



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA

Subdirección General de Regadíos,
Caminos Naturales e
Infraestructuras Rurales



FERAGUA
Asociación de Comunidades
de Regantes de Andalucía



JORNADA “BALSAS EN LOS REGADÍOS DEL MAPA: PRESENTE Y FUTURO”

TITULO PONENCIA: ORGANOS DESAGÜES PARA
BALSAS

PONENTE D. José Luis Suárez

SEVILLA

25 de Septiembre de 2025

ÓRGANOS DESAGÜES PARA BALSAS

JOSE LUIS SUÁREZ

- Ingeniero Superior Industrial
- CEO Nova Hidráulica
- Miembro del Comité de Hidráulica de SPANCOLD
- Socio de SEPREM (Sociedad Española de Presas y Embalses)
- Profesor del Máster de Presas y Balsas de Spancold
- Más de 35 años de experiencia en Obras Hidráulicas

ÍNDICE

Energía

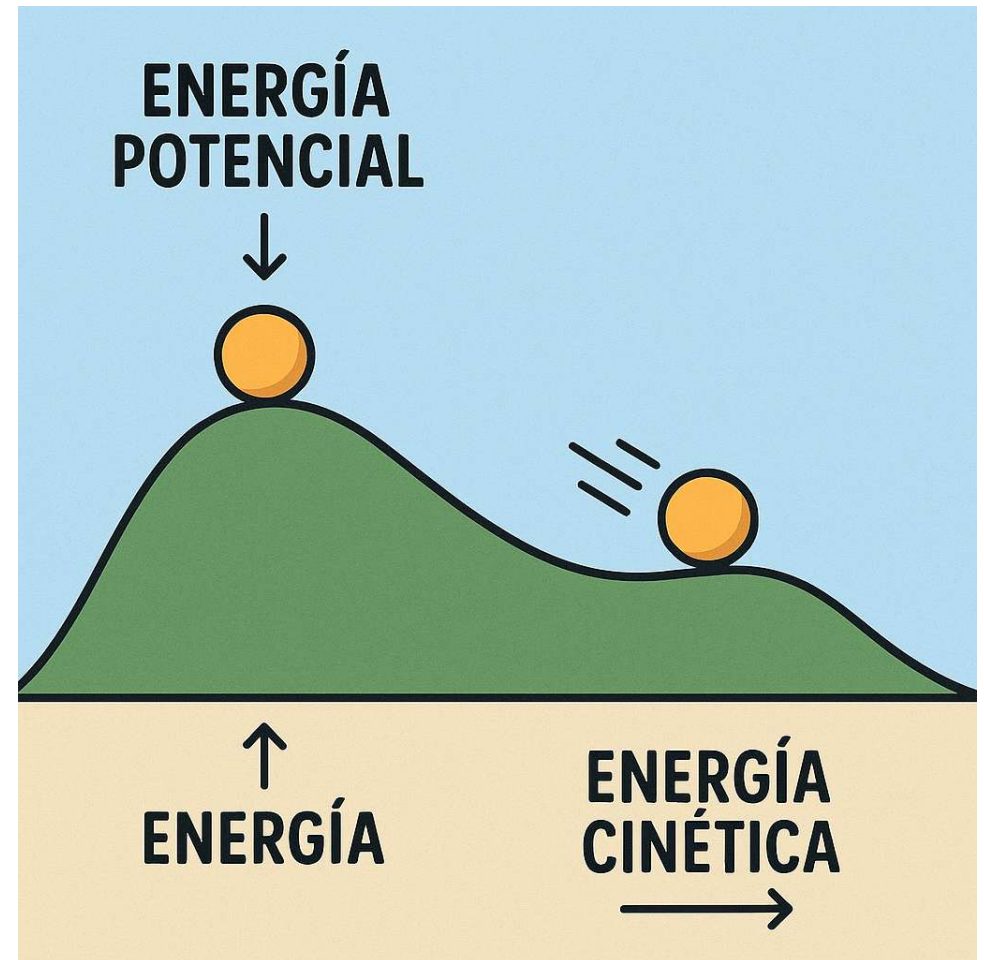
Estructuras de entrada y salida

Válvulas y compuertas utilizadas habitualmente



ENERGÍA

- Potencial mgh
- Cinética $\frac{1}{2}mv^2$
- La energía se transforma





$$v = \sqrt{2gh}$$

- $\sum \text{Fuerzas exteriores} = \Delta mv$

h (m)	v (m/s)
1	4,43
2	6,26
3	7,67
4	8,86
5	9,90
6	10,85
7	11,72
8	12,53
9	13,29
10	14,01
11	14,69
12	15,34
13	15,97
14	16,57
15	17,16

ALIVIADERO

- Los aliviaderos son un dispositivo fundamental desde el punto de vista de la **seguridad ya que permiten evitar el riesgo de desbordamiento**. Su principal función es evacuar los caudales de entrada sobrantes hacia un cauce natural o artificial.
- A diferencia de lo que sucede en las grandes presas, en las que el aliviadero condiciona incluso el propio perfil hidráulico de la estructura, en las balsas que entran dentro del ámbito de aplicación de este Manual, el **caudal que puede acceder a su interior está muy limitado por los dispositivos de entrada**, por lo que los aliviaderos serán de mucha menor entidad que en las presas, **pero no por ello dejan de tener su importancia en la seguridad de la balsa**. De ahí la necesidad de realizar un adecuado dimensionamiento de los mismos, lo que requiere la selección del tipo más adecuado y la fijación del caudal de cálculo.
- Fuente: Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX-SPANCOLD)



Fotografía 8.- Distintas tipologías de aliviaderos

- Fuente: Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX-SPANCOLD)



Fotografía 13.- Aliviaderos *Morning Glory*

- Fuente: Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX-SPANCOLD)

TOMAS Y DESAGÜES

- Sifón
 - Desagüe de fondo
 - Tomas
 - Desde Canal
-
- **Observad que todas se pueden considerar “reversibles”**

