

COCFICIENTES DE FOURIER DE LOS ARMONICOS DE LA SERIE EN TIEMPO

FRECUENCIA (J) x 12
(HERTZ)

FASE (J)

AMPLITUD (J)
(m)

B2 (J)
(m)

A2 (J)
(m)

0	0000E-01	01	05	11	00	00
1	0000E-02	02	00	00	00	00
2	0000E-03	03	00	00	00	00
3	0000E-04	04	00	00	00	00
4	0000E-05	05	00	00	00	00
5	0000E-06	06	00	00	00	00
6	0000E-07	07	00	00	00	00
7	0000E-08	08	00	00	00	00
8	0000E-09	09	00	00	00	00
9	0000E-10	10	00	00	00	00
10	0000E-11	11	00	00	00	00
11	0000E-12	12	00	00	00	00
12	0000E-13	13	00	00	00	00
13	0000E-14	14	00	00	00	00
14	0000E-15	15	00	00	00	00
15	0000E-16	16	00	00	00	00
16	0000E-17	17	00	00	00	00
17	0000E-18	18	00	00	00	00
18	0000E-19	19	00	00	00	00
19	0000E-20	20	00	00	00	00
20	0000E-21	21	00	00	00	00
21	0000E-22	22	00	00	00	00
22	0000E-23	23	00	00	00	00
23	0000E-24	24	00	00	00	00
24	0000E-25	25	00	00	00	00
25	0000E-26	26	00	00	00	00
26	0000E-27	27	00	00	00	00
27	0000E-28	28	00	00	00	00
28	0000E-29	29	00	00	00	00
29	0000E-30	30	00	00	00	00
30	0000E-31	31	00	00	00	00
31	0000E-32	32	00	00	00	00
32	0000E-33	33	00	00	00	00
33	0000E-34	34	00	00	00	00
34	0000E-35	35	00	00	00	00
35	0000E-36	36	00	00	00	00
36	0000E-37	37	00	00	00	00
37	0000E-38	38	00	00	00	00
38	0000E-39	39	00	00	00	00
39	0000E-40	40	00	00	00	00
40	0000E-41	41	00	00	00	00
41	0000E-42	42	00	00	00	00
42	0000E-43	43	00	00	00	00
43	0000E-44	44	00	00	00	00
44	0000E-45	45	00	00	00	00
45	0000E-46	46	00	00	00	00
46	0000E-47	47	00	00	00	00
47	0000E-48	48	00	00	00	00
48	0000E-49	49	00	00	00	00
49	0000E-50	50	00	00	00	00
50	0000E-51	51	00	00	00	00
51	0000E-52	52	00	00	00	00
52	0000E-53	53	00	00	00	00
53	0000E-54	54	00	00	00	00
54	0000E-55	55	00	00	00	00
55	0000E-56	56	00	00	00	00
56	0000E-57	57	00	00	00	00
57	0000E-58	58	00	00	00	00
58	0000E-59	59	00	00	00	00
59	0000E-60	60	00	00	00	00
60	0000E-61	61	00	00	00	00
61	0000E-62	62	00	00	00	00
62	0000E-63	63	00	00	00	00
63	0000E-64	64	00	00	00	00
64	0000E-65	65	00	00	00	00
65	0000E-66	66	00	00	00	00
66	0000E-67	67	00	00	00	00
67	0000E-68	68	00	00	00	00
68	0000E-69	69	00	00	00	00
69	0000E-70	70	00	00	00	00
70	0000E-71	71	00	00	00	00
71	0000E-72	72	00	00	00	00
72	0000E-73	73	00	00	00	00
73	0000E-74	74	00	00	00	00
74	0000E-75	75	00	00	00	00
75	0000E-76	76	00	00	00	00
76	0000E-77	77	00	00	00	00
77	0000E-78	78	00	00	00	00
78	0000E-79	79	00	00	00	00
79	0000E-80	80	00	00	00	00
80	0000E-81	81	00	00	00	00
81	0000E-82	82	00	00	00	00
82	0000E-83	83	00	00	00	00
83	0000E-84	84	00	00	00	00
84	0000E-85	85	00	00	00	00
85	0000E-86	86	00	00	00	00
86	0000E-87	87	00	00	00	00
87	0000E-88	88	00	00	00	00
88	0000E-89	89	00	00	00	00
89	0000E-90	90	00	00	00	00
90	0000E-91	91	00	00	00	00
91	0000E-92	92	00	00	00	00
92	0000E-93	93	00	00	00	00
93	0000E-94	94	00	00	00	00
94	0000E-95	95	00	00	00	00
95	0000E-96	96	00	00	00	00
96	0000E-97	97	00	00	00	00
97	0000E-98	98	00	00	00	00
98	0000E-99	99	00	00	00	00
99	0000E-100	100	00	00	00	00

