

ESTRUCTURAS PARA AFORO

Medición de caudales para conducciones en lámina libre

- Simples
- Estáticas
- Robustas
- Precisas
- Pérdida de carga reducida
- Amplia gama de caudales

FUNCIÓN

Son dispositivos que provocan una contracción en la lámina de agua, generándose una sección crítica, seguida por un resalto hidráulico que aísla de las perturbaciones que puedan darse aguas abajo.

Se genera, por tanto, aguas arriba del aforador, una zona donde existe una relación biunívoca entre altura de nivel de agua y caudal circulante.

APLICACIONES

- En redes de conducción de agua a lámina libre para control de los caudales que circulan y/o los que se derivan
- En plantas potabilizadoras para permitir la mezcla completa de los productos químicos necesarios para la floculación de las partículas suspendidas
- Elevación de niveles y mejora de condiciones para derivaciones

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Estos equipos presentan características hidráulicas relevantes gracias a sus formas simples y cortas, que confieren un mínimo rozamiento, una buena recuperación de energía y por lo tanto un óptimo coeficiente de caudal.

Las precisiones que se pueden lograr con un correcto diseño del canal de aproximación y una buena lectura de nivel son:

- 3% para caudales entre un 5 y un 15 % de la escala total
- 1,5% para caudales entre un 15 y un 100% de la escala total

Se adaptan a la instalación de escalas de lectura directa y sondas de nivel de diferentes tecnologías.

CONSTRUCCIÓN

Se fabrican con chapa de acero al carbono. La protección contra la corrosión se asegura mediante una limpieza mediante granallado, seguida de una aplicación una protección tipo zinc-rich y de una pintura epoxídica de acabado. Rigidizadas para garantizar la geometría durante las labores de manipulación, montaje en obra y su hormigonado posterior.

Para el funcionamiento en un medio agresivo, se propone:

- Una protección REFORZADA con epoxi tipo bituminoso de al menos 500 micras
- Fabricación en Acero Inoxidable (calidad según medio agresivo o pedido)

CONDICIONES DE COLOCACIÓN

Instalación temporal

- En un canal en tierra es suficiente con situar el aparato horizontalmente y aplomado buscando generar estanqueidad lateral
- La precisión será aceptable, cuando la longitud recta aguas arriba sea suficiente y se haya tenido en cuenta la pérdida de carga característica para todo el rango de caudales

Instalación fija

- El aparato se empotra generalmente en hormigón, debiendo estar perfectamente nivelado, pudiendo servir como encofrado
- Para evitar deformaciones durante la manipulación, montaje y sobre todo el vertido del hormigón, van debidamente reforzados
- Si se desea, se puede incluir la provisión de un pozo de aquietamiento, para la instalación de s
- Es importante escoger el fondo de escala apropiado a la aplicación y un instrumento de precisión adecuada (0.1% FS, 0.25% FS, ...)

Características de la conducción

Las condiciones óptimas de instalación vienen definidas por:

- Pendiente $< 0,5\%$
- Longitud recta aguas arriba: $L' > 5B$, debiendo ser homogénea y rectilínea. Cuando existan perturbaciones (curva, salto) al menos $L' > 10B$
- Vertederos de pared delgada: flujo totalmente contraído

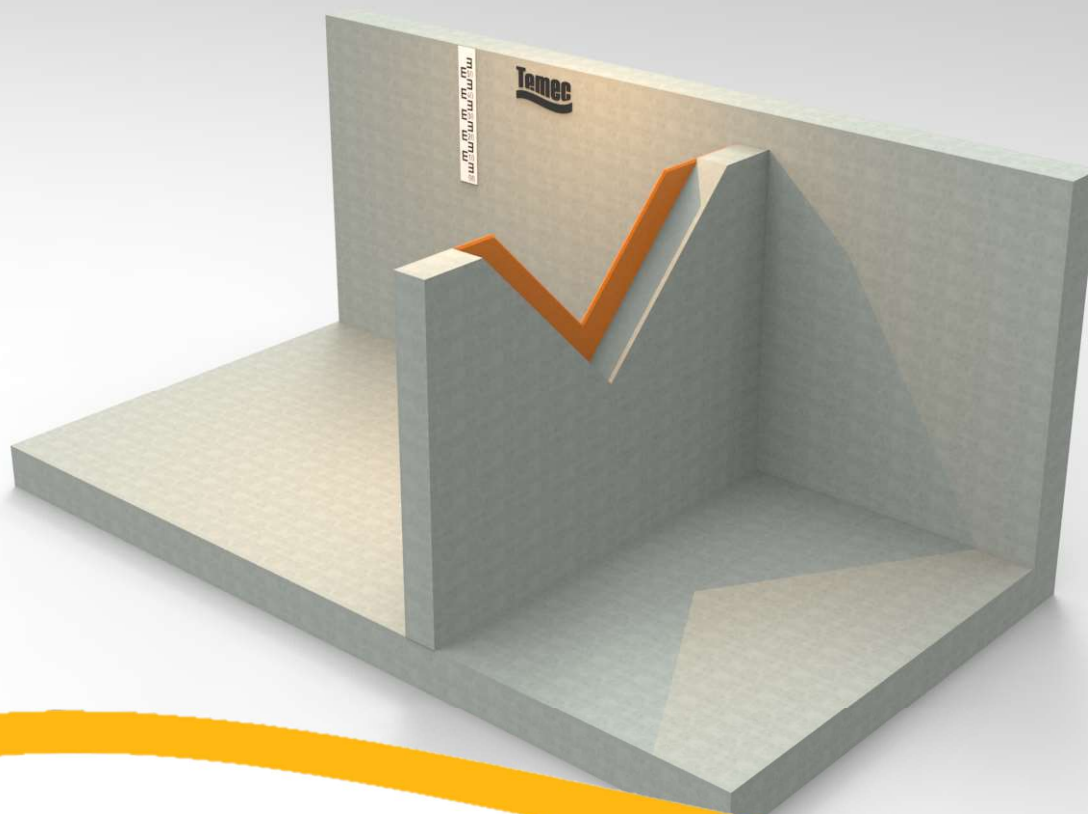
Pérdida de carga

La pérdida de nivel obligatoria entre aguas arriba y aguas abajo del aparato deberá ser:

- Canal VENTURI: $\Delta H > 0,2 h$
- PARSHALL y CUT-THROAT: Con medida de nivel aguas arriba y aguas abajo se puede corregir el caudal con sumergencias hasta 90% ($\Delta H > 0,1 h$)
- PARED DELGADA: Nivel máximo aguas abajo al menos 5 cm por debajo del vértice o arista de vertido

AFORADORES DE PARED DELGADA

Alta precisión para caudales pequeños



CARACTERÍSTICAS

Son aforadores que permiten una gran precisión en la medida del caudal, especialmente con caudales muy bajos, asociados normalmente a aplicaciones industriales. Son fabricados en chapa de acero inoxidable debidamente biselada para lograr el efecto de pared delgada.

No soportan trabajar ahogados, debiendo respetarse una altura mínima de 5 cm entre la lámina de aguas abajo y la arista o vértice de vertido. Para garantizar su funcionamiento “totalmente contraído”, deben respetarse unas relaciones con la anchura y la profundidad del canal de aproximación.

Si se precisa la curva o tabla de datos de cualquier aforador, por favor consultar a nuestro departamento técnico.

- Los aforadores de pared delgada se utilizan normalmente con el flujo totalmente contraído para medir con precisión caudales muy bajos: procesos industriales, ETAP. aforo de caudales en galerías de presas
- La altura máxima de vertido debe estudiarse para cada caso particular en función de la geometría del canal de aproximación, con un máximo de 60 cm en los rectangulares y 38 cm en los triangulares
- Pueden personalizarse a diferentes anchuras o ángulo de aristas laterales (de 20° a 100° de ángulo central)
- Se fabrican en chapa de acero inoxidable de espesor suficiente para soportar el empuje del agua, sin prácticamente deformación, pero siempre biselando el perfil de la chapa por el lado de aguas abajo
- No sólo no pueden trabajar sumergidos, sino que debe respetarse una distancia mínima de 5 cm entre la arista o vértice de vertido y el nivel de agua, aguas abajo del aforador

CANAleta PARSHALL

Aforador estandarizado de uso extendido



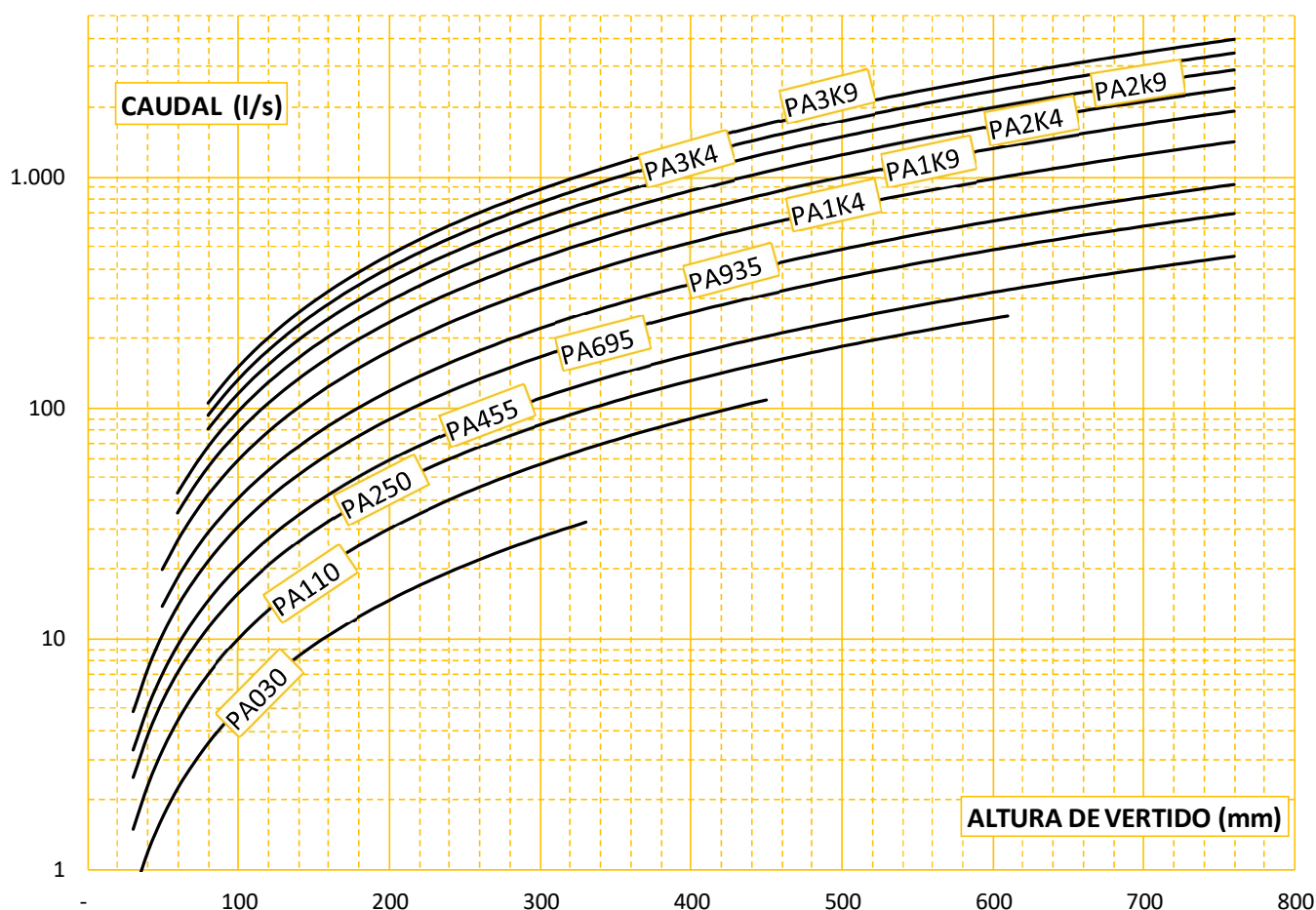
CARACTERÍSTICAS

Seguramente son los aforadores más conocidos y extendidos a nivel mundial. Diseñadas por el ingeniero Ralph Parshall, se caracterizan por incorporar un pequeño salto en solera, que favorece la formación del régimen crítico hidráulico.