SIFÓN



Desagüe de Fondo

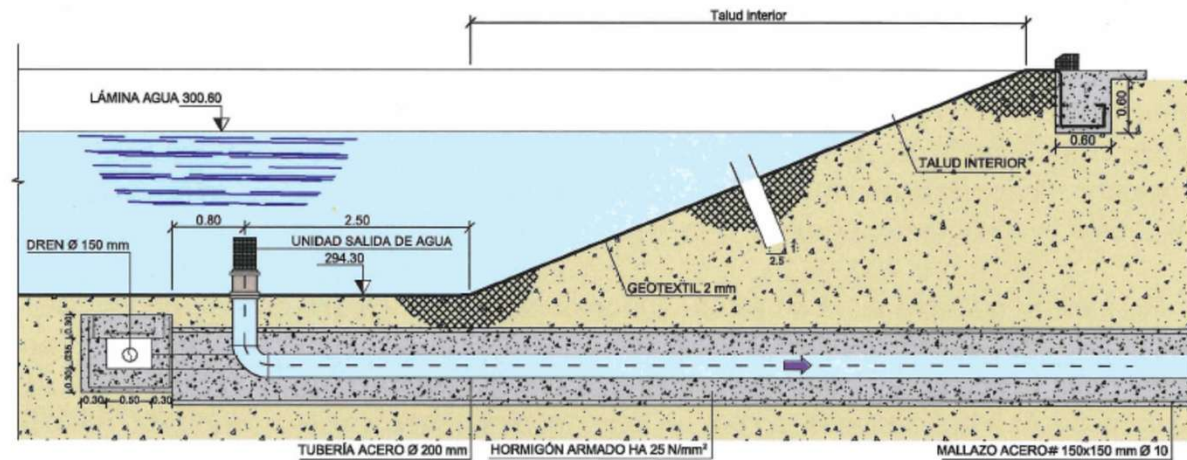


Figura 8.- Esquema de toma y desagüe de fondo embebidos en hormigón

- Fuente: Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX-SPANCOLD)

NTS 2:

7.4.- Los desagües de fondo de las balsas se diseñarán para que éstas puedan vaciarse hasta la mitad de su volumen máximo de almacenamiento en un plazo máximo de 2 días, salvo justificación en contra relacionada con los daños que esa situación pudiera ocasionar aguas abajo o en sus inmediaciones.

Desde Canal





Fotografía 26.- Ejemplo de una galería de servicio hormigonada *in situ* (en servicio)

- Fuente: Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas (CEDEX-SPANCOLD)

ESTRUCTURAS DE ENTRADA Y SALIDA

- Al no estar en un cauce las entradas típicas son directa de canal o por bombeo
- Disipación de energía
 - Tipos de cuencos amortiguadores más usados
 - Salto
 - Cuenco tipo IX
 - Cuenco tipo VI
- Control del caudal
 - Vertedero
 - Compuerta de nivel constante

SALTO

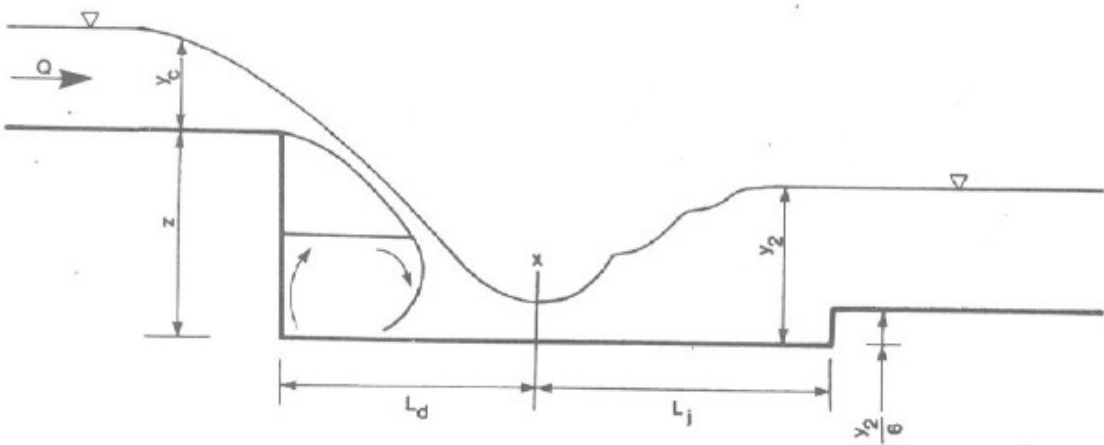


FIGURA 9.34 Esquema de la estructura de caída.

puede formarse un resalto hidráulico aguas abajo. Con base en sus propios datos experimentales y los de Moore [40] y Bakhmeteff y Feodoroff [65], Rand [66] encontró que la geometría de flujo en vertederos de caída recta pueden describirse mediante funciones del *número de caída*, el cual se define como

$$D = \frac{q^2}{gh^3} \quad (15-9)$$

donde q es el caudal por unidad de ancho de la cresta de la caída, g es la aceleración de la gravedad y h es la altura de la caída. Las funciones son

$$\frac{L_d}{h} = 4.30D^{0.27} \quad (15-10)$$

$$\frac{y_p}{h} = 1.00D^{0.22} \quad (15-11)$$

$$\frac{y_1}{h} = 0.54D^{0.425} \quad (15-12)$$

$$\frac{y_2}{h} = 1.66D^{0.27} \quad (15-13)$$

donde L_d es la longitud de caída, es decir, la distancia desde el muro de caída hasta la posición de la profundidad y_1 ; y_p es el nivel de la piscina bajo la napa; y_1 es la profundidad en el pie de la napa o el inicio del resalto hidráulico; y y_2 es la profundidad seciente de salida correspondiente a y_1 . La posición de la profundidad y_1 puede determinarse aproximadamente mediante la línea ABC , que une el punto A sobre el piso en la posición donde ocurre y_1 , el punto B en el eje de la napa a la altura de la profundidad de piscina y el punto C en el eje de la napa sobre la cresta de la caída. El hecho de que estos tres puntos se localicen sobre una línea se verificó experimentalmente.

