un sistema de obras con enrocado como protección marginal y un sistema de espigones con protección marginal parcial. Ha sido de interés de la Dirección Ejecutiva del Proyecto Especial Chira-Piura (DEPECHP) ensayar en modelo hidráulico ambas soluciones para verificarlos y/o perfeccionarlos.

2.0 OBJETIVO DEL ESTUDIO EN MODELO

El modelo desarrollado en el Laboratorio Nacional de Hidráulica (LNH) – UNI, tuvo los siguientes objetivos:

Definir la forma y característica de la erosión y sedimentación en la zona del cuenco amortiguador hasta caudales de 5500 m³/s.

Verificar el comportamiento del sistema de protección propuesto por el Consultor Colpex Project S.A. y la solución de un sistema de espigones propuesto por la DEPECHP

3.0 MODELAMIENTO HIDRAULICO

3.1 CONCEPCION DEL MODELO

El Laboratorio Nacional de Hidráulica propuso utilizar la escala de longitudes $N_L = 1/60$.

El principal factor para diseñar un modelo es el cumplimiento de los criterios de similitud y las condiciones límites, en concordancia con la naturaleza del problema en estudio y también con la seguridad que se requiere medir los resultados, a la par que con la economía de la investigación.

Por otro lado, el sedimento puede ser también representado con arena, con peso específico similar al del prototipo.

La escala de longitudes verticales es igual a la de longitudes horizontales, por lo que el modelo es de escalas no distorsionadas.

Dado que el modelo representará un fenómeno a superficie libre, la condición de Froude es la predominante. Esto significa que las fuerzas de gravedad son las más importantes y se debe cumplir que:

$$N_L = L_m / L_p = 1/60$$

$$\text{FROUDE}_{\text{prototipo}} = \text{FROUDE}_{\text{modelo}}$$

$$\left[\frac{V}{\sqrt{gd}} \right]_{\text{prototipo}} = \left[\frac{V}{\sqrt{gd}} \right]_{\text{modelo}}$$

VARIABLE	EQUIVALENCIA	ESCALA
Velocidad (V)	$N_L^{1/2}$	1 / 7.7
Caudal (Q)	$N_L^{5/2}$	1 / 27885.5
Tiempo (T)	$N_L^{1/2}$	1 / 7.7
Coefic. De Manning (n)	$N_L^{1/6}$	1 / 2
Sedimentos de fondo y enrocado (D)	N_L	1 / 60

3.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Para la construcción del modelo se seleccionó un área a cielo abierto, dentro de la zona de experimentación que posee el Laboratorio Nacional de Hidráulica, ocupando una extensión aproximada de 400 m²

La delimitación del modelo se realizó bajo las siguientes consideraciones:

- Aguas arriba de la presa, se representó un sector del reservorio de Poechos de 800 m de longitud y 1000 m de ancho, incluyendo parte de la presa, el aliviadero de compuertas, la rápida y el salto de ski.
- Aguas abajo se representó la zona del cuenco amortiguador en una extensión de 800 m de longitud y 1000 m de ancho (500 m hacia ambos lados del eje longitudinal del aliviadero de descarga).

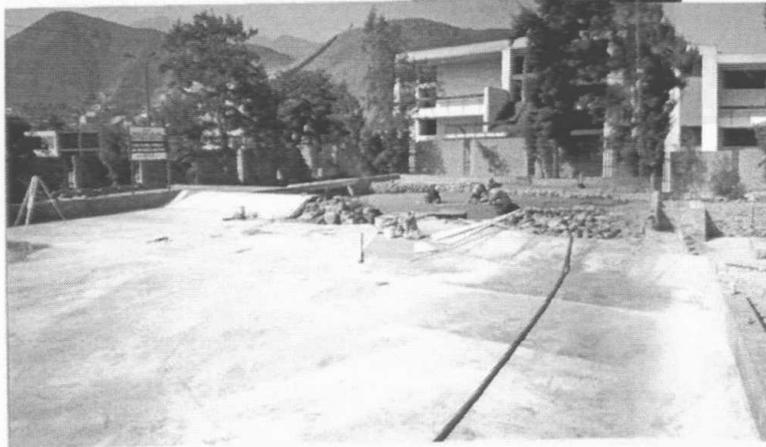


Foto 2. Vista de la construcción del dique derecho en la zona del embalse

3.3 CALIBRACION DEL MODELO

El programa de calibración consistió en tres pruebas. Se buscó definir los parámetros hidráulicos y confirmar la forma y características de la erosión-sedimentación en la zona del cuenco amortiguador, para caudales registrados históricamente. Se consideró el caudal de avenida máximo de $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$, registrado en abril de 1992 y abril de 1998.