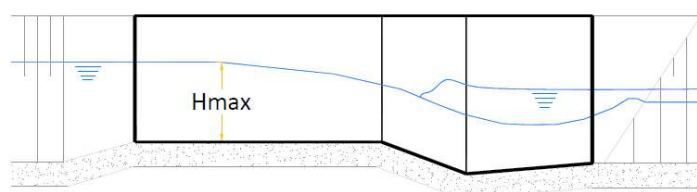
Se fabrican según diseños ISO 9826.

- Amplia gama de dimensiones para abarcar un amplio rango de caudales
- Dimensiones estandarizadas
- La sumergencia máxima es del 50% para el PA030, del 60% para los PA110 y PA250, del 70% para los Parshall PA455 a PA3K9 y del 80% para los PA8K3, PA15K y PA25K
- Existe la posibilidad de, incorporando una segunda medida de nivel en la expansión, corregir el caudal de paso en condiciones de sumergencia de hasta el 90%

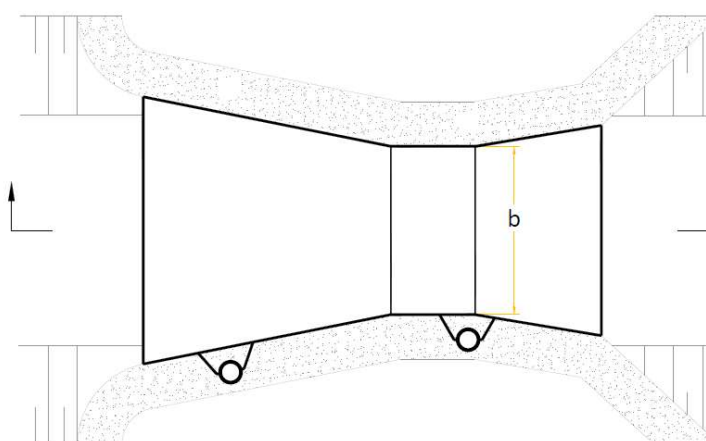
CURVA DE GASTO



Esquema de implantación



CORTE



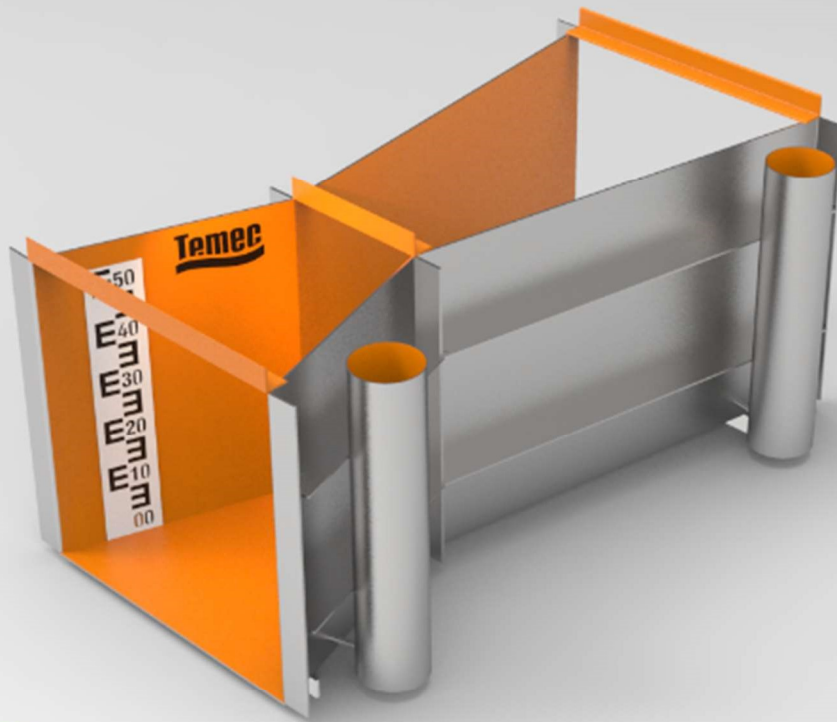
PLANTA

Gama disponible

Parshall	b	H max (mm)	Q min (l/s)	Q max (l/s)
PA013	2 "	240	0.2	13.3
PA030	3 "	330	0.8	31.8
PA110	6 "	450	1.5	108
PA250	9 "	610	2.5	251
PA455	12 "	760	3.3	455
PA695	18 "	760	4.8	693
PA935	24 "	760	12.1	933
PA1K4	36 "	760	17.6	1421
PA1K9	48 "	760	34.8	1915
PA2K4	60 "	760	46.9	2414
PA2K9	6 ft	760	74.1	2917
PA3K4	7 ft	760	85.8	3424
PA3K9	8 ft	760	97.2	3933
PA8K3	10 ft	1070	158.4	8315
PA15K	12 ft	1370	188.0	14661
PA25K	15 ft	1670	232.6	24888