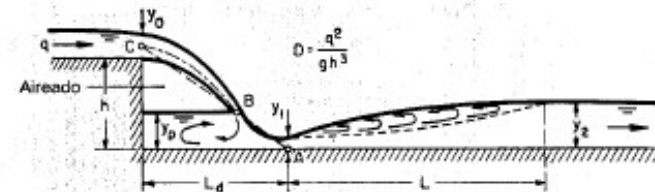
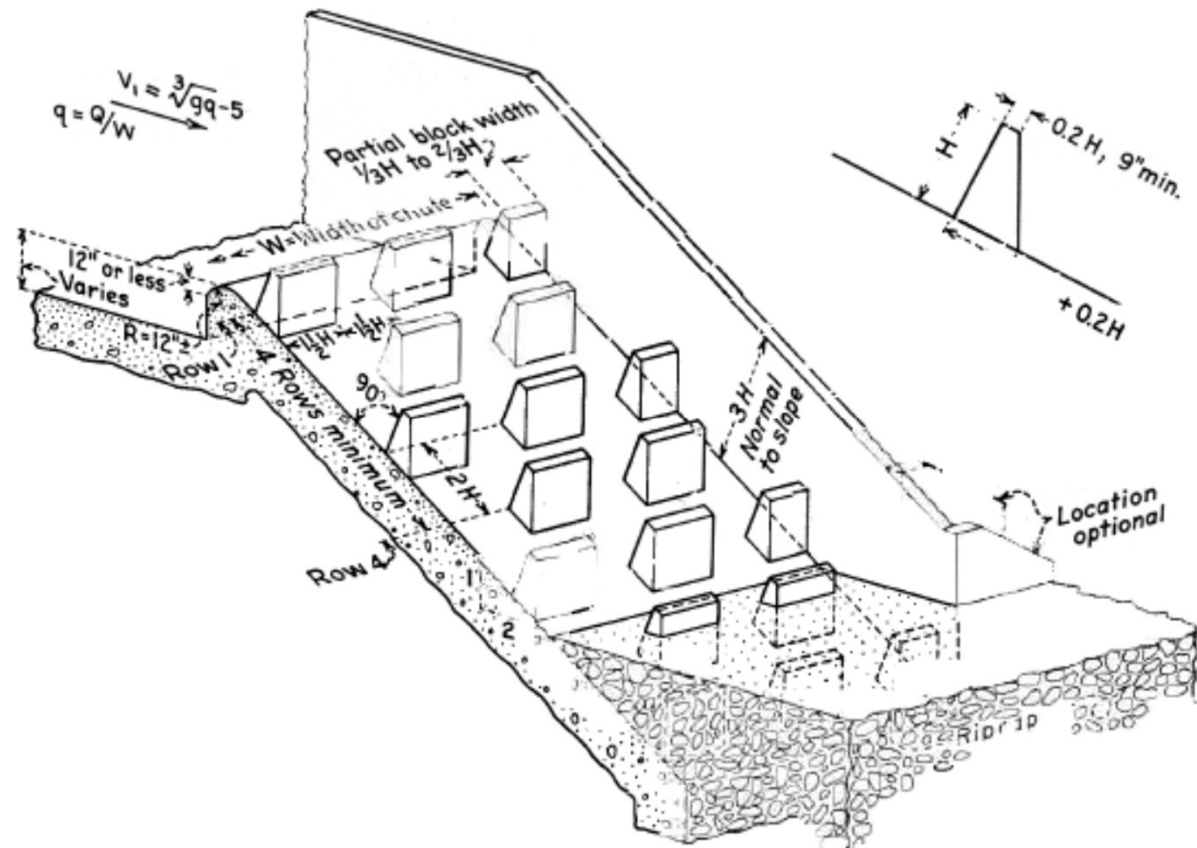


Figura 15-18. Geometría del flujo en un vertedero de caída recta.