El caudal fue incorporado en el modelo de acuerdo al hidrograma registrado en abril de 1992 y en concordancia con las reglas de operación del Reservorio de Poechos. El sector del hidrograma reproducido en el modelo corresponde al comprendido entre las horas 130 y 240, lo cual equivale aproximadamente a 14 horas de operación del modelo.

3.4 INVESTIGACIÓN EN EL MODELO

El programa de investigación consideró la ejecución de los ensayos que a continuación se mencionan: Verificación de los diseños propuestos por COLPEX. Así como al sistema de espigones propuesto por la DEPECHP. Obras de emergencia, como parte de la solución de protección definitiva. Modificaciones a los diseños originales que resulten del proceso de la investigación.

Las obras de protección con carácter definitivo, como son las obras propuestas por COLPEX y el sistema de espigones propuesto por la DEPECHP, fueron ensayadas con un hidrograma cuyo máximo caudal fue de $5500 \text{ m}^3/\text{s}$, con una duración de 110.99 horas prototipo (14,33 horas modelo) (ver figura 2.0).

Tratándose de las obras de emergencia, los ensayos de investigación fueron realizados con un hidrograma cuyo caudal máximo fue de $3,500 \text{ m}^3/\text{s}$, similar al usado en los ensayos de calibración.

En los ensayos de investigación de los diseños de protección, la condición inicial de la topografía y batimetría del cuenco amortiguador y del cauce del río Chira fueron los correspondientes a la topografía y batimetría del año 1999.

Las mediciones que se realizaron en los ensayos fueron: Nivel de agua en el reservorio. Caudales de ingreso. Velocidades en la rápida. Características hidráulicas del flujo en el reservorio, en la rápida y aguas abajo del salto de ski (patrón de flujo, vórtices,

concentración del flujo). Medición de velocidades en el cuenco amortiguador en magnitud y dirección. Medición del oleaje en el cuenco amortiguador. Forma y parámetros de erosión en el cuenco amortiguador.