CANAleta GARGANTA RECORTADA / CUT-THROAT

Simplicidad, economía y alto Ratio $Q_{\text{máx}}/Q_{\text{mín}}$

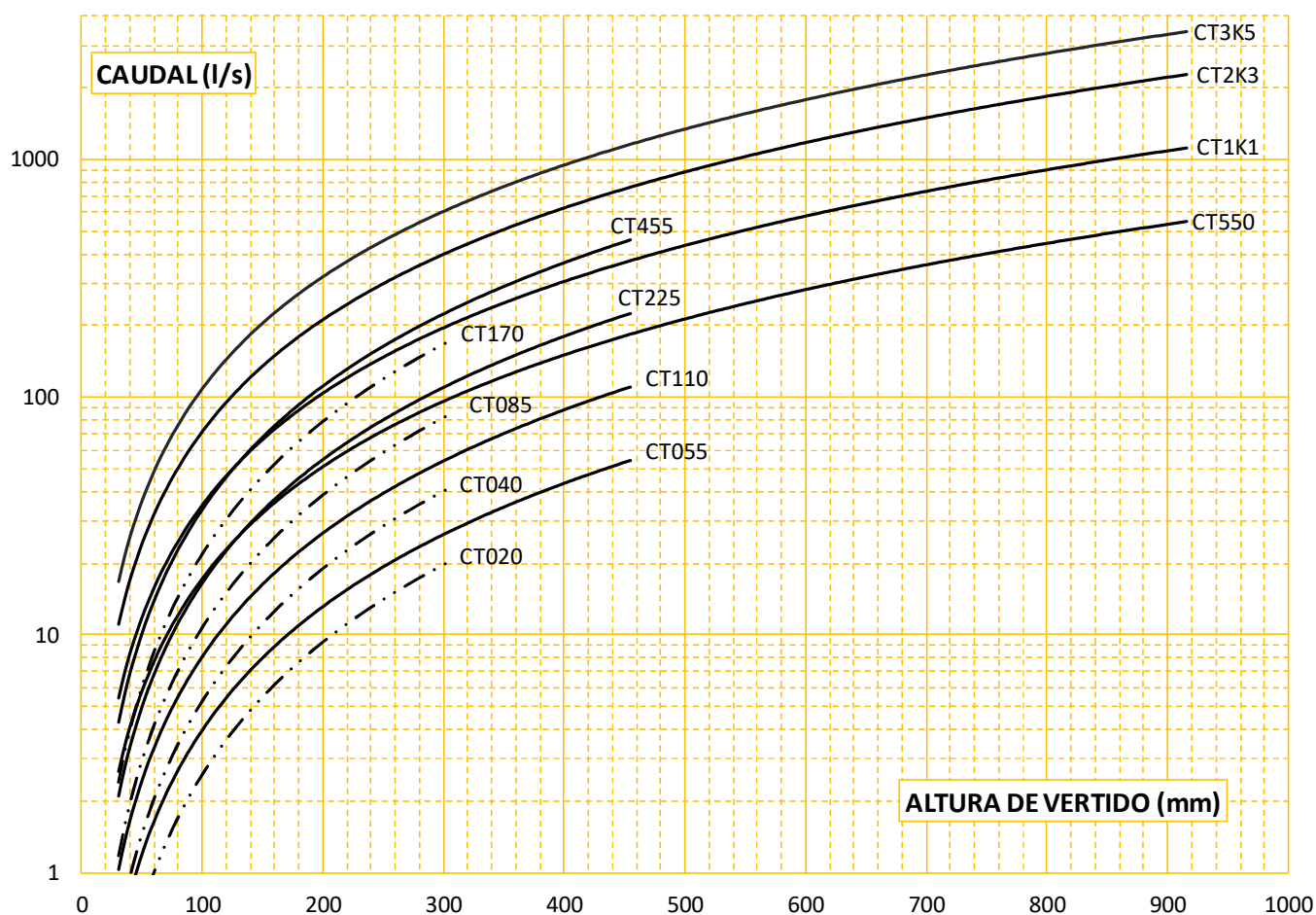


CARACTERÍSTICAS

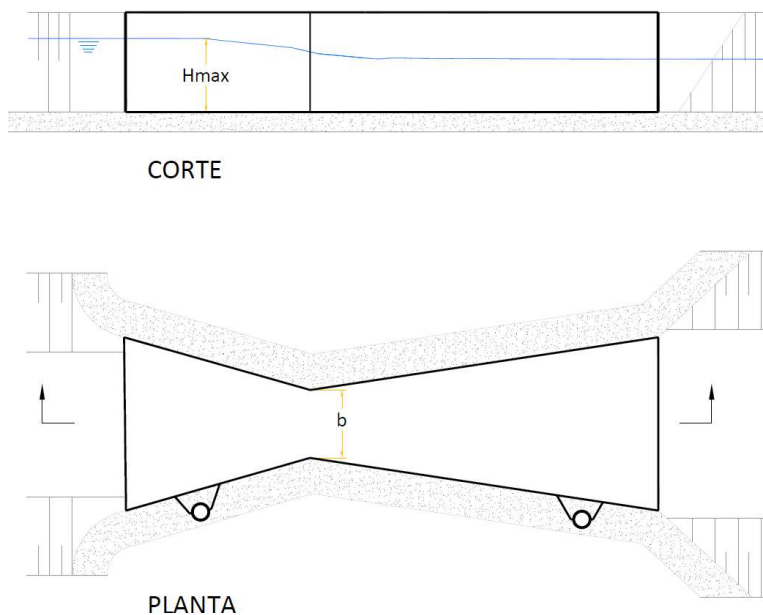
Los aforadores tipo "CUT-THROAT" son de gran simplicidad constructiva y por tanto su precio es también inferior al de otras estructuras de aforo. Se agrupan en tres longitudes totales "L" (36", 54" y 108") combinadas con cuatro anchuras posibles de garganta, siendo en todos ellos los ángulos de contracción y expansión constantes. Se fabrican en acero al carbono con tratamiento anticorrosivo o en acero inoxidable, debidamente rigidizadas para garantizar la geometría incluso durante las fases de manipulación y hormigonado.

