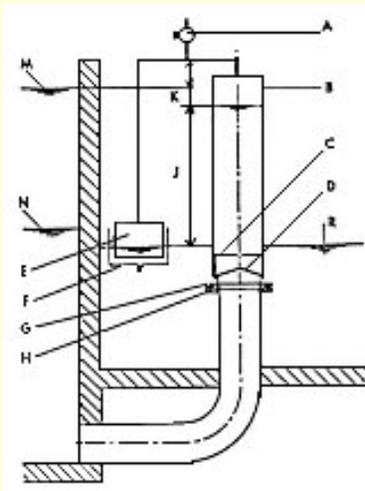


COMPUERTAS CILÍNDRICAS®

Regulación del nivel aguas abajo

La Compuerta Cilíndrica® es una de las soluciones originales ofrecida por nuestro Grupo para la regulación del nivel aguas abajo. Su utilización consiste en equipar tuberías cortas, alimentadas bajo pequeña pérdida de carga y restituir el caudal en un reservorio cuyo nivel debe ser mantenido constante.

La particularidad del equipo, reside en su sistema de obturación, constituido por un tubo vertical (camisa), que cubre el orificio de la tubería de aducción; el agua sube dentro del tubo hasta llegar al nivel de agua aguas arriba, o un poco más abajo, por causa de las pérdidas de carga de la tubería.



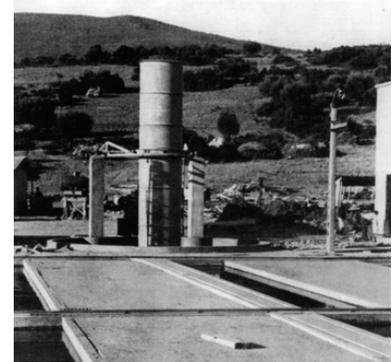
El cilindro de la compuerta sube o baja, según el caso, por intermedio de un flotador y un brazo de articulación de manera que el caudal de alimentación del reservorio inferior se ajusta al caudal consumido.

Si no existe empuje vertical sobre la camisa, el nivel aguas arriba no ejerce ninguna influencia sobre su equilibrio.

Construcción

Una solera circular atornillada sobre la brida de un codo convergente, representa la extremidad de la tubería. Su perfil y dimensiones son estudiados de manera a obtener la menor pérdida de carga posible de la compuerta. En función de las dimensiones de la compuerta, el asiento de la camisa sobre la solera puede ser de metal o goma.

- A - Contrapeso de compensación
- B - Camisa
- C - Diafragma
- D - Deflector
- E - Flotador
- F - Cámara del flotador
- G - Solera
- H - Brida
- J - Pérdida de carga de la compuerta
- K - Pérdida de carga de la tubería
- M - Nivel aguas arriba máximo
- N - Nivel aguas arriba mínimo
- R - Nivel agua abajo controlado



Un deflector cónico desvía el chorro de agua sobre la solera evitando cualquier separación de flujo, limitando al mismo tiempo los movimientos laterales de la camisa.

Un brazo articulado sobre cojinetes soporta, en sus extremidades opuestas, la camisa y el flotador.

La camisa cilíndrica, hidráulicamente centrada sobre el chorro de agua representa el obturador. En su interior generalmente existe un orificio que sirve como amortiguador.

Un flotador, por intermedio del brazo, sincroniza los movimientos de la camisa con el nivel de agua aguas abajo. A fin de ser protegido de posibles perturbaciones, el flotador es colocado dentro de una cámara.

Compuerta Cilíndrica® es marca registrada


hydrostec

Funcionamiento

El funcionamiento de la compuerta es de fácil comprensión: con el consumo de agua lado aguas abajo el nivel del agua baja y con el flotador. Por intermedio del brazo articulado, la camisa sube para dar entrada al caudal solicitado. De modo inverso, cuando el consumo disminuye o se anula, el flotador sube, bajando la camisa si necesario hasta el contacto con la solera para efectuar una obturación completa.