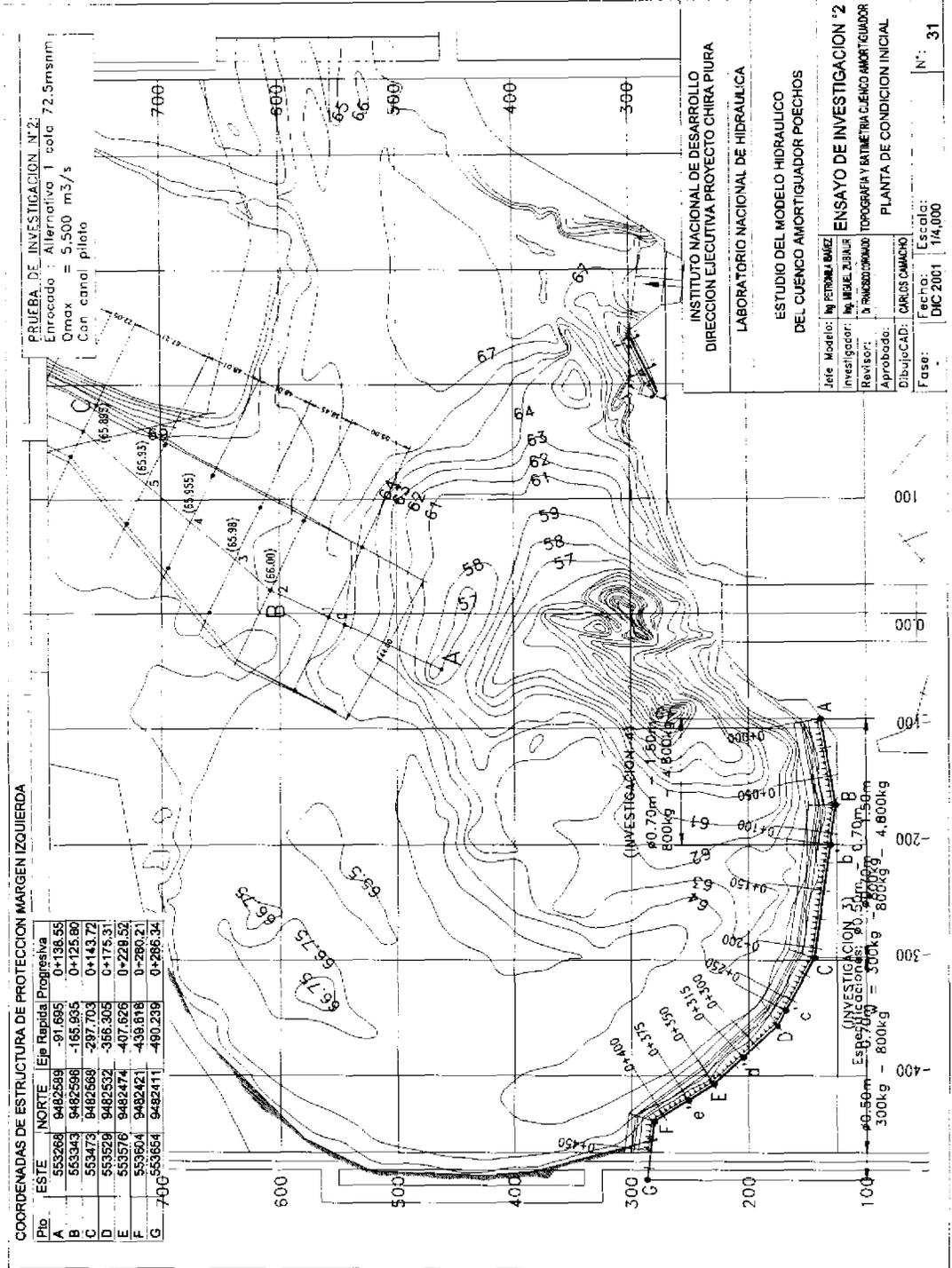


Fig. 2.0. Esquema del enrocado de protección en el talud de la margen izquierda del cuenco propuesto por el LNH.

A continuación se muestran fotos de algunos ensayos ejecutados durante la etapa de investigación.

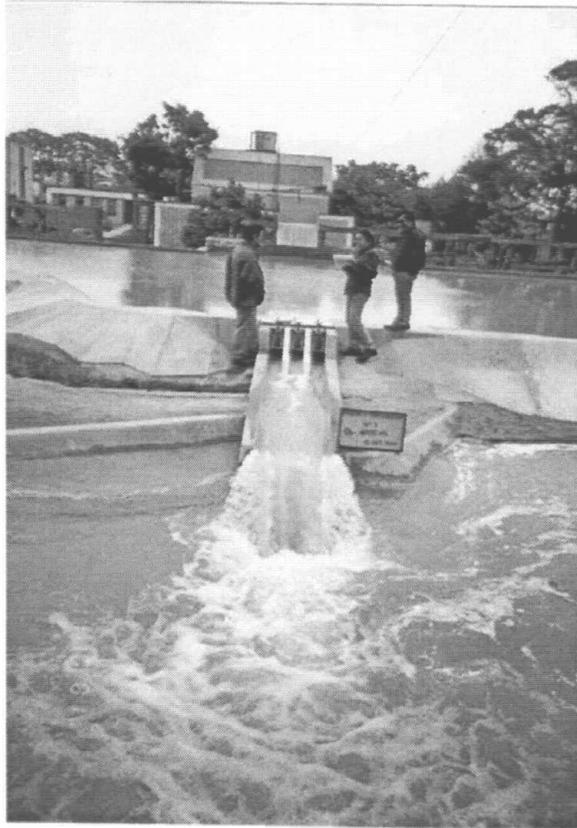


Foto 3.0. Ensayo de Investigación N°1. $Q = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$
Se aprecia el salto de Ski en el cuenco amortiguador



Foto 4.0: Ensayo de Investigación N°2. Disposición del enrocado al iniciar el ensayo. La modificación incorporada fue en el peso del enrocado entre las estacas A y C ($W = 0.8 - 4 \text{ Ton}$; $D = 0.70 \text{ a } 1.50 \text{ m}$)



Foto 5.0: Ensayo de Investigación N°2. Detalle del comportamiento del enrocado de la margen izquierda con $Q = 4000 \text{ m}^3/\text{s}$ del hidrograma, en etapa decreciente.



Foto 6.0 Ensayo de Investigación N° 5. Estudió del patrón de flujo con $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{s}$ en la margen izquierda del cuenco la cual fue protegida con un sistema de espigones.