TABLA. 6

IV COLOQUIO NACIONAL
SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA

MANUAL DE OBRAS TIPO
DIRECCION DE RIEGO DEL MOP

POR

- Juan Bennett Agacio (a)
- Jorge Gálvez Blanco (b)
- Hilario Juez García (c)

RESUMEN

La siguiente presentación se relaciona con los documentos de trabajo N°8 y N°9 denominados "Manual de Obras Tipo" de la Dirección de Riego del Ministerio de Obras Públicas. En su desarrollo se destacan someramente las razones que indujeron a este organismo a tomar la decisión de crear dicho manual, sus perspectivas futuras, trascendencia de su aplicación a obras de riego etc.

Se describen en líneas generales las obras tipo que contiene el manual, indicando sus rangos de aplicación y los planos esquemáticos de las obras. Se muestra además la metodología general adoptada para su utilización.

- (a) Ingeniero jefe de construcción Unidad Maule Norte-Diguá. Dirección de Riego del MOP
- (b) Ingeniero jefe de proyecto Unidad Maule Norte-Diguá. Dirección de Riego del MOP
- (c) Ingeniero consultor

1.- INTRODUCCION

La idea de elaborar un manual de obras tipo surgió como una necesidad vital en el desarrollo de los proyectos de puesta en riego de los Sistemas Maule Norte y Diguá. La participación de diferentes firmas consultoras en el desarrollo de los proyectos, unido a un gran número de obras por proyectar y un plazo corto para realizarlas, aconsejaban uniformar los criterios de diseño, principalmente de aquellas obras repetitivas, tales como sifones, caídas, cruces de reguero, marcos partidores etc.

La normalización de las obras de riego abre nuevas expectativas de experimentación, pues la construcción de éstas, proyectadas con padrones y criterios similares, permitirán un análisis metódico de su comportamiento hidráulico y estructural en canales y accidentes típicos de la topografía de nuestro país.

El logro de estas expectativas será posible en la medida que los ingenieros proyectistas constructores y administradores de operación de obras hidráulicas estén concientes de la existencia de estas obras tipo, se familiaricen con su uso y aporten nuevas experiencias a su contenido. Este es el objetivo principal de nuestra presentación a este Cuarto Coloquio de Ingeniería Hidráulica.

2.- COMENTARIO GENERAL

El manual de obras tipo se ha publicado en los documentos de trabajo N°8 y N°9 de junio de 1978, donde se han separado las obras mayores de 1 m³/s de las menores de ese caudal.

Para los efectos de nuestra presentación, las obras se describen agrupadas de acuerdo con sus características esenciales y los rangos de caudales que cubren.

Respecto al campo de aplicación de las mismas, éstas se utilizan en el proyecto de canales nuevos o en el mejoramiento de canales existentes, ya sean revestidos o no, en el entendido que estas obras se han diseñado para

su empleo en canales de dimensiones comunes y proyectados con las normas de uso corriente en nuestro país. Para casos muy especiales, como son los canales muy anchos o, a la inversa en canales muy angostos, el proyectista debe verificar el buen funcionamiento hidráulico de la obra para asegurar la correcta aplicación del plano tipo.