Calidad de regulación

Precisión – Contrapeso de compensación

La Compuerta Cilíndrica®, como descrita arriba, tendrá un decremento (variación del nivel aguas abajo cuando la compuerta pasa de posición cerrada a posición totalmente abierta), igual a la carrera del flotador, considerando que: (a) el equilibrio de la compuerta es independiente de la presión aguas arriba, (b) el centro de gravedad del

brazo de articulación coincide con el eje de rotación de manera que su peso no influye en el equilibrio del conjunto. En consecuencia, el peso aparente del flotador y el grado de inmersión son constantes.

Para compuertas normalizadas con diámetro del orificio de la solera igual o menor a 0,5m, la carrera de la camisa y del flotador es igual a $0,2 \varnothing$ (donde \varnothing = el diámetro del orificio de la solera). Para compuertas de mayor tamaño la carrera y el decremento son reducidos a $0,1 \varnothing$.

El decremento natural de la compuerta puede ser reducido con la instalación, en el brazo de articulación, de un contrapeso de compensación que tiene como función desequilibrar el conjunto elevando su centro de gravedad. De este modo, la inmersión del flotador no es más fija, pues el torque del peso del brazo varía en función del ángulo de rotación. Si esta variación del grado de inmersión fuere

igual y opuesta al traslado vertical del flotador, independientemente de la apertura de la compuerta, ésta mantendría el nivel aguas abajo absolutamente constante. Esta condición es perfectamente realizable pero en la práctica, es más indicado utilizar un contrapeso de compensación fijado rígidamente al brazo. En este caso, la variación del grado de inmersión sigue una ley ligeramente diferente. El decremento no es nulo, pero tiene un valor mínimo que puede ser definido para cada aplicación de acuerdo con la ecuación:

$$\Delta = 2 \times b \times \sin^3 \alpha_0$$

Donde:

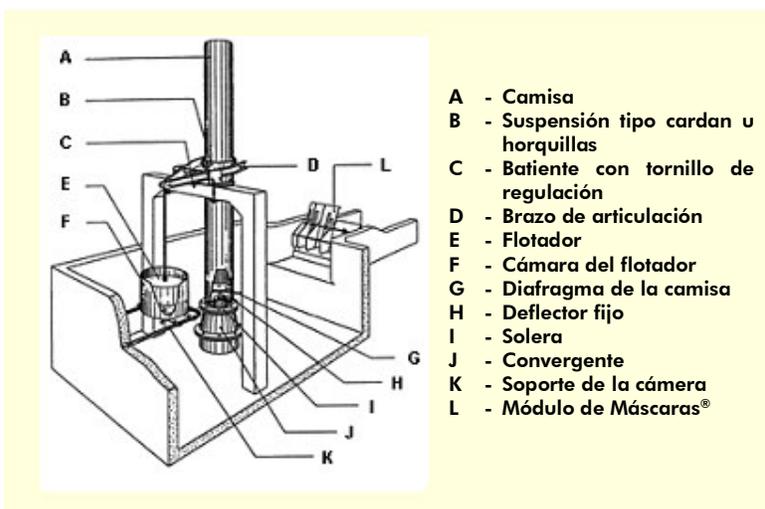
Δ = el valor del decremento.

b = el brazo de palanca hasta el punto de fijación de la boya.

α_0 = el ángulo máximo del brazo de articulación con la horizontal.

Para Compuertas Cilíndrica® normalizadas, el decremento es aproximadamente igual a $b/500$.

El aumento de la masa del contrapeso y de la altura de su fijación, permite disminuir el decremento sacrificando su estabilidad de operación. En caso de que disminuya la masa del contrapeso y la altura de su fijación tendremos el efecto contrario; es decir, mayor estabilidad, pero en contrapartida, mayor decremento.