Cuenco tipo IX



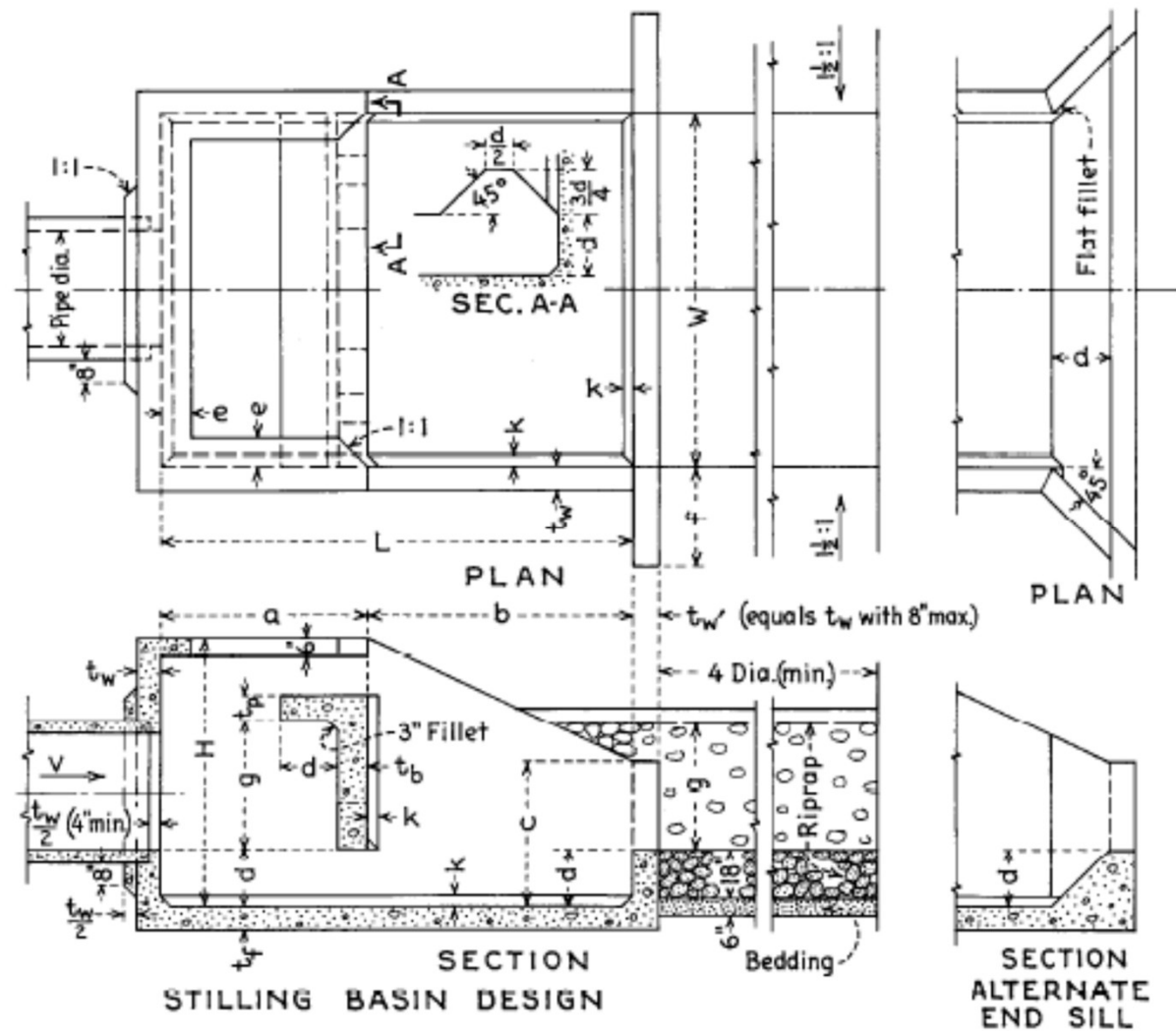
CUENCO TIPO IX



- Caudal de entrada $< 2 \frac{m^3}{s} / m$
- Velocidad óptima de entrada = 1 m/s
- Velocidad máxima = 2,70 m/s



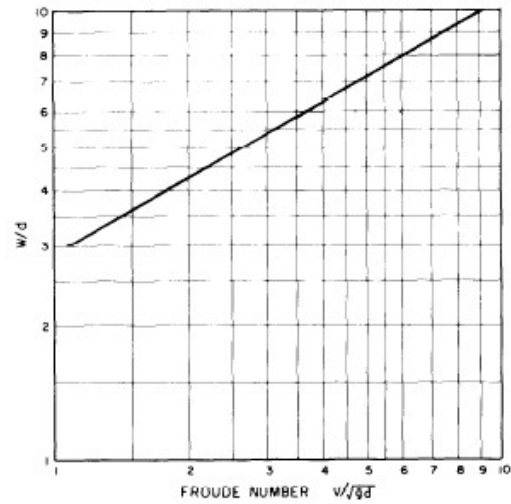
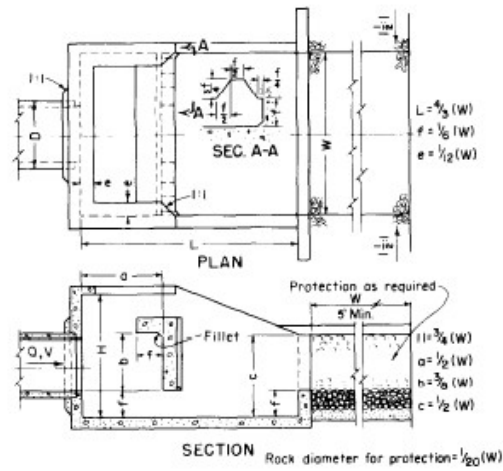
Cuenca tipo VI











W , ft., is the inside width of the basin
 V , fps, is the theoretical velocity of the incoming flow and is $\sqrt{2gh}$
 h , ft., is the head to be dissipated
 A , ft.², is the area of flow entering the basin and is Q/V
 d , ft., Represents the depth of flow entering the basin and is $\sqrt{A}$

Figure 6-10. Design width of basin. 103-D-1339

VERTEDERO



VERTEDERO

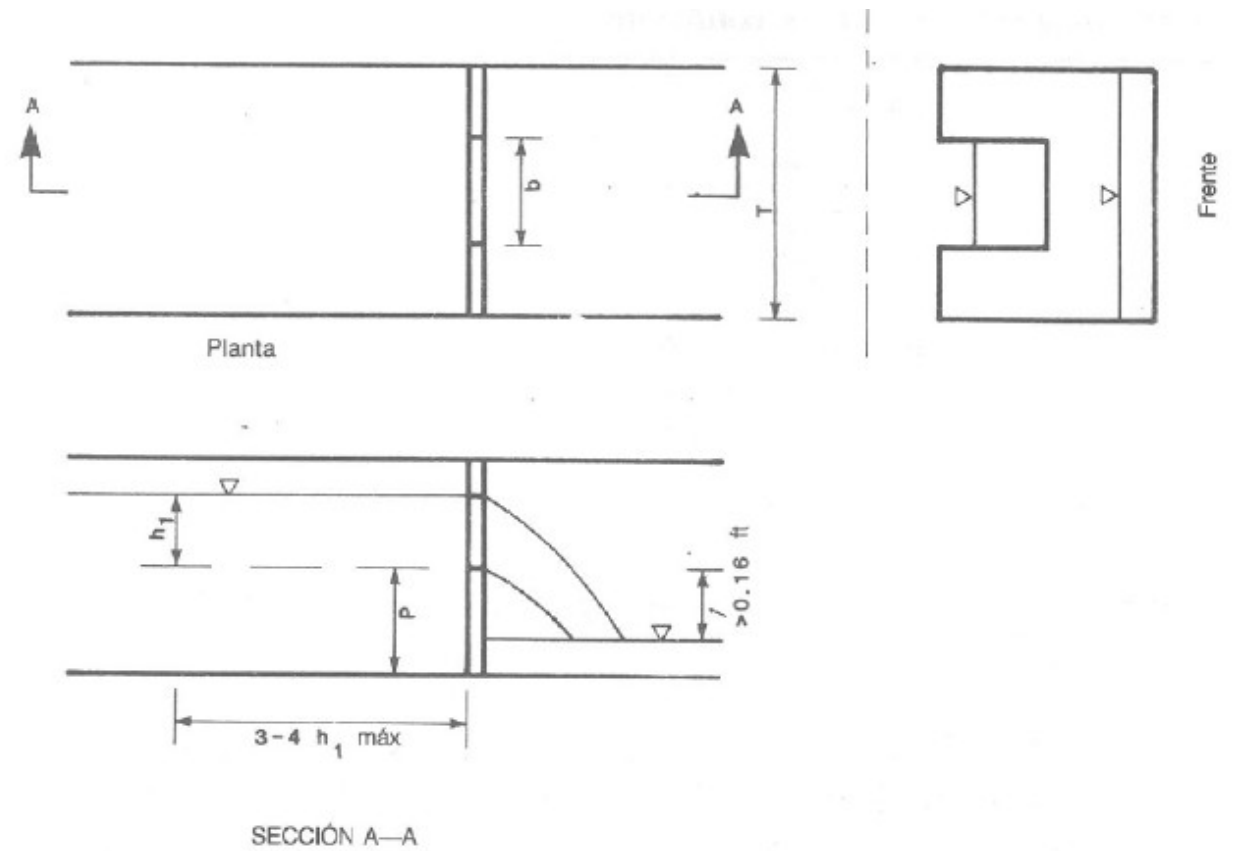


FIGURA 8.13 Vertedor rectangular de cresta delgada.