- Los aforadores de garganta recortada son de fondo plano, lo que simplifica no sólo la fabricación en taller, sino también el montaje en campo
- Miden en un rango de caudal ($Q_{\text{máx}}/Q_{\text{mín}}$) muy amplio (R70 en L=36", R100 en L=54" y R200 en L=108")
- Pueden personalizarse a diferentes anchuras y longitudes respetando $0.1 < W/L < 0.4$, W y $18" < L < 108"$
- La sumergencia máxima es del 65% para los de 36", 70% en los de 54" y 80% en los de 108"
- Si bien su uso es menos extendido que los Parshall o Venturi, son una alternativa más económica que éstos dados los menores costes de fabricación
- Existe la posibilidad de, incorporando una segunda medida de nivel en la expansión, corregir el caudal de paso en condiciones de sumergencia de hasta el 90%

CURVA DE GASTO



Esquema de implantación

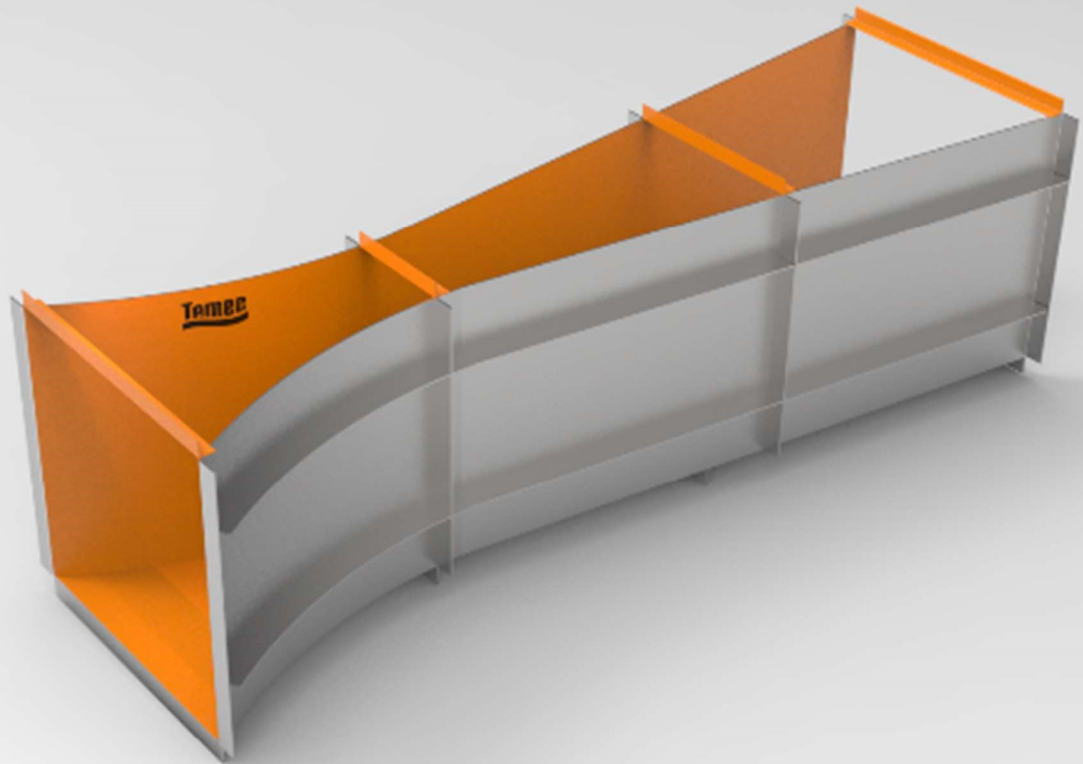


Gama disponible

CUT-THROAT		b (mm)	H max (mm)	Q min (l/s)	Q max (l/s)
L=36"	CT020	51	305	0,3	20,4
	CT040	102	305	0,6	41,3
	CT085	203	305	1,2	84,1
	CT170	406	305	2,5	171,0
L=54"	CT055	76	457	0,5	54,6
	CT110	152	457	1,1	111,4
	CT225	305	457	2,1	226,3
	CT455	610	457	4,4	455,4
L=108"	CT550	305	914	2,7	549,7
	CT1K1	610	914	5,6	1116,7
	CT2K3	1219	914	11,3	2276,9
	CT3K5	1829	914	17,1	3456,2

CANALETA VENTURI KHAFAGI

Diseño hidráulico eficiente (alta sumergencia)

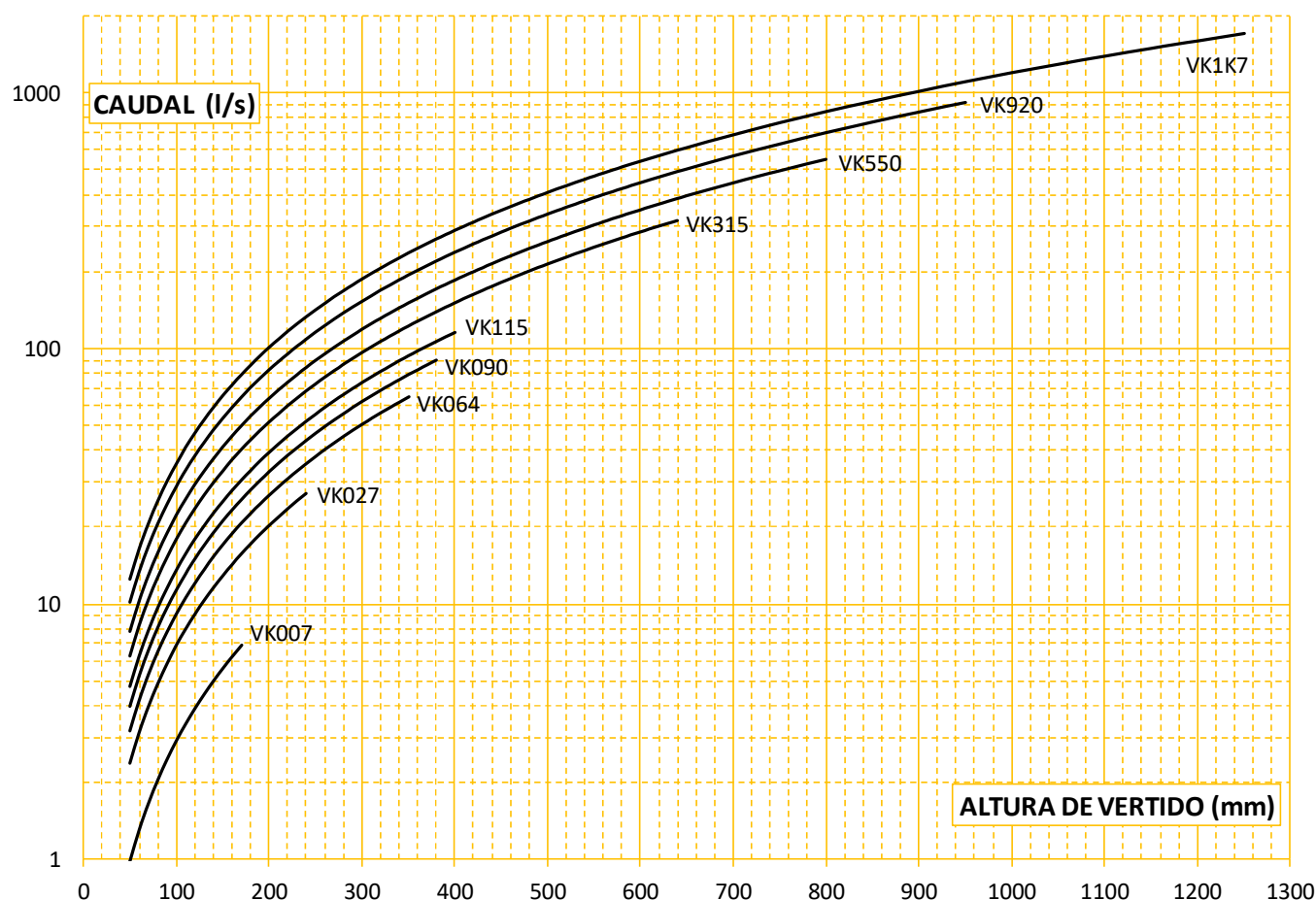


CARACTERÍSTICAS

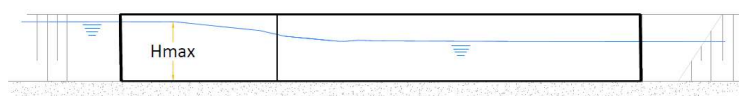
Las canaletas Venturi son elementos de aforo de uso muy extendido, caracterizándose todas ellas por una sección convergente redondeada, un tramo de garganta más o menos largo y un divergente con un ángulo suave. Se fabrican en acero al carbono con tratamiento anticorrosivo o en acero inoxidable, debidamente rigidizadas para garantizar la geometría incluso durante las fases de manipulación y hormigonado. Los Venturi Khafagi han sido testados en los laboratorios de hidráulica de la Universidad Tecnológica de DELFT, de reconocido prestigio.

- Las canaletas tipo VENTURI tienen una gran difusión como elemento de aforo
- Existe una amplia bibliografía sobre el funcionamiento hidráulico de las mismas
- Dimensiones estandarizadas
- Amplia gama de dimensiones para abarcar un amplio rango de caudales
- El ratio $Q_{\text{máx}}/Q_{\text{mín}}$ se incrementa con las dimensiones de la canaleta, llegando a $R=137$ en la VK1K7
- La sumergencia máxima es del 80% en toda la gama
- La medida de nivel se realiza en el canal de aproximación (a 2,5 veces la anchura de la garganta), no en el convergente, lo que favorece la precisión en la misma al ser el número de Froude menor que en el convergente

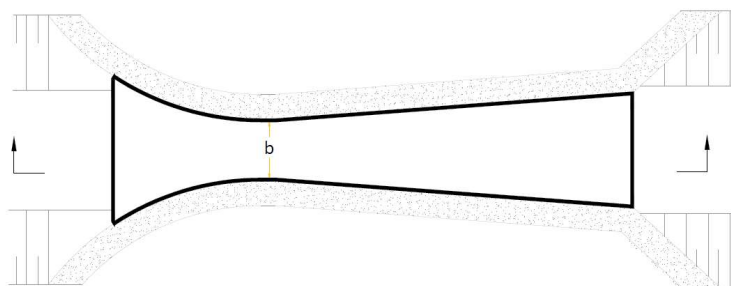
CURVA DE GASTO



Esquema de implantación



CORTE



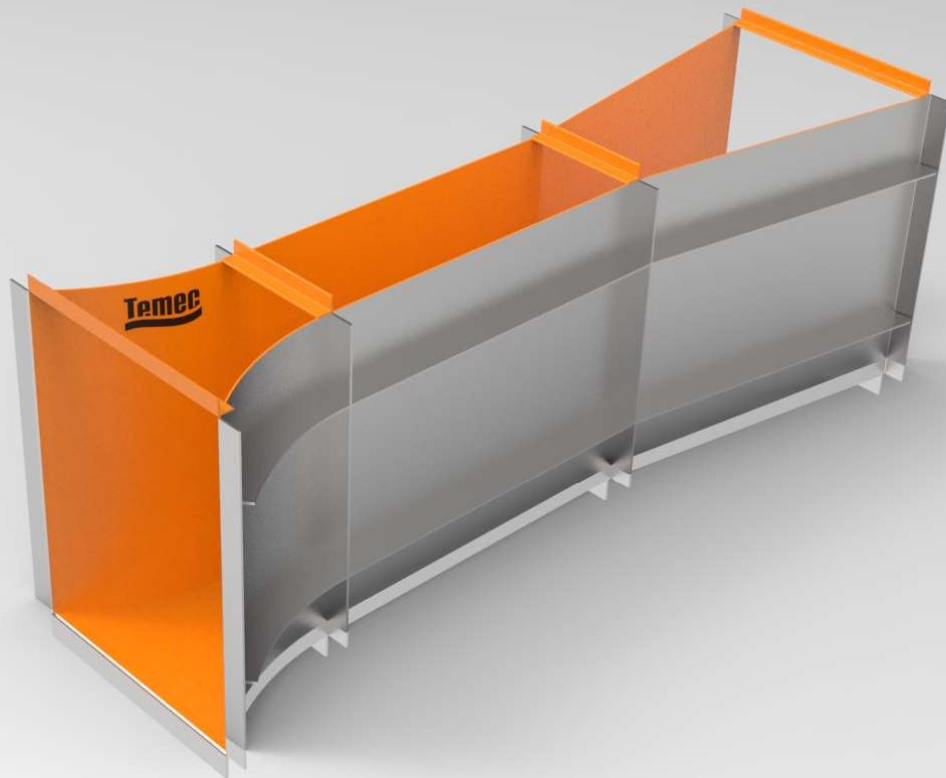
PLANTA

Gama disponible

Venturi Khafagi	b (mm)	H max (mm)	Q min (l/s)	Q max (l/s)
VK 007	48	170	1,0	6,9
VK 027	120	240	2,4	27,1
VK 064	160	350	3,2	64,0
VK 090	200	380	3,9	90,0
VK 115	240	400	4,7	115,0
VK 315	320	640	6,3	315,0
VK 550	400	800	7,8	551,0
VK 920	520	950	10,2	919,0
VK 1K7	640	1250	12,5	1717,0

CANALETA VENTURI DISEÑO ISO 4359

Permiten adaptarse a las dimensiones de la conducción existente



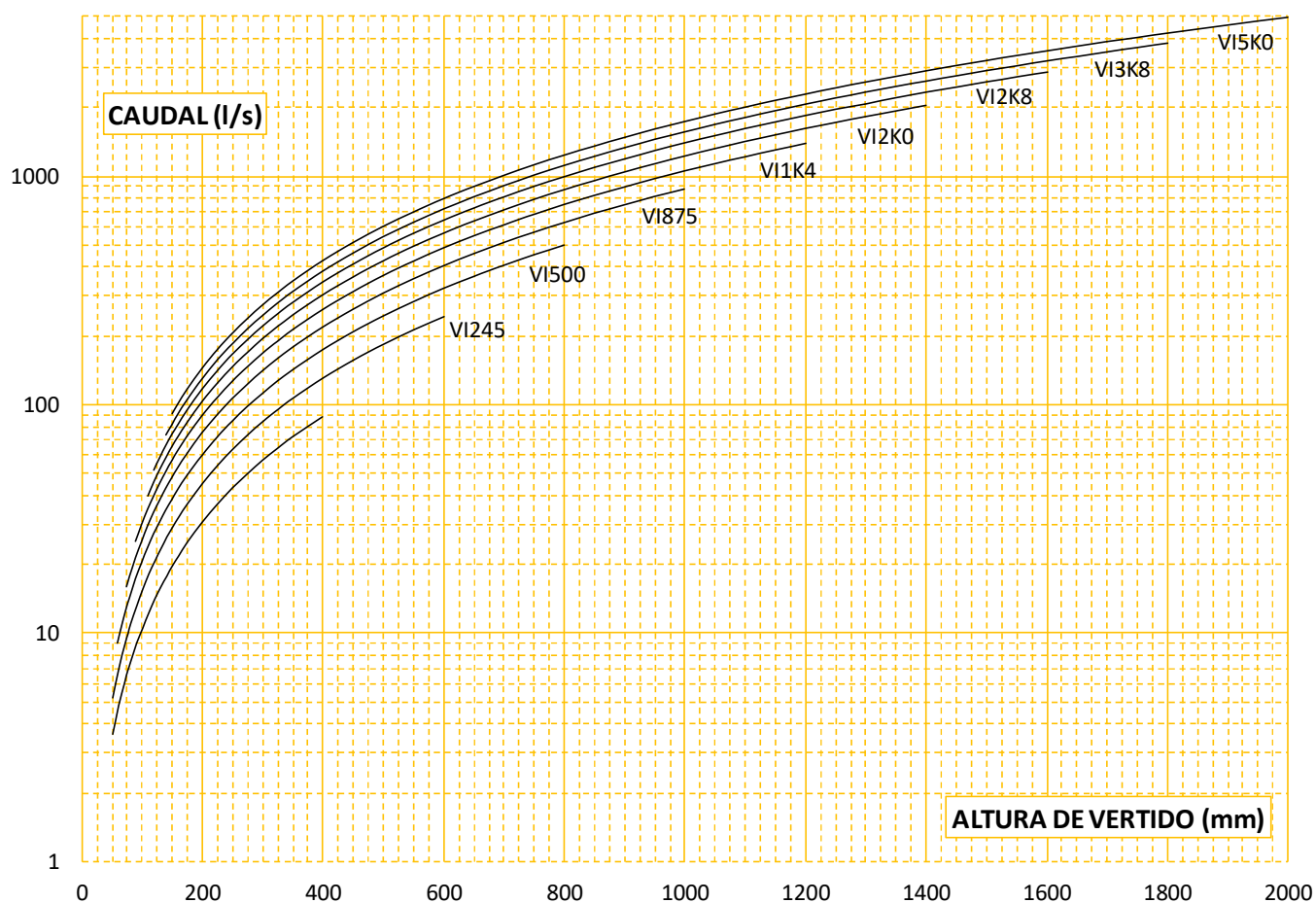
CARACTERÍSTICAS

La Norma ISO 4359 tiene como objetivo definir los criterios de diseño e hidráulicos de estructuras de aforo tipo Venturi (rectangulares, trapeciales y en "U") como elementos de aforo en canales en lámina libre.

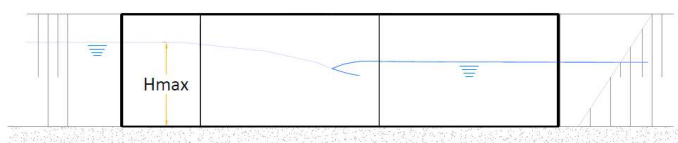
Pueden fabricarse en diferentes medidas para adaptarse a las particularidades del canal donde se han de instalar. Se fabrican en acero al carbono con tratamiento anticorrosivo o en acero inoxidable, debidamente rigidizadas para garantizar la geometría incluso durante las fases de manipulación y hormigonado.

- Las canaletas tipo VENTURI tienen una gran difusión como elemento de aforo
- Estandarización según Normativa ISO
- Aunque TEMEC propone unas dimensiones estándar, pueden adaptarse a las necesidades del cliente, cumpliendo las restricciones pertinentes
- Amplia gama de dimensiones para abarcar un amplio rango de caudales
- Ratio $Q_{\text{máx}} / Q_{\text{mín}}$ igual a 55 (R=55) para los VI500 y superiores
- La sumergencia máxima es del 80% en toda la gama
- La medida de nivel se realiza en el canal de aproximación (a 4 veces la altura máxima de vertido), no en el convergente, lo que favorece la precisión en la misma al ser el número de Froude menor que en el convergente

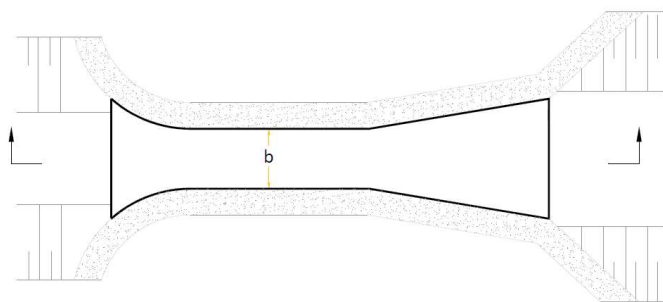
CURVA DE GASTO



Esquema de implantación



CORTE



PLANTA

Gama disponible

Venturi ISO 4359	b (mm)	H max (mm)	Q min (l/s)	Q max (l/s)
VI090	200	400	3,6	88,0
VI245	300	600	5,2	243,5
VI500	400	800	9,1	500,8
VI875	500	1000	15,9	876,1
VI1K4	600	1200	25,2	1383,2
VI2K0	700	1400	36,8	2035,0
VI2K8	800	1600	51,5	2842,9
VI3K8	900	1800	69,3	3817,8
VI5K0	1000	2000	90,3	4970,0

OTRAS ESTRUCTURAS DISPONIBLES (A DISEÑAR BAJO DEMANDA)

Vertederos de pared gruesa

Son umbrales que se utilizan para generar una sección crítica y un sector en régimen subcrítico que permita una relación biunívoca entre nivel y caudal.

Aforadores V-FLAT y otros para ríos

Bajo demanda, se pueden estudiar geometrías para proyectar estaciones de aforo en cauces naturales, incluyendo modelos matemáticos en 2D para conocer las condiciones hidráulicas del río.

MEDIOS PARA MEDIDA Y CONTROL DE CAUDALES

Compuerta Sector Telecomandada

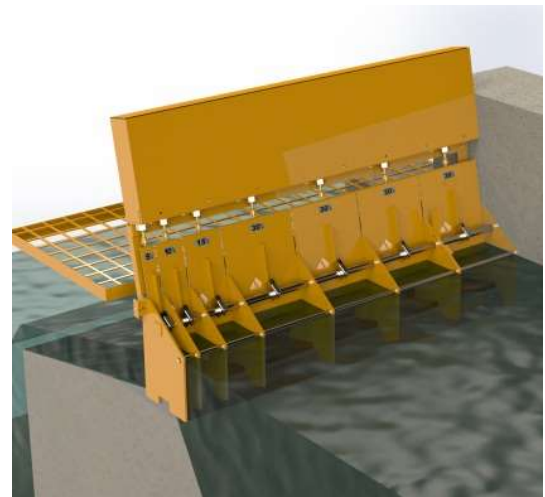


Estas compuertas pueden instalarse para cierres o regulación en embalses y canales.

Conocida su apertura y los niveles aguas arriba y aguas abajo, puede calcularse el caudal pasante de forma automática con gran precisión en toda circunstancia.

El accionamiento, en forma local o remota, permite controlar niveles o caudales y requiere un bajo consumo de energía (Ver catálogo TEMEC-H-LL06.0).

Módulos de Orificio



Instalados en canales, acequias o a la salida de embalses, permiten suministrar un caudal prácticamente constante, independientemente de las fluctuaciones de nivel aguas arriba (dentro de ciertos límites indicados en los correspondientes ábacos).

La regulación del caudal se efectúa con la apertura o el cierre completo de compuertas de vanos diferentes (Ver catálogo TEMEC-H-LL04.0).

CONCLUSIÓN

Estos equipos inspirados en una concepción hidráulica simple son totalmente robustos y desprovistos de toda complicación mecánica.

Son un medio útil, eficaz y preciso para determinar los caudales que escurren por conducciones a lámina libre pudiéndose telegestionar los datos.

Para la implantación definitiva de un equipo consultar al departamento técnico de TEMEC. Los productos detallados en el presente documento son a título indicativo. TEMEC S.A. podrá introducir por razones técnicas y/o comerciales modificaciones sin previo aviso. Deberá corroborarse con nuestro departamento técnico, todas las dimensiones de obras civiles antes de proceder a la fabricación de los equipos.

DISTRIBUIDOR