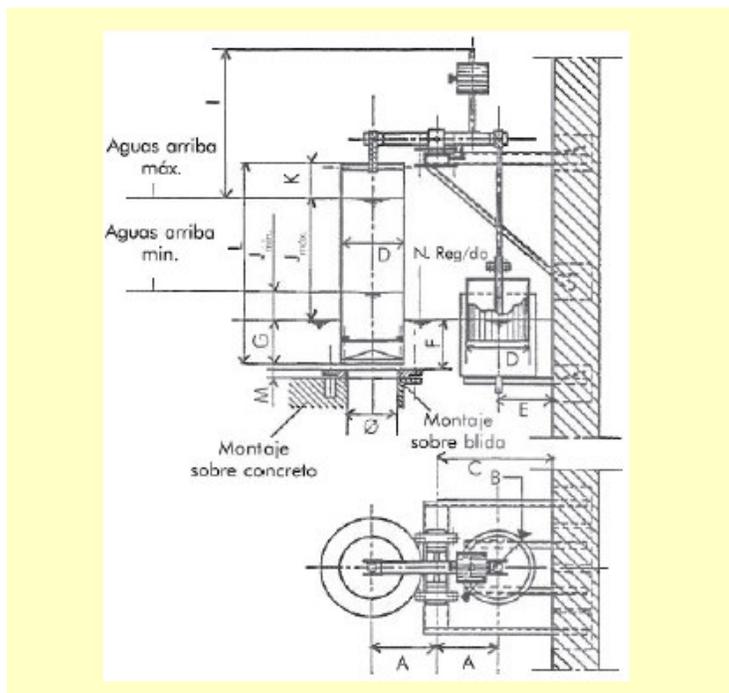
Estabilidad

Para limitar con suficiente rapidez las oscilaciones de las **Compuertas Cilíndricas®**, cuando hay un cambio de régimen, éstas son equipadas con sistema de amortiguador. El mismo está constituido por un diafragma, instalado de forma rígida dentro de la camisa, cuyo pequeño orificio es responsable por el efecto de amortiguamiento hidráulico.

El diafragma no influye en la operación de la compuerta durante el régimen permanente. Por otro lado, durante una operación, el diafragma limita el caudal de agua a evacuar durante la apertura de la compuerta, o la entrada de agua durante su cierre por su tendencia de acción opuesta al traslado vertical de la camisa. Asimismo, el propio flotador constituye un amortiguador hidráulico eficiente al desplazarse dentro de un recipiente fijo con pequeño juego radial.

Características y dimensiones

La Compuerta Cilíndrica® se caracteriza por el diámetro de la camisa (1,25 \varnothing) seguido por



el diámetro del orificio de la solera (\varnothing) en mm.

Las Compuertas Cilíndricas® están estandarizadas en nueve dimensiones. A solicitud se realizan compuertas de mayor dimensión o para casos particulares de aplicación.

En función de la altura de la camisa y de las posibilidades de fijación, ésta puede ser suspendida por la extremidad superior (camisa corta), o fijada en el medio por un brazo de articulación tipo

horquilla o cardan (camisa larga). Estas alternativas de fijación, combinadas con la necesidad o no de un contrapeso de compensación, definen 4 tipos de compuertas normalizadas (A, B, C y D) :

- Compuertas con camisa suspendida en la extremidad superior:
 - . Tipo A : sin contrapeso;
 - . Tipo B : con contrapeso.
- Compuertas con suspensión cardan:
 - . Tipo C : sin contrapeso;
 - . Tipo D : con contrapeso.

Dimensiones en mm

Designación	\varnothing	A	B	C	D	E	F	G	I	K	L	M	J_{min}	J_{max}
\varnothing 100/80	80	200	120	350	100	150	80	8	360	108	L = J _{max} + F + k - G	18	Según cálculo de Q _{max} ver fórmula en la página siguiente	Valor que determina la longitud de la camisa
\varnothing 125/100	100	200	150	350	125	150	100	10	380	110		20		
\varnothing 160/125	125	200	200	350	160	150	125	13	430	113		23		
\varnothing 200/160	160	200	240	400	200	200	160	16	480	116		25		
\varnothing 250/200	200	200	300	400	250	200	200	20	530	120		28		
\varnothing 315/250	250	250	380	490	315	240	250	25	640	125		30		
\varnothing 400/315	315	315	480	605	400	290	315	32	850	132		35		
\varnothing 500/400	400	400	600	750	500	350	400	40	1000	140		40		
\varnothing 630/500	500	500	750	930	630	430	500	50	1120	150		45		

La disposición representada en la figura arriba es con suspensión de la camisa por la extremidad superior. En caso de suspensión tipo cardan (en el medio de la camisa), la cota I no debe ser tomada en consideración.