VERTEDERO

$$B - b \geq 4h_1$$

$$\frac{h_1}{p} \leq 0.5$$

$$\frac{h_1}{b} \leq 0.5$$

$$0.23 \leq h_1 < 2 \text{ ft}$$

$$b \geq 1 \text{ ft}$$

$$p \geq 1 \text{ ft}$$

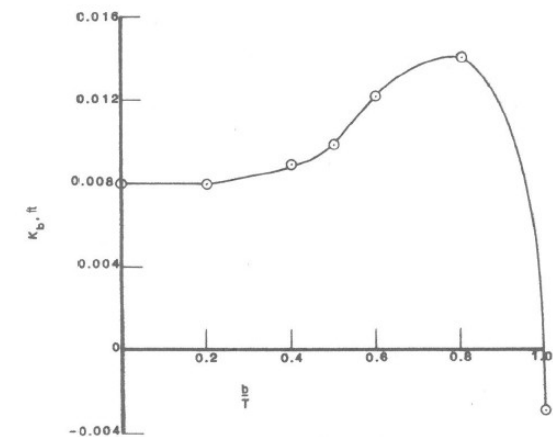
b/T	C_e
1.0	$C_e = 0.602 + 0.075 h_1/p$
0.9	$C_e = 0.599 + 0.064 h_1/p$
0.8	$C_e = 0.597 + 0.045 h_1/p$
0.7	$C_e = 0.595 + 0.030 h_1/p$
0.6	$C_e = 0.593 + 0.018 h_1/p$
0.5	$C_e = 0.592 + 0.011 h_1/p$
0.4	$C_e = 0.591 + 0.0058 h_1/p$
0.3	$C_e = 0.590 + 0.0020 h_1/p$
0.2	$C_e = 0.589 - 0.0018 h_1/p$
0.1	$C_e = 0.588 - 0.0021 h_1/p$
0	$C_e = 0.587 - 0.0023 h_1/p$

$$Q = \frac{2}{3} C_e \sqrt{2g} b_e h_e^{1.5}$$

donde b_e = ancho efectivo = $b + K_b$

h_e = carga efectiva = $h_1 + K_n$

C_e = coeficiente de gasto efectivo



Cuenca de impacto





Tipos de compuertas y válvulas más utilizados en balsas

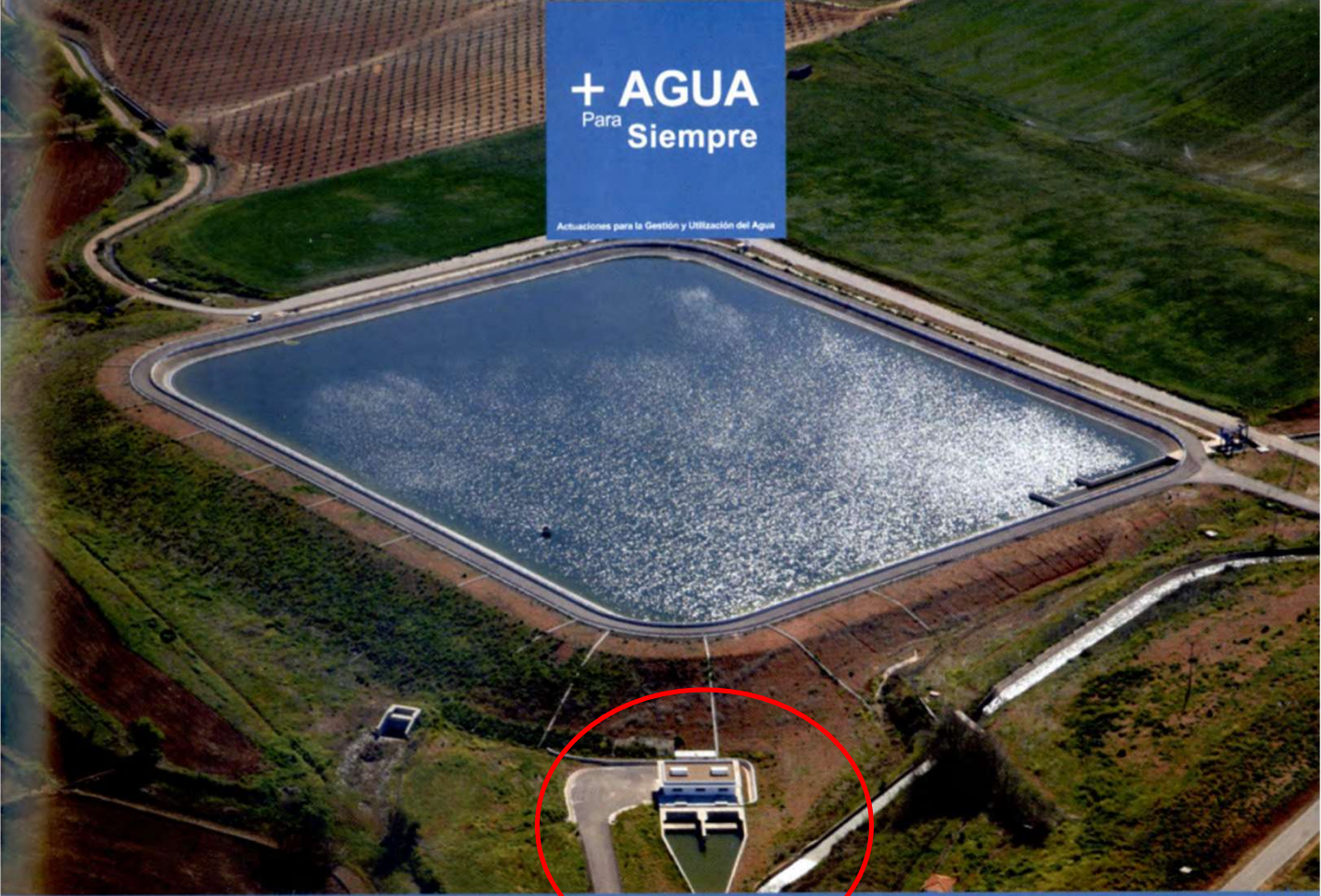
- Compuerta deslizante tipo USBR
- Compuerta plana
- Compuertas tipo Taintor
- Válvulas Howell-Bunger
- Válvulas de compuerta
- Válvulas mariposa
- Compuertas de nivel constante
- Tomas flotantes