En todo caso el uso de un trabajo de esta naturaleza exige que quien lo aplique sea un ingeniero civil con especialidad en este tema.

3.- OBRAS TIPO3.1 SIFON DE CAMARA VERTICAL (SV)3.1.1 Rango de aplicación y descripción general

El sifón de cámara vertical (Figura 1), puede emplearse para un gasto máximo de 1,7 m³/s. El diseño de las cámaras permite un desnivel máximo de 4m entre el fondo de la transición de entrada y el fondo de la tubería. El sifón tipo se puede aplicar en canales cuya altura normal más 0,15m, no sobrepase el valor del parámetro H correspondiente a la altura del muro de la cámara de entrada.

La obra consiste en un sifón invertido provisto de sendas cámaras verticales de hormigón a la entrada y a la salida, unidas por una tubería horizontal compuesta de tubos prefabricados de hormigón comprimido.

Ambas cámaras incluyen una transición paulatina entre el ancho de un canal supuesto (parámetro E) y el ancho mínimo especificado para la cámara. Dicha transición se complementa con una transición en tierra que permite acomodar la obra tipo a las características reales del canal sobre el cual irá situada.

3.1.2 Parámetros característicos

La obra tipo se individualiza al hacer el proyecto dando valores a diversos parámetros característicos que la definen. Estos son los siguientes :

a.- Diámetro de los tubos (D)

Este irá definido por la disponibilidad de carga y las pérdidas que la obra introduce.

b.- Cotas de radier de las cámaras de entrada y salida.

c.- Longitud de la tubería (L)

Esta se determina según el accidente que determina la obra.

d.- Disposición de las cámaras de entrada y salida.

3.1.3 Procedimiento de diseño

La elección de la obra va definida en primer lugar por el caudal de diseño, el que se refleja en el parámetro de gasto de acuerdo con las tablas suministradas en el manual. En segundo lugar, por el parámetro Z_0 , que es el desnivel entre el radier de la transición de entrada y el fondo de la tubería, fijado de acuerdo con las características topográficas del punto donde irá la obra.

Los otros parámetros característicos son la longitud de la tubería y la disposición de las cámaras de entrada y salida. El diámetro de los tubos y las cotas de radier de las cámaras se fijan calculando las pérdidas de carga que introduce la obra para el gasto de diseño, mediante los abacos que se presentan en el manual de obras tipo.

Finalmente, válido para todas las obras tipo, se calculan las cubriciones mediante fórmulas y coeficientes tabulados para este efecto.

3.2 SIFÓN INCLINADO(SI)

3.2.1 Rango de aplicación y descripción general

Este sifón tipo se adopta como alternativa del sifón de cámara vertical según las condiciones topográficas del lugar.

El sifón inclinado (Figura 2) puede emplearse para un gasto máximo de 2,7 m³/s en condiciones de velocidad máxima en los tubos y gran disponibilidad de carga.

La obra tipo se emplea para longitudes de tubería de hasta 20 m y una carga de agua máxima de 4 m.

La obra consiste en un sifón invertido provisto de sendas transiciones de hormigón unidas por una tubería compuesta de tubos de hormigón prefabricados. La tubería comprende dos tramos inclinados unidos por un tramo horizontal central. Cada una de las transiciones se complementa con una transición en tierra que permite acomodar la obra tipo a las características reales del canal donde irá situada.

3.2.2 Procedimiento de diseño

La elección de la obra tipo se realiza en forma análoga a la descrita para el sifón de cámara vertical.

3.3 CAIDA VERTICAL (CV)

3.3.1 Rango de aplicación y descripción general

La caída vertical (Figura 3) se emplea para un gasto máximo de 2,8 m³/s. Su uso permite tomar desniveles entre 1,0 y 2,0 m para gastos menores de 1 m³/s y desniveles entre 0 y 2,0 m para gastos mayores a 1 m³/s.