Selección de la dimensión

El diámetro del orificio de la solera depende únicamente del caudal máximo (Q_{max}) que debe pasar bajo una carga aguas arriba mínima (J_{min}) y está definido por la ecuación:

$$Q_{max} = 0,8 \frac{\pi \times \phi^2}{4} \sqrt{2 \times g \times J_{min}}$$

con Q en m^3/s , ϕ y J en m.

La carga máxima aguas arriba define el largo de la camisa.

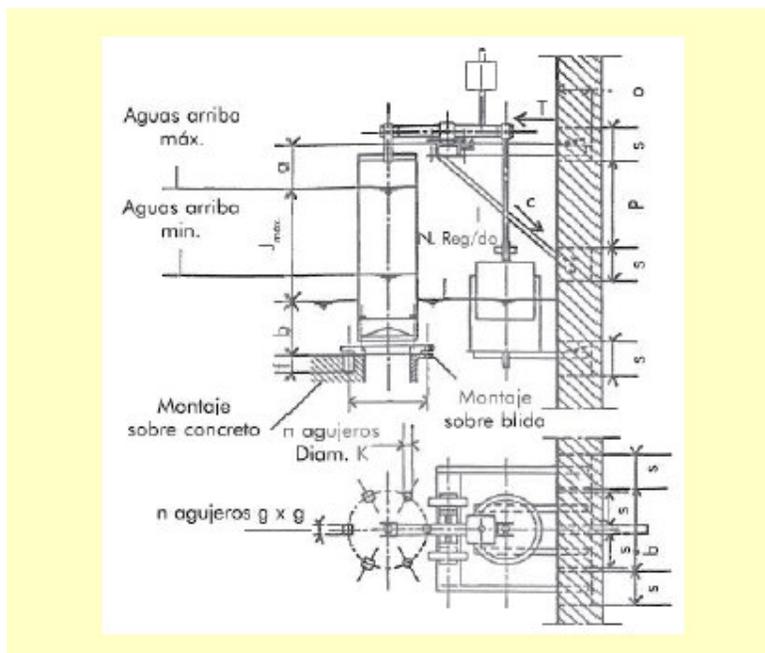
Una vez definido el diámetro del orificio de la solera ϕ y el largo de la camisa (L), deben definir el tipo de construcción A, B, C o D y el modo de fijación de la solera.

En el caso de Compuertas Cilíndrica®, es indispensable una consulta previa indicando las condiciones de operación del proyecto.

Implantación

La forma y las dimensiones del reservorio donde la compuerta será instalada deben ser debidamente

Formas de concreto



estudiadas para asegurar una buena disipación de energía, evitar un escurrimiento turbulento y para no perjudicar el coeficiente de caudal.

De modo general el volumen mínimo del estanque debe ser igual a:

$$V = 7 \cdot Q_{max} \cdot J_{max}$$

Con: V en m^3 , Q_{max} en m^3/s , J_{max} en cm.

La profundidad aguas abajo del nivel regulado debe ser, mínimo, igual a 2ϕ y nunca menos que 50 cm.

Para las compuertas grandes de 315/250 y mayores, el eje de la compuerta debe situarse a una distancia, en relación a la pared del estanque, como mínimo igual a $C+A$ (ver tabla de la página anterior)

Dimensiones en mm - Esfuerzos en Kgf

Designación	a	b	c	d	f	g	k	n	o	p	q	s	u	T	C
Ø 100/80	109	98	170	160	100	50	12	4	100	130	160	120	0	100	100
Ø 125/100	115	120	180	180	100	50	12	4	100	130	160	120	0	100	100
Ø 160/125	121	148	190	210	120	50	12	8	100	130	160	120	0	100	100
Ø 200/160	128	185	200	270	120	75	14	8	120	170	330	120	70	100	150
Ø 250/200	136	228	212	295	130	75	14	8	120	170	330	120	110	150	200
Ø 315/250	145	280	224	350	130	80	16	6	120	220	480	120	130	200	300
Ø 400/315	155	350	236	460	140	80	16	8	120	270	480	150	160	300	400
Ø 500/400	165	440	250	515	140	80	16	8	200	600	580	200	180	400	600
Ø 630/500	175	545	265	620	150	80	18	10	200	710	690	200	300	700	800

Los esfuerzos T y C están calculados para una camisa con $L = 2m$.