Compuerta deslizable
tipo USBR (United
States Bureau of
Reclamation)



Bureau





+ AGUA
Para
Siempre

Acciones para la Gestión y Utilización del Agua

OBRAS DE REGULACIÓN DEL CANAL DE MONTIJO

Modernización de los riegos de las Vegas Bajas del Guadiana

Compuerta plana



Compuerta plana



Compuertas tipo Taintor

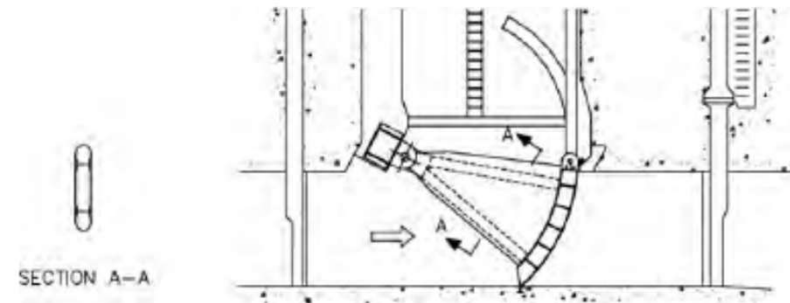
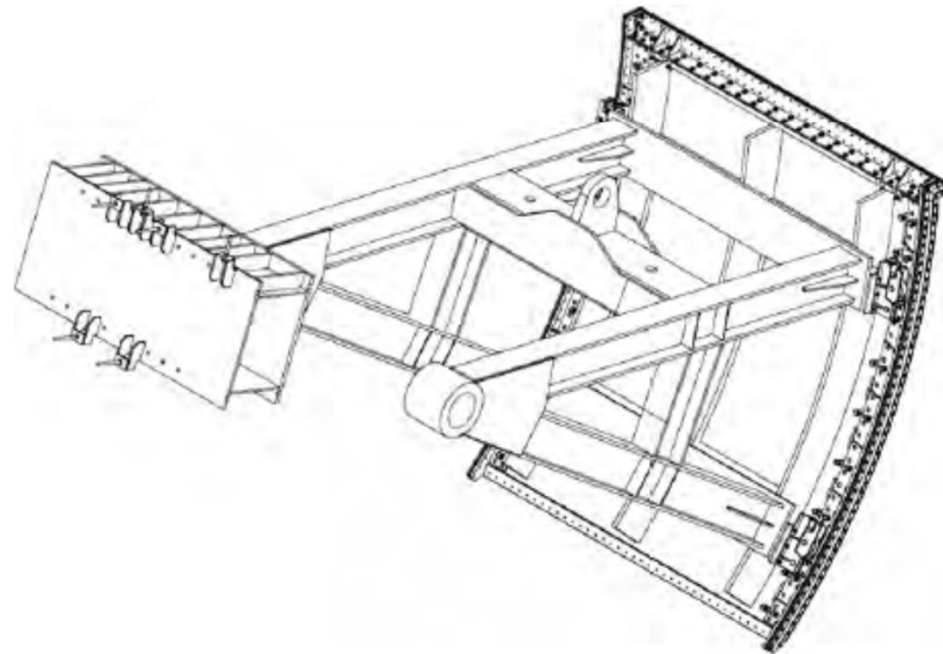


Figure 2.47 Segment gate used in lock aqueducts.