La obra consiste en una caída de paramento vertical seguida de un colchón de aguas destinado a disipar la energía de la caída.

3.3.2 Procedimiento de diseño

La elección de la obra está basada en el gasto de diseño y el desnivel de los ejes hidráulicos de aguas abajo y aguas arriba respectivamente. Con estos datos se clasifica la obra tipo y en seguida se calculan sus cotas características.

3.4 CAIDA VERTICAL CV-1

La caída vertical tipo CV-1 (Figura 4) se diferencia de la anterior en el rango de aplicación y en

ser una estructura más económica. Esta se emplea para un gasto máximo de 1 m³/s y un desnivel máximo de 0,90 m. La forma de la obra y el procedimiento de diseño son enteramente análogos a los descritos en el punto anterior para la caída vertical CV.

3.5 CAIDA RECTANGULAR INCLINADA

3.5.1 Rango de aplicación y descripción general

La caída rectangular inclinada (Figura 5), se emplea para un gasto máximo de 2,8 m³/s y su uso permite tomar desniveles entre 0 y 4,6 m, rango mayor que el de las caídas precedentes.

La obra comprende una cámara de entrada adecuada como sección de control y un tramo inclinado de sección rectangular, que termina en un colchón dentado donde se disipa la energía.

3.5.2 Procedimiento de diseño

La elección de la obra está definida por el gasto de diseño y por el desnivel de ejes hidráulicos de aguas arriba y abajo respectivamente.

La metodología que se presenta en el manual, permite posteriormente definir las cotas de radier y otros parámetros característicos.

3.6 CAIDA DE TUBO

Esta obra es alternativa de la caída rectangular inclinada en el rango de caudales donde son coincidentes.

La caída en tubo (Figura 6) se emplea para un gasto máximo de 1,2 m³/s y su uso permite tomar desniveles entre 0 y 4,5 m. Es recomendable cuando se la puede asociar a otro accidente como cruce de camino, canales, etc.

La obra comprende una sección de entra

da seguida de un tramo de tubería inclinada de bajada, un tramo horizontal y un último tramo inclinado de subida que termina en una transición de salida.

El gasto de diseño y el desnivel de ejes hidráulicos de aguas arriba y abajo respectivamente, definen la elección de la obra.

3.7 CRUCE DE REGUERO

El cruce de reguero (Figura 7A) se emplea para salvar en forma elevada diversos accidentes con luces de hasta 17 m y con un gasto máximo de 0,500 m³/s.

La obra consiste en un tubo de cemento asbesto o de acero, con sendas transiciones de entrada y salida de hormigón. Si se usan tubos de cemento asbesto la longitud máxima admisible es de 5 m y para longitudes mayores de 5 m hasta 17 m, se usan tubos de acero.

La elección de la obra se basa en el gasto de diseño y en las pérdidas de carga que introduce la estructura.

En la obra tipo se consulta el uso opcional de un vertedero lateral (Figura 7B) seguido de un rápido de descarga al cauce sobre el cual se proyecta el cruce de reguero.

3.8 OBRAS DE DISTRIBUCION

Al tratar las obras de distribución se han seleccionado una obra de participación proporcional de sarrollada con criterio de obra tipo y una obra de participación volumétrica que se ha tratado como norma de diseño.

3.8.1 El partididor proporcional (Figura 9) mejor conocido como el marco partididor, se emplea para un gasto máximo de 1,0 m³/s. La obra va provista de una barrera de hormigón de forma triangular del tipo de escurrimiento crítico, sobre la cual se realiza la partición mediante una plancha de acero introducida en la barrera por su

tramo de aguas abajo y hasta el umbral de la misma.