3.5 CONCLUSIONES

Del estudio en modelo físico del cuenco amortiguador de la presa Poechos se obtuvieron las siguientes conclusiones:

El enrocado de protección de 300 kg a 800 kg diseñado por COLPEX (Alternativa 1) estudiado en el modelo como Ensayo de Investigación N° 1, colapsó en un sector de la margen izquierda al igual que en un sector de la margen derecha con caudales de 3000 m³/s.

La modificación del tamaño del enrocado de protección del talud con dimensiones de 0.70 m a 1.50 m (800 kg a 4800 kg), en los tramos comprendidos entre las secciones A y C, tanto en la margen izquierda como desde las estacas 1 y 2 en la margen derecha (profundizándose hasta la cota 70,0 msnm), se mantuvo estable con descargas hasta de 5500 m³/s, también entre las estacas C y G de la protección propuesta por COLPEX.

El sistema de siete espigones propuesta por el DEPECHP estudiado en el Ensayo de Investigación N° 5 no dió buenos resultados en el sentido que los espigones no atraparon sedimentos para restablecimiento de las márgenes erosionadas; y la protección parcial de los taludes de las márgenes del cuenco amortiguador no fue suficiente ya que las zonas desprotegidas fueron considerablemente erosionadas.

3.6 RECOMENDACIONES

En relación a las obras de protección definitivas del cuenco amortiguador, consideradas para el caudal máximo de descarga de 5500 m³/s, se recomienda proteger la margen izquierda, desde la sección A hasta la sección C, y la margen derecha, desde las estacas 1 y 2, cimentando hasta la cota 70 msnm, con enrocado de dimensiones de 0.70 m a 1.50 m (800 kg a 4800 kg).

En los tramos comprendidos entre las demás secciones se recomienda mantener las dimensiones del enrocado propuesto por COLPEX, es decir, $\phi = 0,50$ m a 0,70m (300 kg a 800 kg). La cota de coronación del enrocado será de 72,5msnm en la margen izquierda y 72,0 msnm en la margen derecha.

3.7 EQUIPO DE INVESTIGACION

El equipo profesional y técnico del Laboratorio Nacional de Hidráulica que estuvo a cargo de la investigación estuvo conformado por:

❖ Ing. Francisco Coronado Del Aguila	: Asesor
❖ Ing. Petronila Ibáñez Logorio	: Jefe del Modelo
❖ Ing. Miguel Zubiaur Alejos	: Ing. Investigador
❖ Ing. Elsa Minaya Espinoza	: Ing. Investigador
❖ Ing. Walter Sánchez Moya	: Ing. Instalaciones Eléctricas
❖ Bach. Rocio Arista	: Asistente de investigación
❖ Bach. Jaime Casafranca	: Asistente de investigación
❖ Alum. Blanca Chirinos R.	: Asistente de investigación
❖ Alum. Carlos Camacho M.	: Asistente de investigación

El personal técnico lo conformaron :

❖ Sr. Alejandro Flores	: Maestro albañil
❖ Sr. Hugo Saca	: Maestro albañil
❖ Sr. Filiberto Calderón	: Maestro carpintero
❖ Sr. German Quinte	: Técnico mecánico – electricista
❖ Sr. Edwar Mendez	: Técnico en modelamiento
❖ Sr. Segundo Farro	: Albañil
❖ Sr. Astedio Cueva	: Albañil
❖ Sr. Eustaquio Calixtro	: Ayudante de construcción
❖ Sr. Elder Huiza Q.	: Ayudante de construcción
❖ Sr. Rubén Saca	: Ayudante de construcción
❖ Sr. Alexander Falla	: Ayudante de construcción
❖ Sr. Walter Calixtro	: Ayudante electricista
❖ Sr. Juan Roman	: Ayudante electricista

REFERENCIAS

COLPEX PROJECT S.A., Estudio de Proyecto y Expediente Técnico para la Obra “Protección de Cuenco Amortiguador de la Presa de Poechos: Volumen A (Informe) y Volumen B (Anexos), de DEPECH, Lima – Perú. Octubre 1999.

Informe Final del Estudio en Modelo Físico del Cuenco Amortiguador de la Presa Poechos. Laboratorio Nacional de Hidráulica. Lima – Perú. Octubre 2001.

Proyecto Especial Chira Piura. Memoria 2000. Instituto Nacional de Desarrollo (INADE). Presidencia de la República - Ministerio de la Presidencia. Piura – Perú, 2003.

Revista “El Tallan – Sullana”. s/n. Piura – Perú. 2002