Válvulas Howell-Bunger

- No es de paso totalmente libre
- Disipa la energía en su diseño abierto



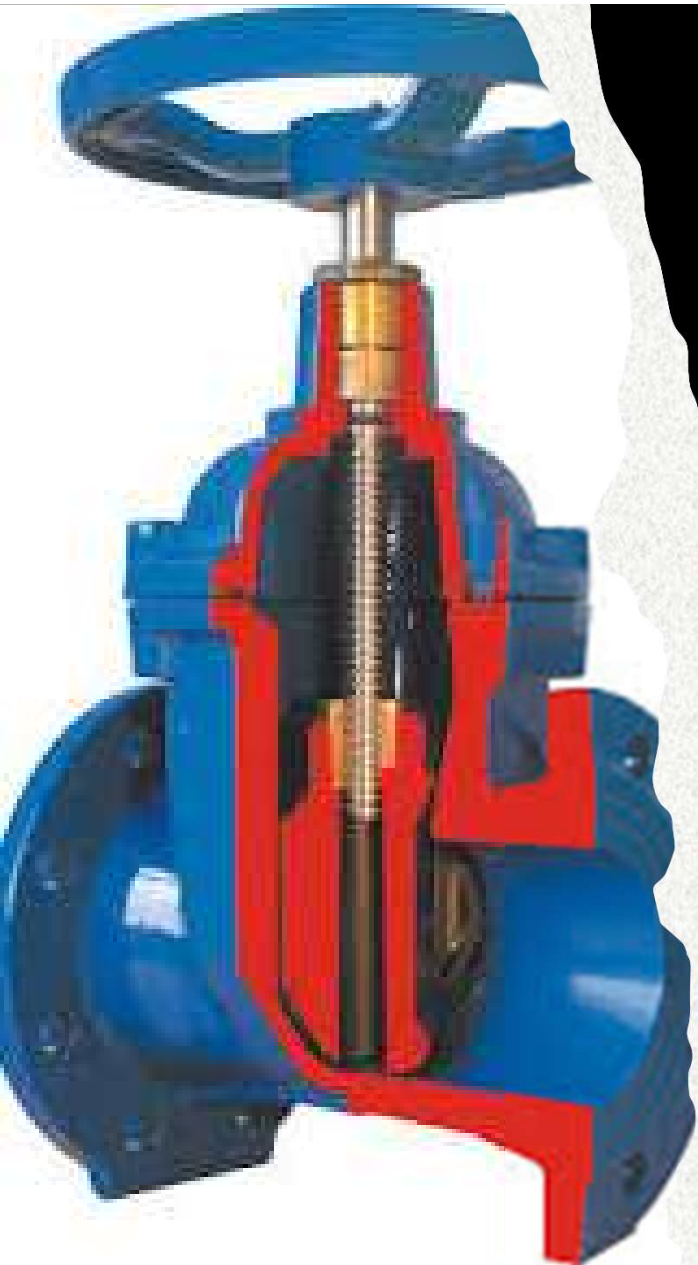




24/09/2025

24/09/2025

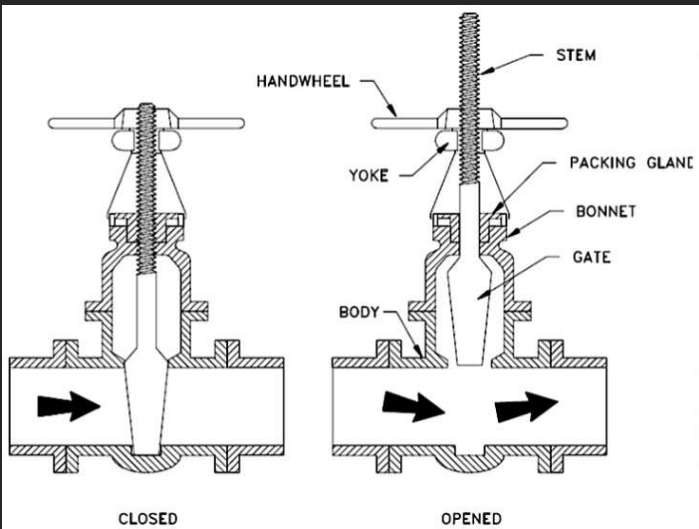




Válvulas de
compuerta



- HUSILLO EXTERIOR que permite saber la posición de la válvula



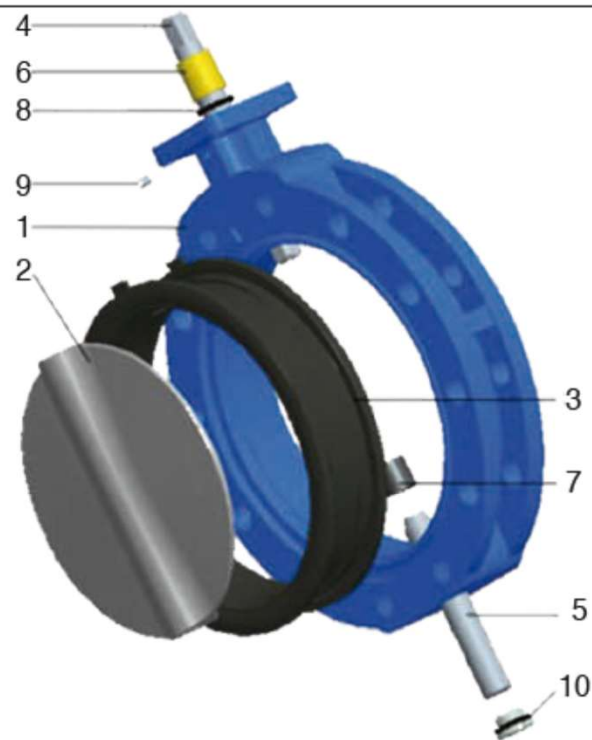
Válvulas mariposa



BV-05-2CB (art. 12) Bridas DN250-600



DN250-300



ITEM	DENOMINACIÓN	MATERIAL ESTÁNDAR
1	CUERPO	GGG-40
2	DISCO	CF-8M
3	ANILLO	EPDM
4	EJE SUPERIOR	ACERO INOX AISI-420
5	EJE INFERIOR	ACERO INOX AISI-420
6	CASQUILLO SUPERIOR	BRONCE B-62
7	CASQUILLO INFERIOR	ACERO+PTFE
8	JUNTA TÓRICA	NBR
9	PRISIONERO	ACERO
10	TAPÓN	ACERO

Mariposa

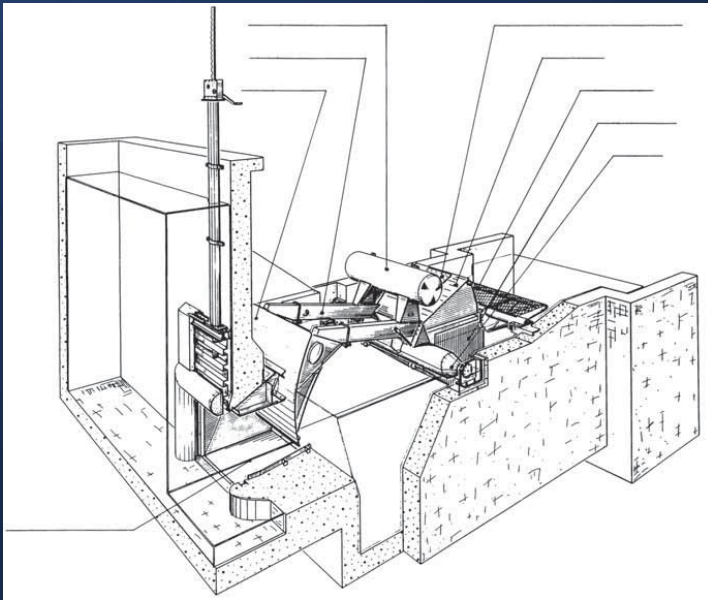
- Presentan una obstrucción al flujo
- No se deben usar para regular, básicamente son de aislamiento
- OJO CON LA VELOCIDAD DE PASO $< 3 \text{ m/s}$