La disposición de la obra permite sendas derivaciones a la izquierda y a la derecha de ella respectivamente, formando un ángulo recto con el eje central y que terminan en una transición en tierra revestida con pedraplén que se debe construir adecuándola al canal derivado.

La elección de la obra estará definida por el gasto "Q", reflejado en el ancho característico "b" y por el saliente sea a la izquierda, a la derecha o de ambos a la vez.

La altura de barrera "a" se calcula de acuerdo con las experiencias publicadas en el libro de hidráulica de F.J. Domínguez.

Las dimensiones que fijan las puntas partidoras se determinan proporcionalmente a los caudales asignados a cada uno de los derivados.

3.8.2 El partidor volumétrico (Figura 8) se emplea para extraer un gasto máximo de 0,564 m³/s con un gasto máximo de 1 m³/s en el pasante. Se pueden combinar varios saques para un mismo pasante, aumentando de este modo el rango de aplicación de la obra.

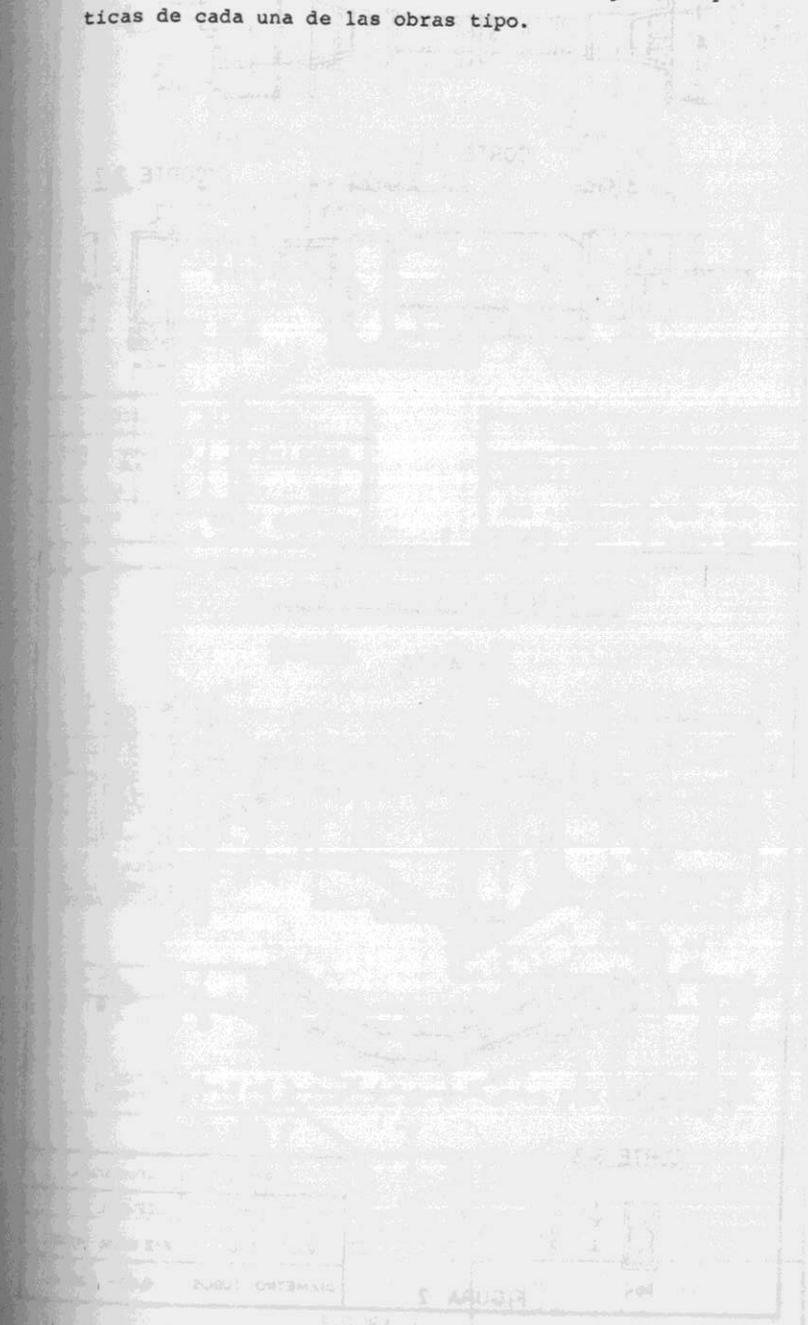
El partidor consiste en uno o varios saques laterales asociados con un vertedero de control dispuesto frontalmente en el canal principal. El saque lateral se materializa mediante un vertedero ajustable tipo Cipolletti, consistente en una lámina de acero que dispone de un sacado con las dimensiones del vertedero. La hoja se desplaza verticalmente mediante un sistema convencional de compuertas. La medición del gasto saliente se hará midiendo la carga sobre el umbral del vertedero ajustable con un sistema de doble lectura.

El vertedero de control por su parte, consiste en una estructura de hormigón en forma de pico de pato

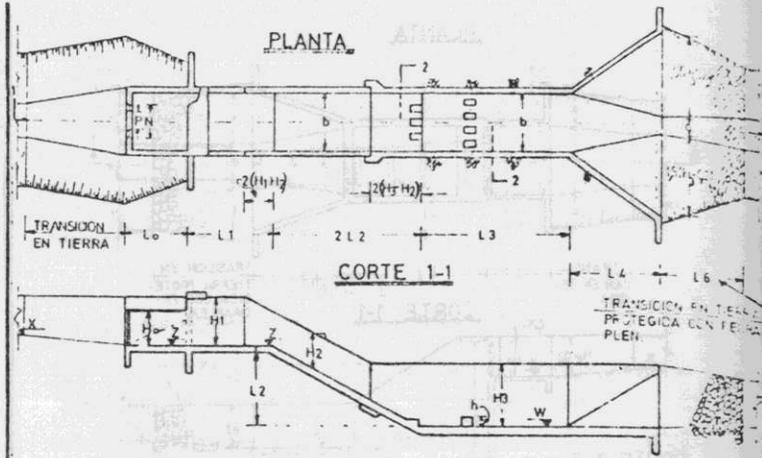
dispuesta frontalmente en el canal principal.

Ambas obras se definen fundamentalmente en base al gasto de diseño correspondiente.

A continuación se presentan las figuras esquemáticas de cada una de las obras tipo.



CAIDA RECTANGULAR INCLINADA (CRI)



SEMI CORTE 2-2

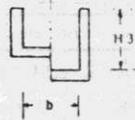
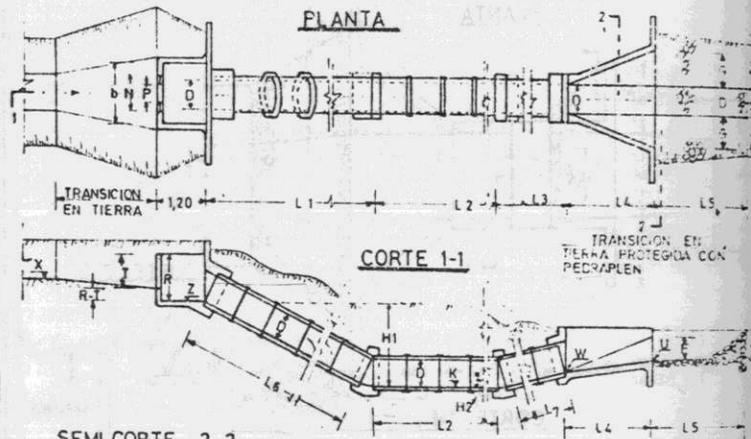


FIGURA 5

RANGO DE APLICACION

GASTO 0,00 - 2,60 m³/s
 DESNIVEL 0,00 - 4,50 m

CAIDA EN TUBO (CT)



SEMI CORTE 2-2

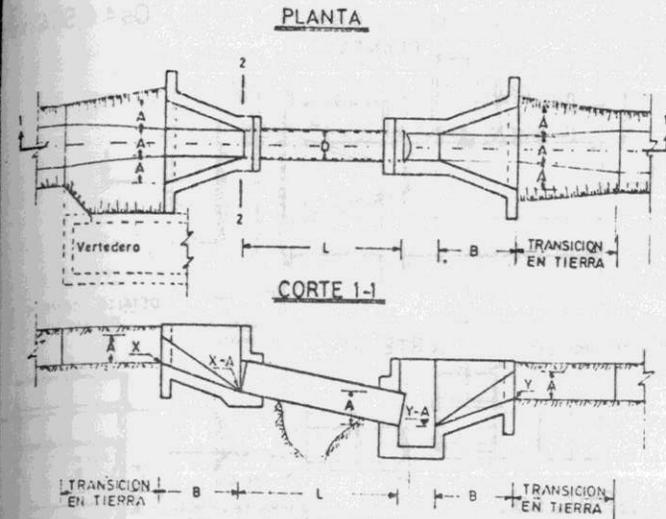


FIGURA 6

RANGO DE APLICACION

GASTO 0,00 - 1,20 m³/s
 DESNIVEL 0,00 - 4,50 m

CRUCE DE REGUERO Y VERTEDERO LATERAL



CORTE 2-2

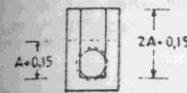
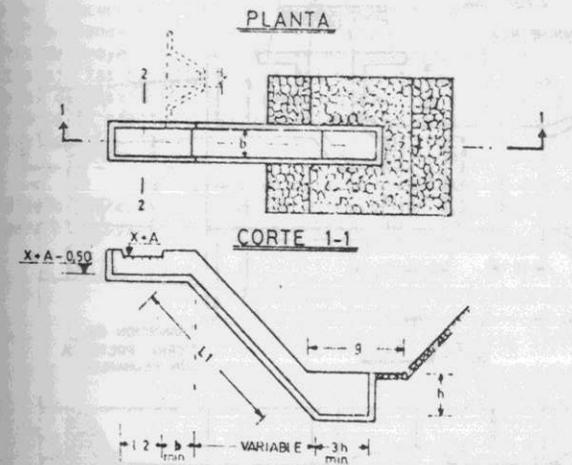


FIGURA 7A

RANGO DE APLICACION

GASTO 0,00 - 0,50 m³/s
 D 0,30 - 0,60 m
 L 0,00 - 17,00 m

VERTEDERO LATERAL ASOCIADO A LA CAMARA DE ENTRADA



CORTE 2-2



FIGURA 7B

RANGO DE APLICACION

GASTO 0,00 - 0,50 m³/s
 DESNIVEL HASTA 4,00 m

$$Q_p = 1 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_s = 0,564 \text{ m}^3/\text{s}$$

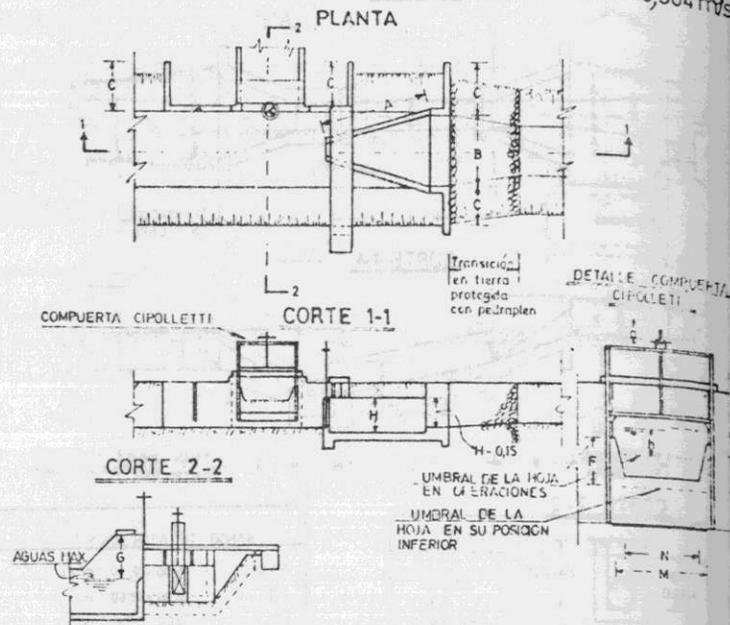


FIGURA 8

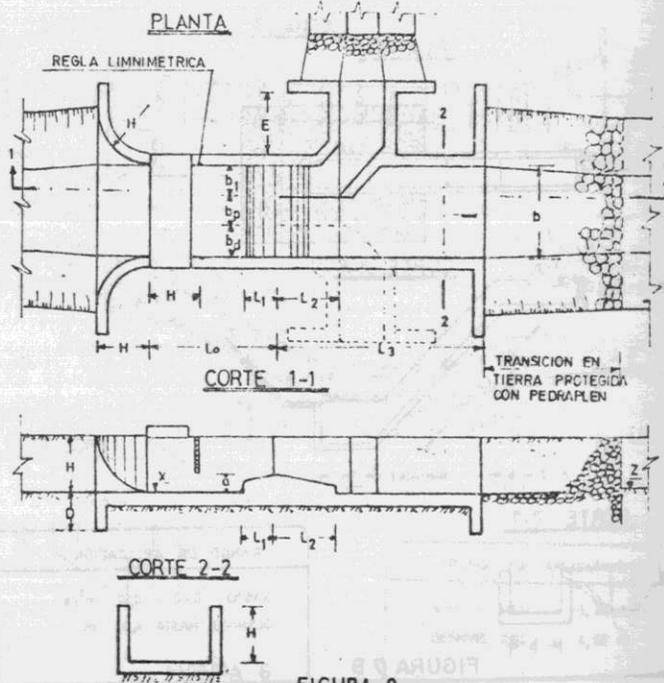
MARCO PARTIDOR $Q_c = 1 \text{ m}^3/\text{seg}$ 

FIGURA 9

IV COLOQUIO NACIONAL

OBRAS DE SALIDA DE LOS TUNELES DE
DESVIACION DE LA PRESA COLBUN

Por

Ricardo Riedel G. (*)

RESUMEN

El desarrollo hidroeléctrico del proyecto Colbún comprende las obras del embalse Colbún en el río Maule y las centrales Colbún y Machicura dispuestas en serie hidráulica.

La obra fundamental del proyecto Colbún es una presa de tierra de 116,0 m de altura máxima ubicada en una angostura del río Maule. Para la construcción de la presa, el río será desviado a través de dos túneles de gran diámetro excavados en la ribera derecha del cerro.

Un aspecto importante del proyecto de la desviación provisional lo constituye el diseño de las obras de salida o de entrega al río de los túneles de desviación. Debido a que se trata de obras de uso muy frecuente en la ingeniería, de un diseño no tradicional, de grandes dimensiones y dado que en la literatura técnica existen pocos antecedentes de proyectos similares, se ha considerado de interés exponer en este trabajo las bases generales del proyecto de las obras de salida de los túneles de desviación de la presa Colbún. La elección de la solución propuesta se ha efectuado fundamentalmente en base a un estudio en un modelo hidráulico.

Aún cuando en este trabajo no se pretende generalizar un diseño, se considera que los antecedentes expuestos pueden ser un aporte para el proyecto de obras similares.

(*) Ingeniero Civil, Empresa Nacional de Electricidad S.A. (ENDESA)
Profesor de Centrales de Generación, Escuela de Ingeniería,
Universidad Católica de Chile.