Compuertas de Nivel Constante



Compuerta de Nivel Constante Aguas Abajo

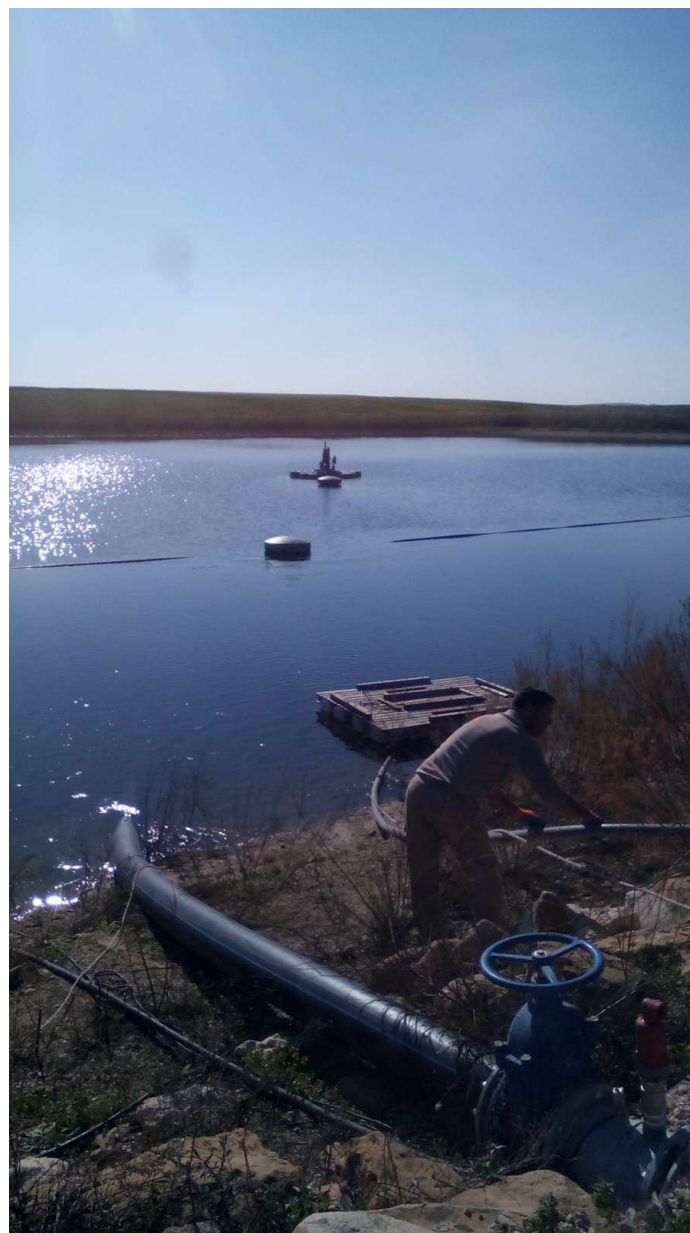


Módulos de regulación de caudal



Tomas flotantes





CONDICIONANTES PARA EL USO DE COMPUERTAS Y VÁLVULAS

 Paso libre

 Velocidad de paso

 Existencia de broza o algas

 Disponibilidad de energía

 Resistencia a impactos

 Capacidad para regular

 Estanqueidad

 Seguridad en el cierre

 Economía

 Durabilidad

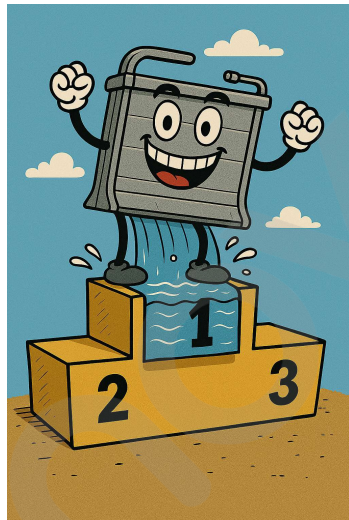
Paso libre

- Ganadoras

- Bureau
- Válvula de compuerta
- Taintor
- Compuerta plana

- Perdedoras

- Howell-Bunger
- Mariposa
- Nivel constante



Velocidad de paso

- Ganadoras

- Bureau
- Howell-Bunger
- Taintor
- Válvulas de compuerta



- Perdedoras

- Mariposa
- Nivel constante
- Compuerta plana



Existencia de broza o algas

- Ganadoras
 - Limpiarrejas y filtros
- Perdedoras
 - Howell-Bunger
 - Nivel constante



Disponibilidad de energía

- Ganadoras
 - Nivel constante
- Perdedoras
 - Ninguna, todas consumen poco



Resistencia a impactos

- Ganadoras
 - Las mecanosoldadas
- Perdedoras
 - Las de fundición



Capacidad para regular caudales

- Ganadoras
 - Taintor
 - Howell-Bunger
- Perdedoras
 - Bureau
 - Mariposa
 - Válvula compuerta

Estanqueidad

- Ganadoras
 - Mariposa
 - Válvula compuerta
- Perdedoras
 - Nivel constante
 - Bureau

Seguridad en el cierre

- Ganadoras
 - Bureau
 - Taintor

- Perdedoras
 - Nivel constante
 - Mariposa

Economía

- Ganadoras
 - Mariposa
 - Válvula de compuerta
 - Nivel constante
 - Compuerta plana
- Perdedoras
 - Bureau
 - Taintor
 - Howell-Bunger

Durabilidad

- Ganadoras
 - Bureau
 - Howell-Bunger
 - Válvulas de compuerta
- Perdedoras
 - Compuerta plana
 - Nivel constante
 - Mariposa

Tabla comparativa: Tipos de compuertas/sistemas vs. criterios

[illegible]

MUCHAS GRACIAS

JOSÉ LUIS SUÁREZ
CEO NOVA HIDRÁULICA
Ingeniero Industrial
joseluis.suarez@novahidraulica.es



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN

SECRETARÍA DE ESTADO
DE AGRICULTURA
Y ALIMENTACIÓN

DIRECCIÓN GENERAL
DE DESARROLLO RURAL, INNOVACIÓN
Y FORMACIÓN AGROALIMENTARIA



JORNADA “BALSAS EN LOS REGADÍOS DEL MAPA: PRESENTE Y FUTURO”

SEVILLA 25 de SEPTIEMBRE 2025

Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales