



CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS Y LABORATORIO II

UNIDAD I

DESCARGA EN ORIFICIOS, BOQUILLAS Y VERTEDEROS.

SEMANA 02

TEMAS :

- Descarga en Orificios.
- Descarga en Vertedero.
- Descarga en Compuertas.

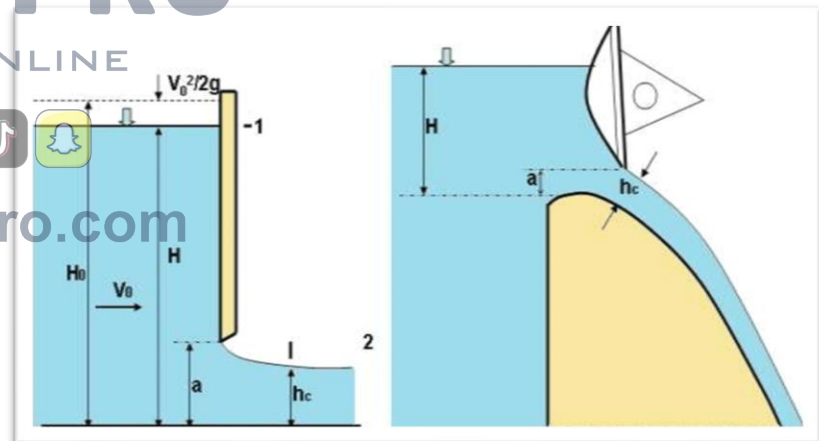
Docente: Ing. David Requena Machuca

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

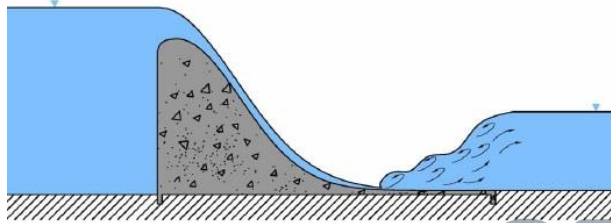


www.geniospro.com

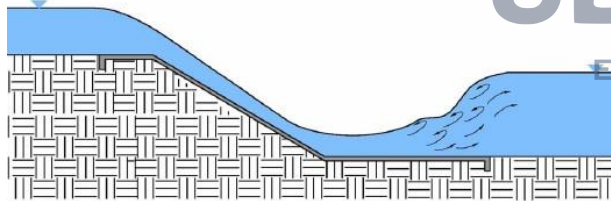


ESTRUCTURAS DE CONTROL DEL FLUJO

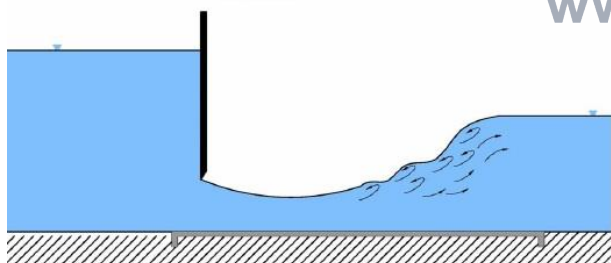
El control hidráulico posee otra potencialidad aplicativa: permite regular el caudal así como medirlo (aforarlo).



VERTEDERO DE DEMASÍA



RÁPIDA



COMPUERTA CON DESCARGA POR EL FONDO

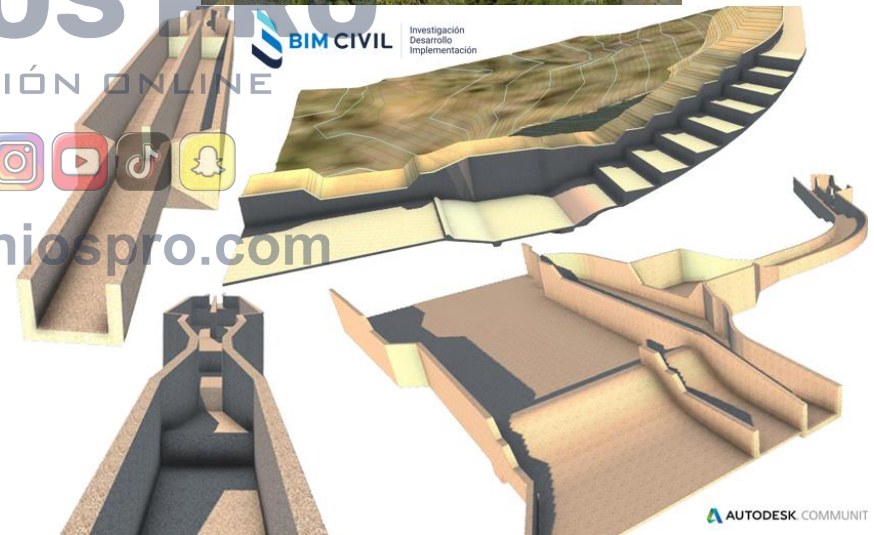


GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



BIM CIVIL Investigación Desarrollo Implementación

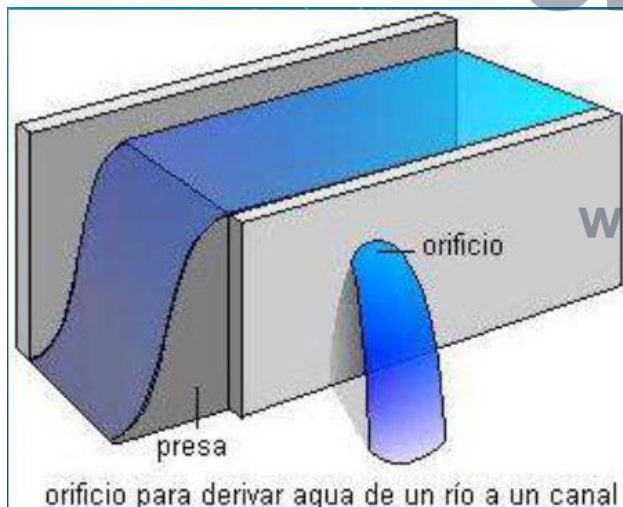
AUTODESK COMMUNIT

2.2. ORIFICIOS, VERTEDEROS Y COMPUERTAS

2.2.1.- ORIFICIOS

Orificio es toda abertura realizada o existente en un depósito, por debajo del nivel superior del líquido, ya sea en la pared lateral o en el fondo (fernandez).

Considerando un recipiente lleno de agua al cual se le realiza un orificio en una de sus paredes por debajo del nivel del agua, el fluido saldrá con una determinada fuerza por dicho orificio.



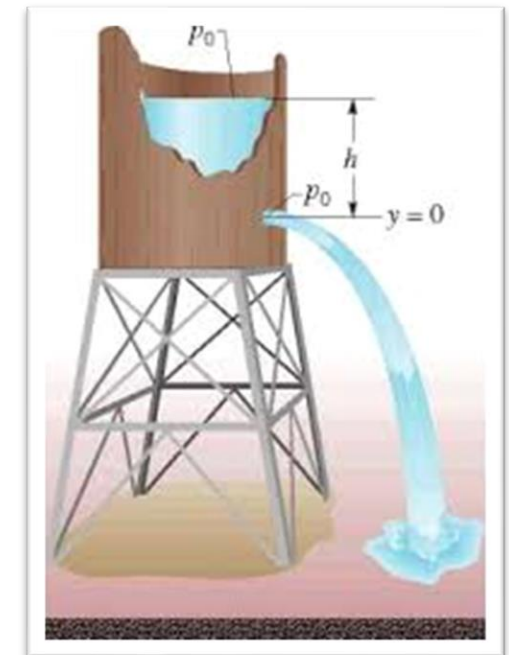
GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



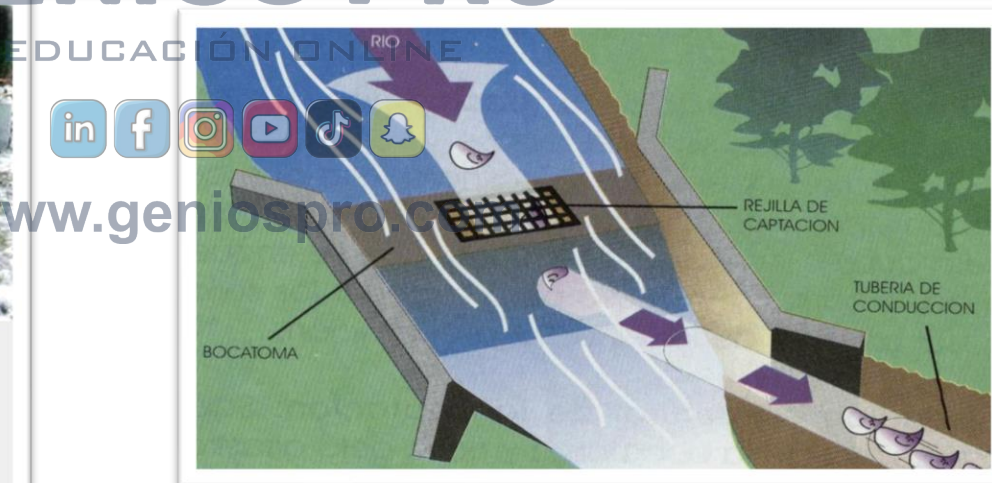
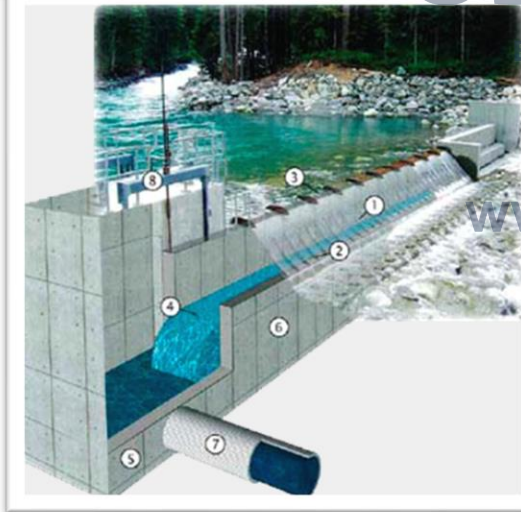
www.geniospro.com

Fuente: VILLON, Máximo.
Hidráulica de Canales. p.387.



a.- USOS

La utilidad del orificio es **descargar el caudal** cuya magnitud se desea calcular, por lo cual se supone que el nivel del fluido en el recipiente permanece constante por efecto de la entrada de un caudal idéntico al que sale, o bien porque posea un volumen muy grande.



b.- CLASIFICACIÓN DE ORIFICIOS

- La clasificación puede realizarse de acuerdo a **su fusión**:

- 1.- Orificios con descargado libre.
- 2.- Orificios sumergidos totalmente.
- 3.- Orificios sumergidos parcialmente.
- 4.- Orificios de pared delgada.
- 5.- Orificios de pared gruesa.
- 6.- Orificios de tubo.

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

- De acuerdo a **su forma**

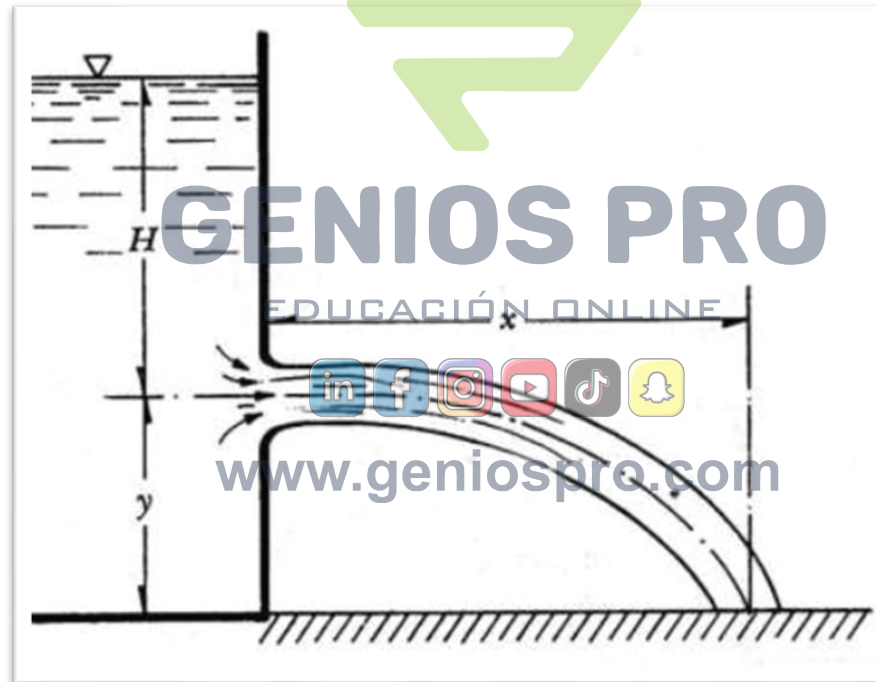
- Circular
- Cuadrada
- Rectangular
- Etc.



www.geniospro.com

1.- ORIFICIOS CON DESCARGA LIBRE

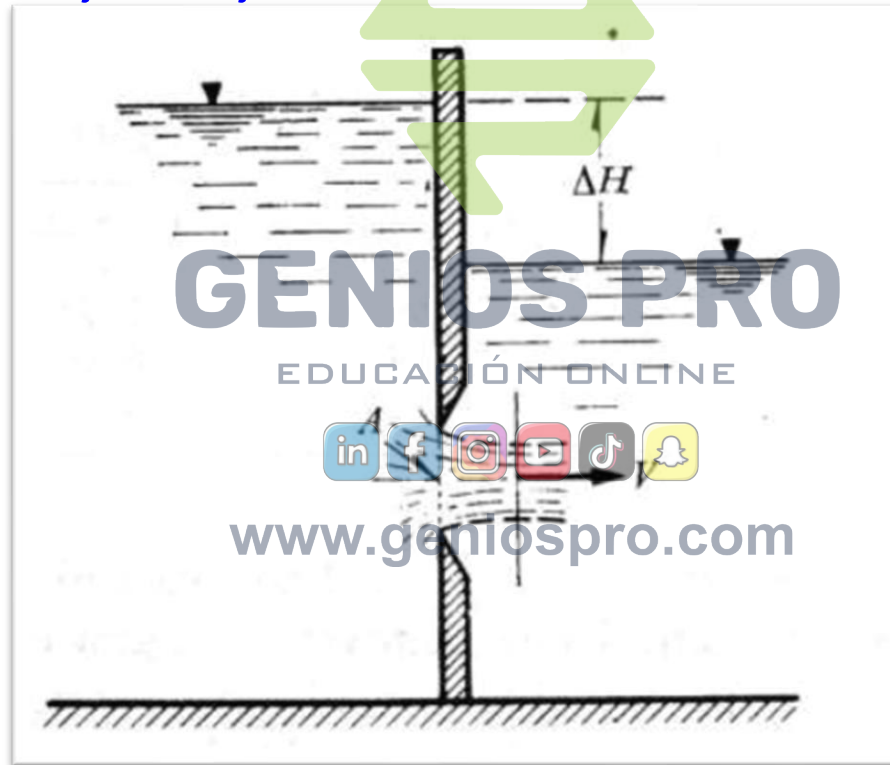
- Son aquellos en los que el nivel del líquido de la descarga se encuentre por debajo del orificio.
- A la corriente líquida que sale del recipiente se la llama vena líquida o chorro.



Fuente: SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. p.233.

2.- ORIFICIOS SUMERGIDOS TOTALMENTE

- Son aquellos en los que el nivel de líquido de la descarga se encuentra por encima y por debajo del orificio, pueden ser de dimensiones fijas o ajustables.

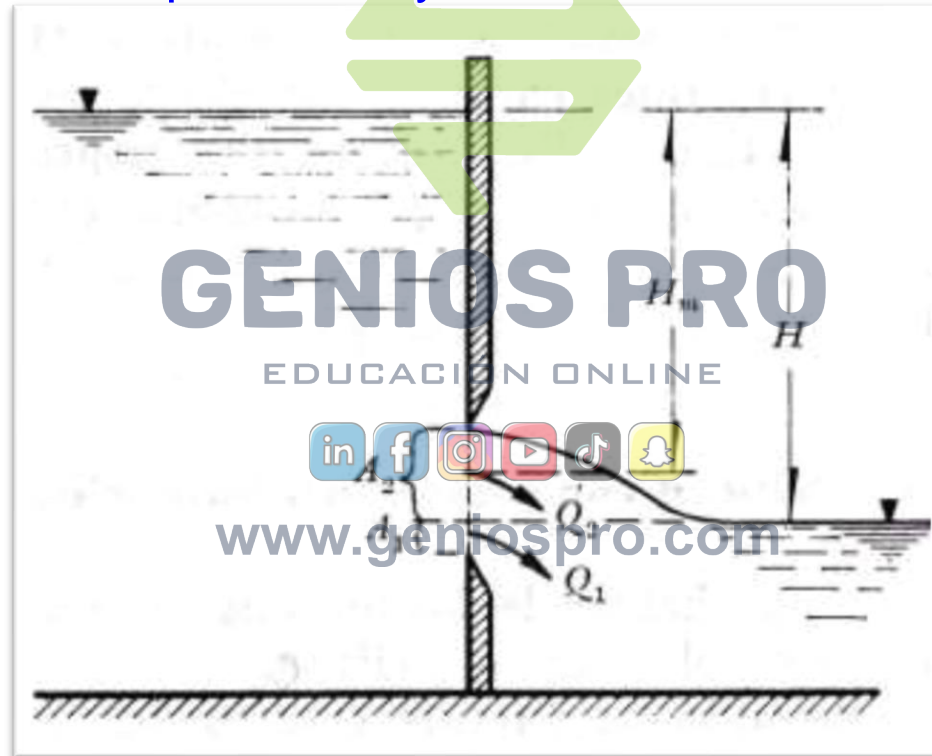


Orificio en Ahogamiento total.

Fuente: SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. p.212.

3.- ORIFICIOS SUMERGIDOS PARCIALMENTE

- Son orificios sumergidos ajustables en los que el área de descarga puede modificarse a voluntad, con el fin de acomodar el área a los distintos caudales probables y necesarios.

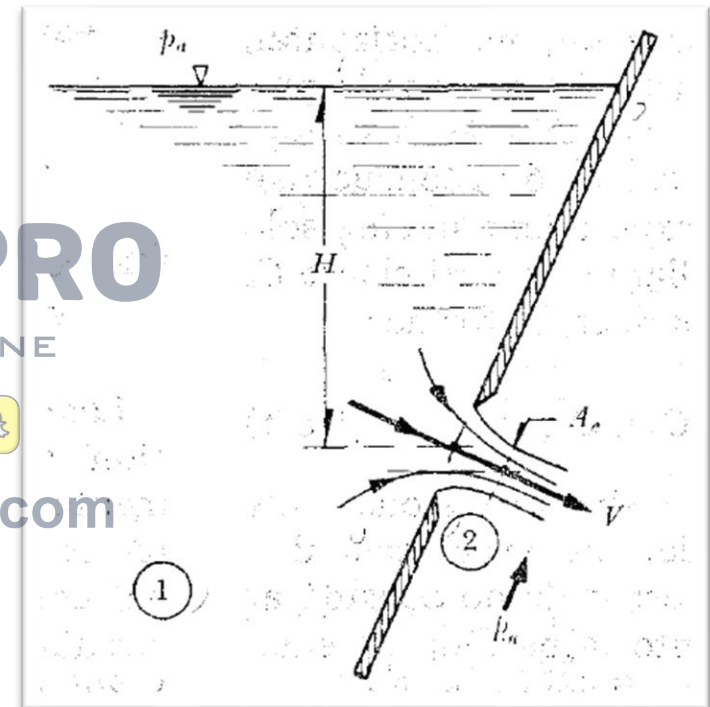
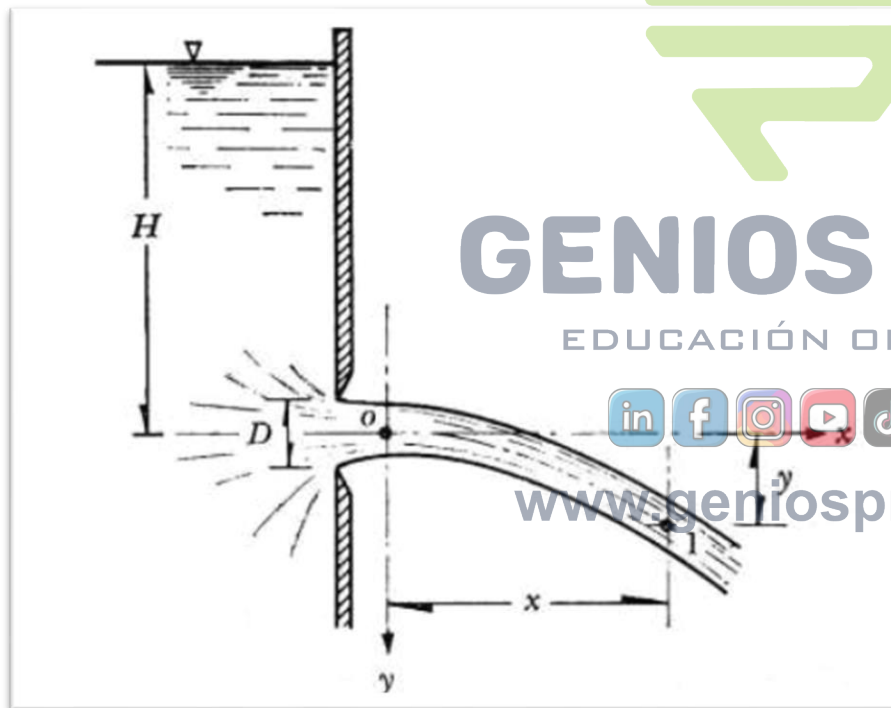


Orificio en Ahogamiento parcial.

Fuente: SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. p.212.

4.- ORIFICIOS DE PARED DELGADA

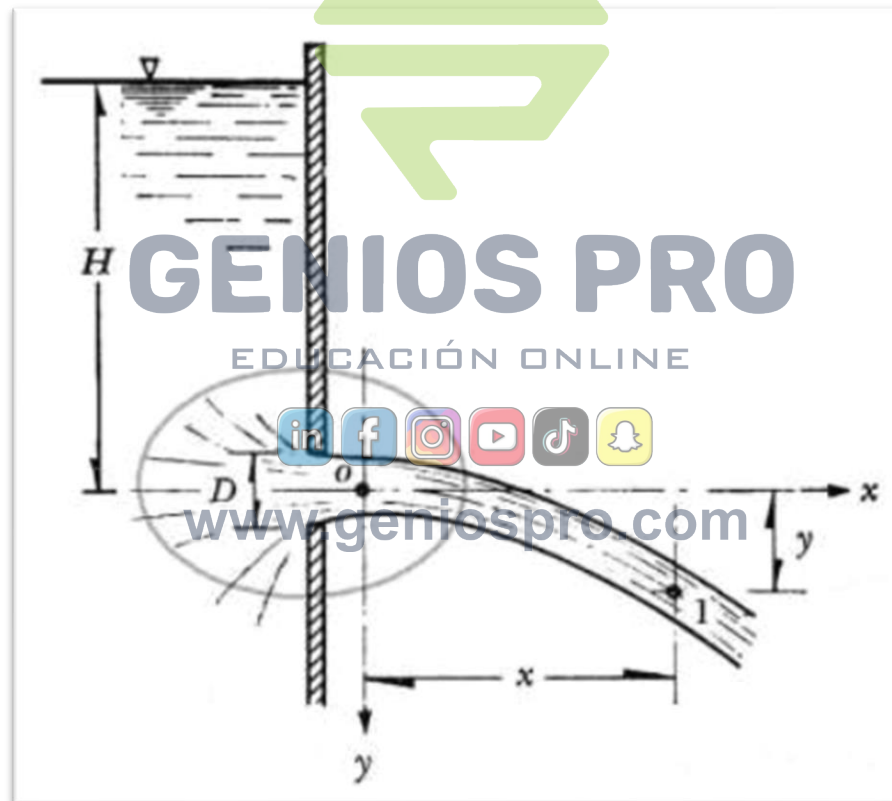
- En estos orificios el agua al salir tiene contacto con un solo punto y lo llena completamente. La vena líquida sufre una contracción, que llega a ser extrema en la parte que se denomina vena o sección contraída.

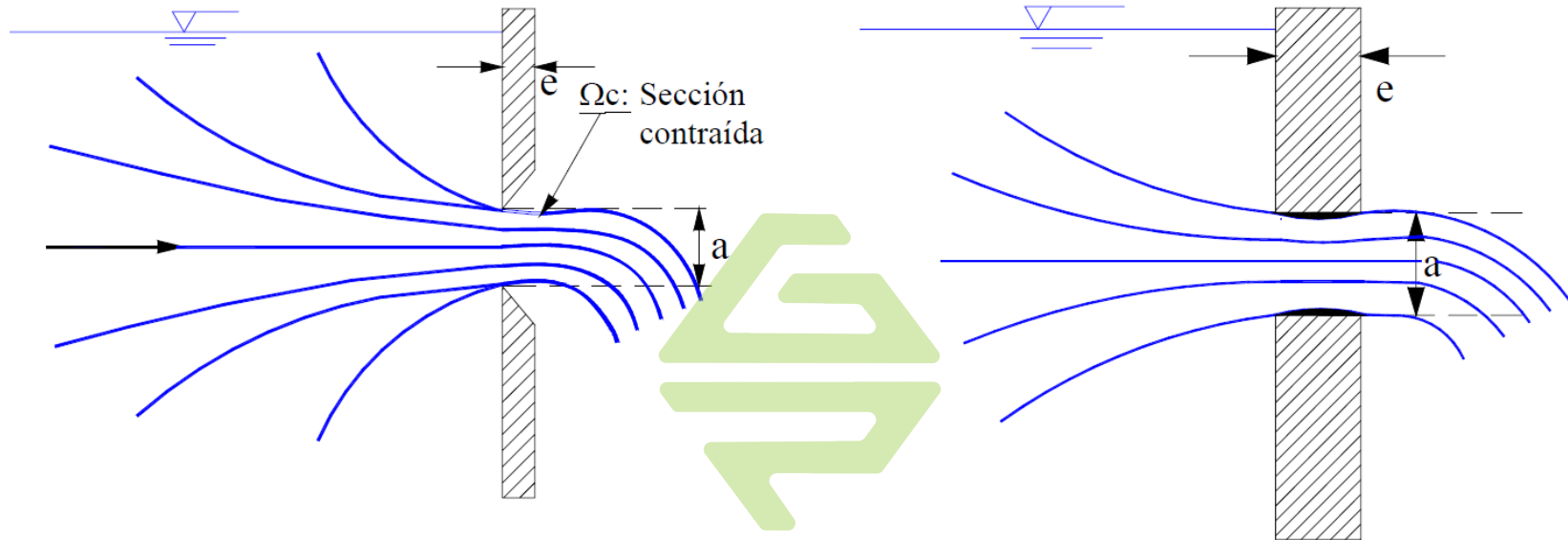


Fuente: SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. p.203.

5.- ORIFICIOS DE PARED GRUESA

- En estos orificios el agua al salir tiene contacto en mas de un punto, se le puede dar forma abocinada para que al salir el agua se forme un chorro igual al diámetro del orificio.





PARED DELGADA
(arista viva)

PARED GRUESA

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



Figura 1

Orificios en Pared Gruesa y Delgada

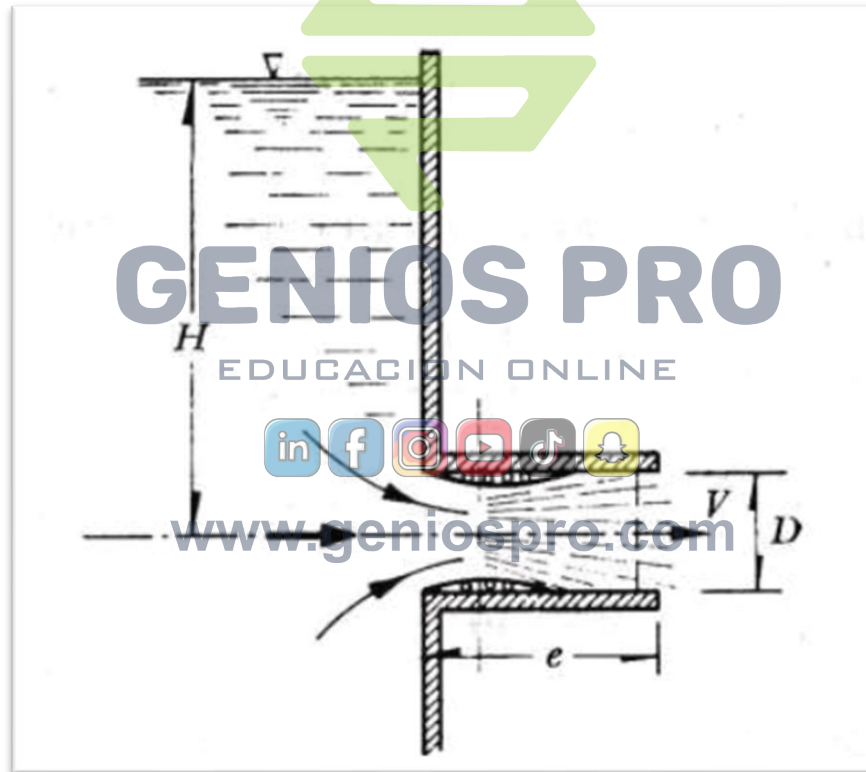
www.geniospro.com

En la práctica, se suele considerar:

- Pared delgada: $e < \frac{1}{2} a$
- Pared gruesa: $e > 3a$

6.- ORIFICIOS DE TUBO

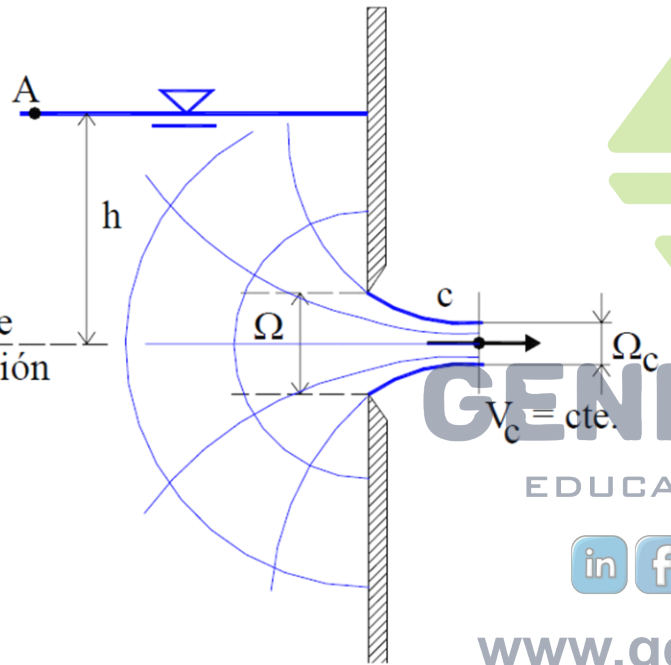
- La salida del orificio esta conectada a un tubo corto, es decir, el liquido no sale a la superficie libremente inmediatamente, sino a un tubo de pequeña longitud aproximadamente 2 o 3 veces el diámetro del orificio.



Fuente: SOTELO, Gilberto. Hidráulica general. p.209.

c.- PRINCIPIOS HIDRÁULICOS EN ORIFICIOS

Aplicando el principio de Bernoulli entre punto A y C.



$$H_a + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_a^2}{2g} = H_c + \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g}$$

$$h + \frac{P_a}{\gamma} + 0 = 0 + \frac{P_a}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g}$$

Despejamos V_c (que es la velocidad media en la sección contraída),
Obtenemos.

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

La ecuación se llama de Torricelli

El teorema de Torricelli o principio de Torricelli

El teorema de Torricelli o principio de Torricelli es la aplicación del principio de Bernoulli y estudia el flujo de un líquido contenido en un recipiente, a través de un pequeño orificio, bajo la acción de la gravedad.



www.geniospro.com

Evangelista Torricelli



Información personal

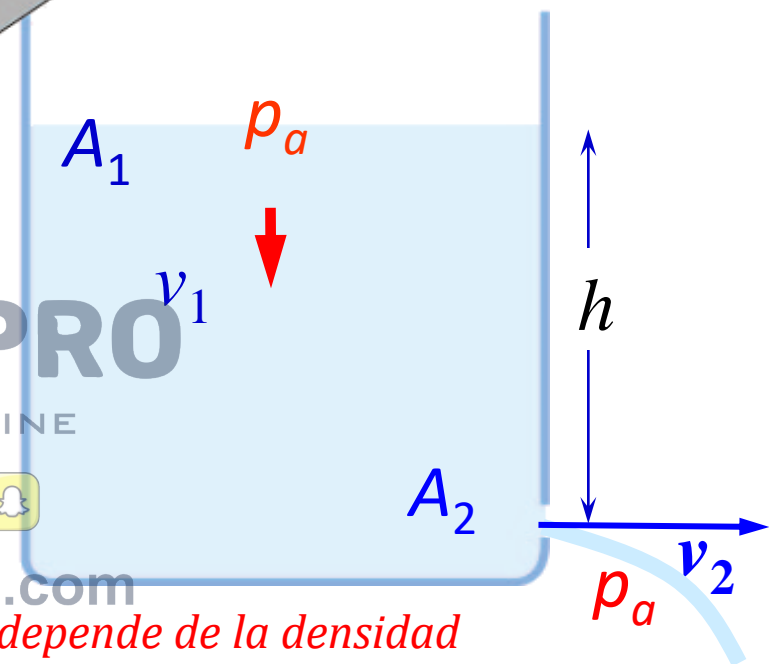
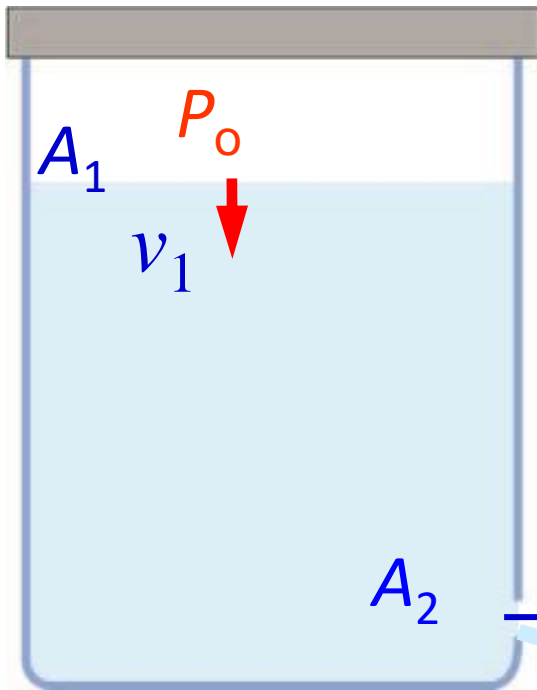
Nacimiento	5 de octubre de 1608 Faenza, Provincia de Rávena, 🇪🇸 Estados Pontificios
Fallecimiento	25 de octubre de 1647 (39 años) Florencia, 🇪🇸 Gran Ducado de Toscana
Causa de muerte	Fiebre tifoidea ✍
Sepultura	basílica de San Lorenzo de Florencia ✍
Residencia	Estados Pontificios, Gran

Aplicaciones : Teorema de Torricelli

- Si el tanque está cerrado

- Si el tanque está abierto

La velocidad de salida de un fluido por un orificio, es la misma que adquiriría un cuerpo que cayese libremente, partiendo del reposo, desde una altura h



Si depende de la densidad

No depende de la densidad

$$v_2 = \sqrt{2 \frac{p_0 - p_a}{\rho} + 2gh}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$



Orificio Perfecto

El que se define cuando se cumplen las siguientes condiciones (Perez):

- Pared delgada, vertical y perpendicular al escurrimiento.
- Velocidad de llegada despreciable (menor a 0,30 m/s)
- Contracción de la vena completa, lo que implica suficiente distancia desde el fondo y los laterales (orificio cerca de los límites minimizan la contracción).
- Idéntica presión (atmosférica generalmente, salvo casos muy particulares) aguas arriba del orificio y alrededor de la vena fluida en caída.
- Caída libre, no influenciada por los niveles aguas abajo.

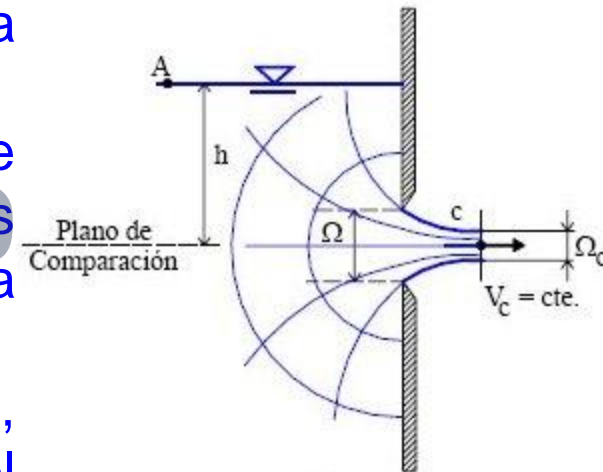


Figura 4
Teorema de Torricelli

d.- COEFICIENTES DE ORIFICIO

Su uso no se restringe a éstos, únicamente, sino que aparecen también en otras estructuras hidráulicas, donde alcanzan su mayor importancia.

Los coeficientes de velocidad, contracción y gasto, en un orificio, son básicamente experimentales (Sotelo, 1994).

El coeficiente de descarga depende de las siguientes variables ligadas al orificio:

- Geometría de la entrada
- Tamaño
- Número de Reynolds
- Espesor de la pared
- Rugosidad de la pared
- Desarrollo de la contracción

Clasificación

- COEFICIENTE DE VELOCIDAD
- COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN
- COEFICIENTE DE DESCARGA

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

Esquema teórico del flujo

ORIFICIO IDEAL

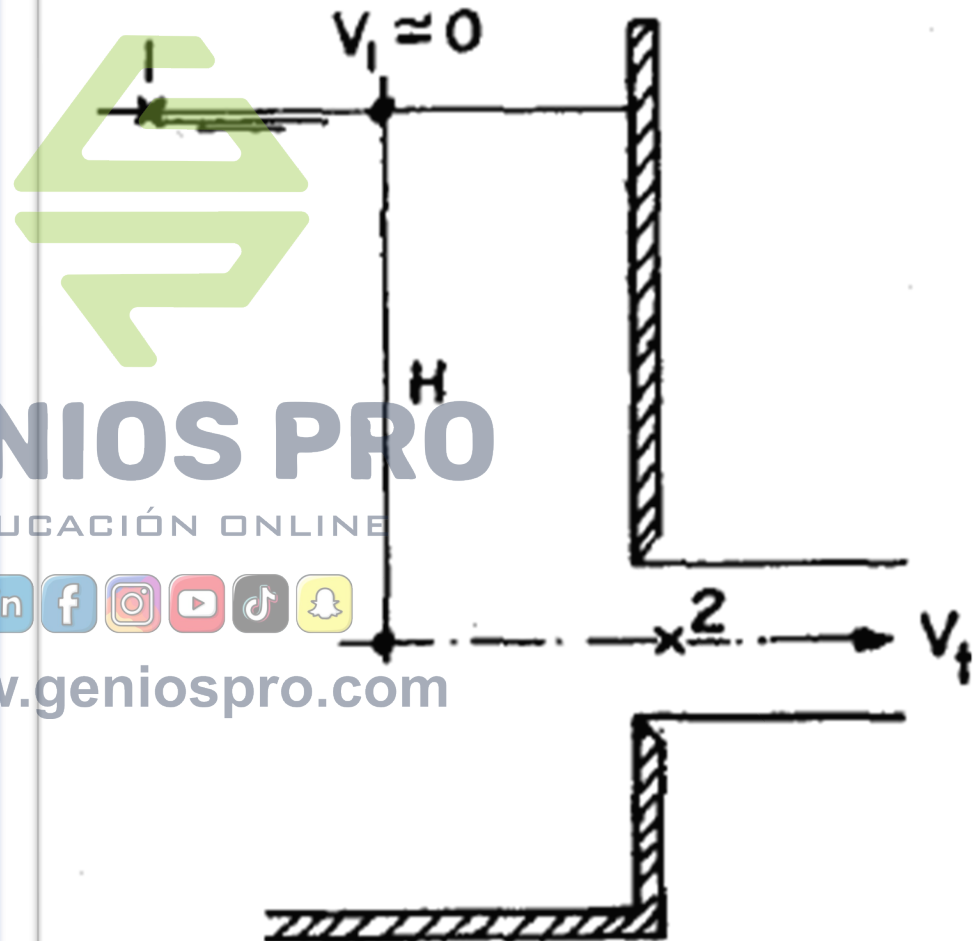
Sin contracción y sin pérdidas de carga:

Aplicación del
Torricelli

V_t : velocidad media
teórica del chorro

H : carga sobre el orificio

$$V_t = \sqrt{2gH}$$



Esquema real del flujo

Gasto real:

$$Q = A_c V = C_c A C_v V_t$$

$$= C_c C_v A \sqrt{2gH}$$

$$Q = C_d A \sqrt{2gH}$$

Ecuación general de orificios,

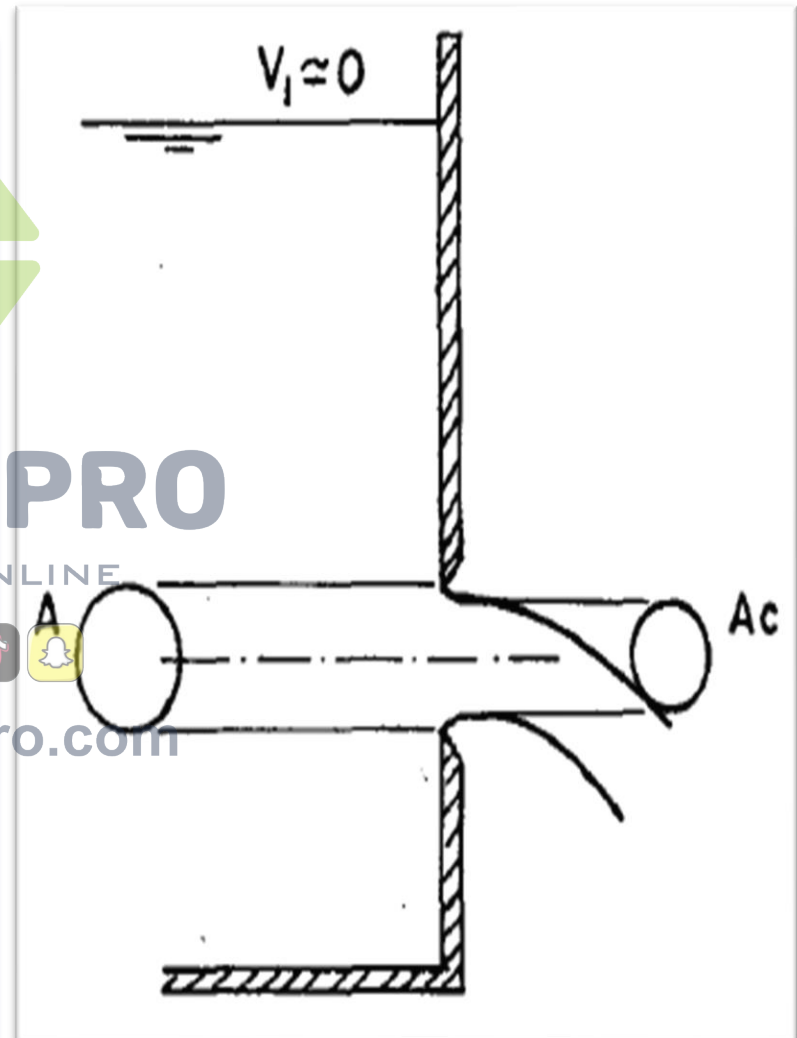
Donde:

C_c : coeficiente de contracción

C_v : coeficiente de velocidad

$C_d = C_c C_v$

coeficiente de gasto



☐ COEFICIENTE DE VELOCIDAD

Es la relación que existe entre la velocidad real y la velocidad teórica.

$$C_v = \frac{V_r}{V_t}$$

$$V_t = \sqrt{2gH}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

$$C_v = \frac{V_r}{\sqrt{2gH}}$$

C_v = coeficiente de velocidad

V_r = velocidad real

V_t = velocidad teorica



www.geniospro.com

COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN

Es la relación que existe entre el área de la sección transversal de la vena contracta y el área de la sección del orificio.

$$C_c = \frac{A_c}{A}$$

C_c = coeficiente de contracción

A_c = área de la sección contraída de la vena

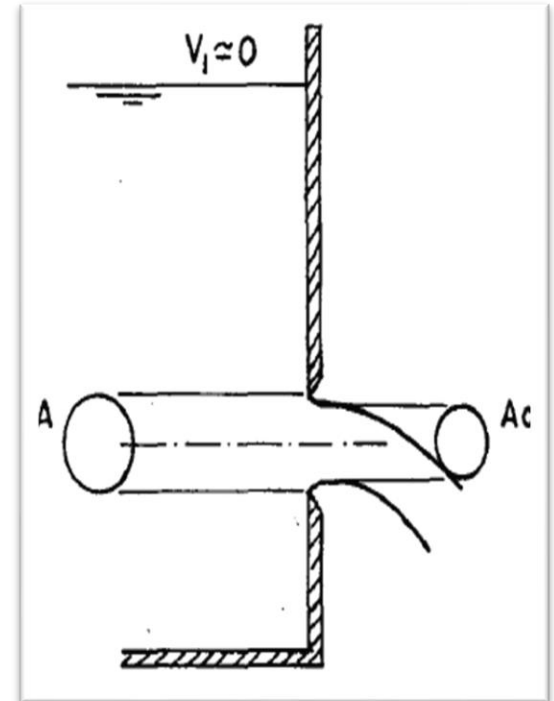
A = área de la sección del orificio

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



COEFICIENTE DE DESCARGA

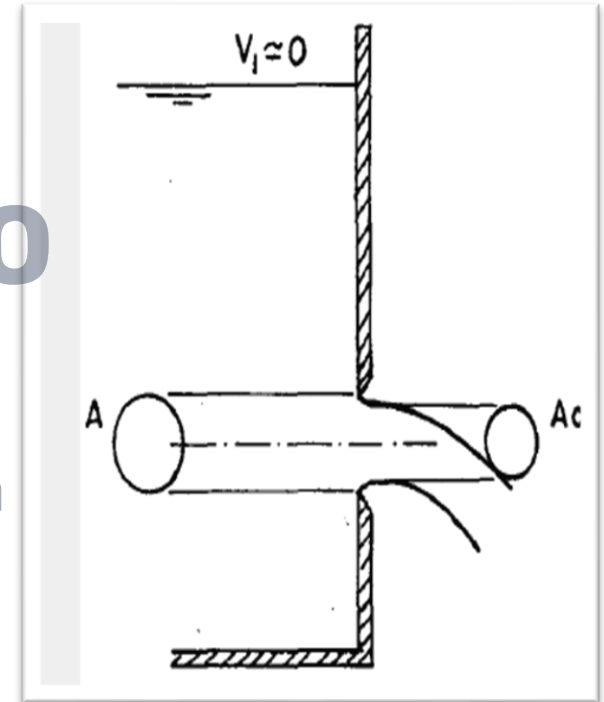
Es la relación que existe entre el **gasto real** y la **velocidad teórica**.
Es el producto generado al relacionar el coeficiente de contracción con el coeficiente de velocidad.

$$Q = C_d A \sqrt{2gH}$$

$$C_d = \frac{Q_r}{A^* \sqrt{2gH}}$$

$$C_d = C_c * C_v$$

C_d = coeficiente de descarga
 C_v = coeficiente de velocidad
 Q_r = Gasto real



GASTO

$$Q = C_d A \sqrt{2gH}$$

$$Q = C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$C_d = C_c * C_v$$

Donde:

$Q =$ gasto

$C_d =$ coeficiente de descarga

$A =$ area del orificio

$g =$ gravedad

$H =$ altura entre la superficie y el centro de gravedad del orificio

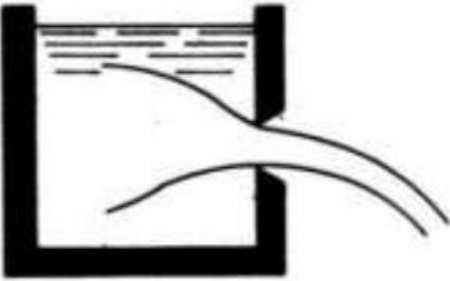
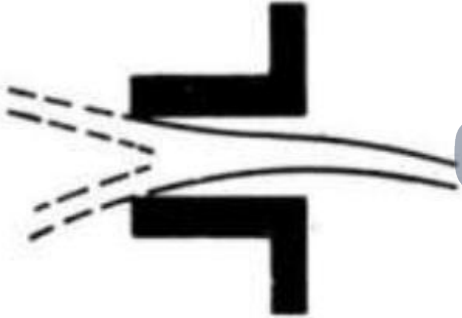
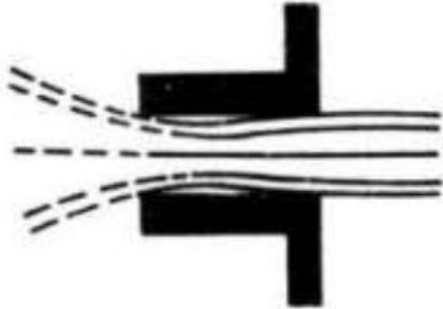
GENIOS PRO

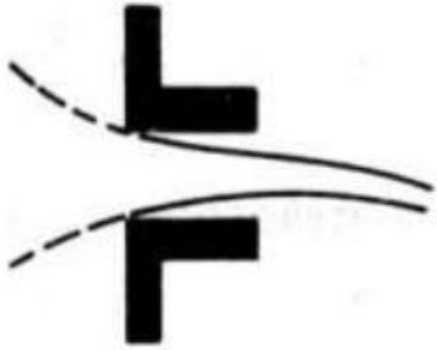
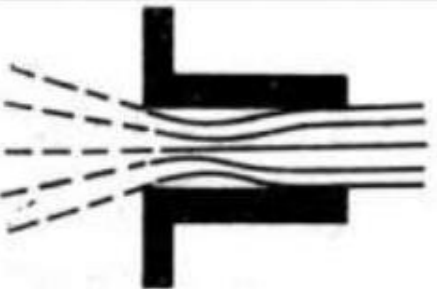
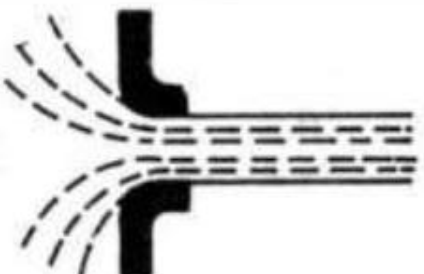
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

e.- VALORES DE COEFICIENTES DE ORIFICIO

<i>Casos</i>	<i>C_c</i>	<i>C_v</i>	<i>C_d</i>	<i>Observaciones</i>
	0.62	0.985	0.61	Valores medios para orificios comunes de pared delgada.
	0.52	0.98	0.51	Vena libre.
	1.00	0.75	0.75	Vena adherida.

<i>Casos</i>	<i>Cc</i>	<i>Cv</i>	<i>Cd</i>	<i>Observaciones</i>
	0.62	0.985	0.61	Vena libre (valores medios).
	1.00	0.82	0.82	Vena adherida.
	1.00	0.98	0.98	Bordes redondeados acompañando los filetes líquidos.

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



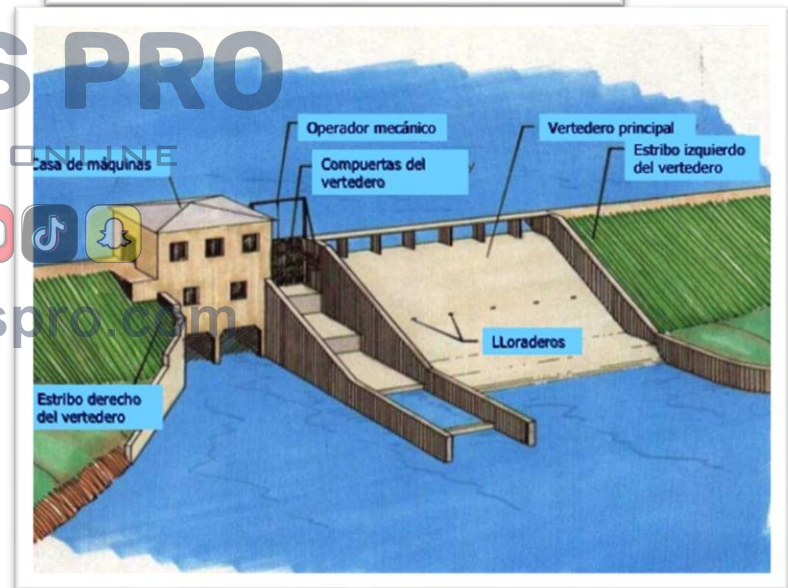
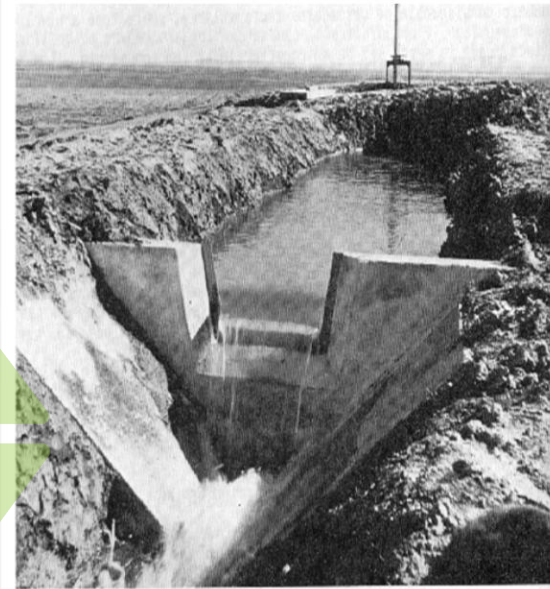
www.geniospro.com



2.2.2.- VERTEDEROS

Son estructuras utilizadas en proyectos hidráulicos, definida como una obstrucción ubicada sobre el fondo de un canal el cual provee un método para determinar el caudal que esta pasando por un canal con base en la medición de la profundidad, existen diferentes diseños.

Ya sea como estructura de control de aprovechamientos hidráulicos o bien como estructura para medición de caudales en obras de saneamiento (Saenz y Huarac 3013).



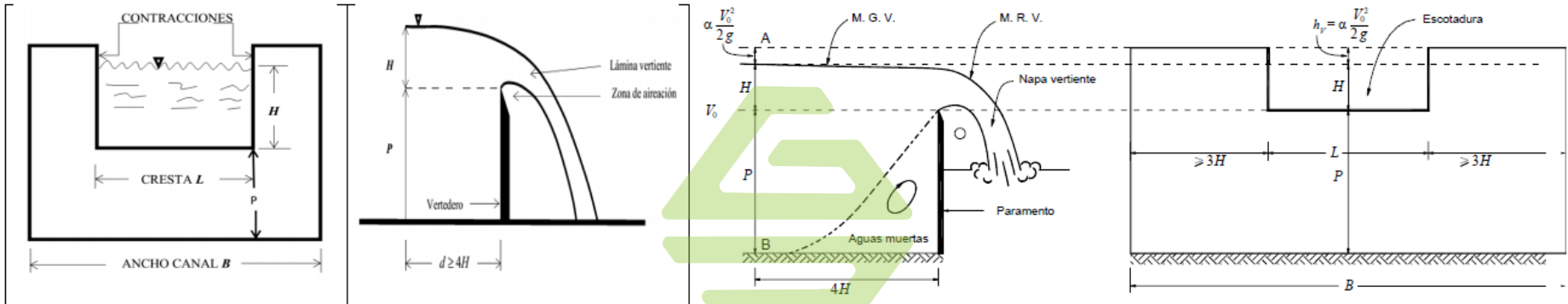
Se llama vertedero a la estructura hidráulica sobre la cual se efectúa una descarga a superficie libre.

Función de los vertederos

- ❖ Controlar el nivel en embalses, canales, depósitos
- ❖ Aforo y medición de caudales de pequeños cursos de agua y conductos libres
- ❖ Elevar el nivel de agua
- ❖ Evacuación de crecientes o derivación de un determinado caudal (aliviaderos).
- ❖ Los vertederos cumplen la función de aliviaderos en una presa. Sin embargo son a la vez estructuras que permiten medir caudales.
- ❖ Los vertederos son utilizados en sistemas de distribución de agua, en saneamientos, sistemas de evacuación de aguas residuales, sistema de control de aguas pluviales, y sistemas de búsqueda hidrológico

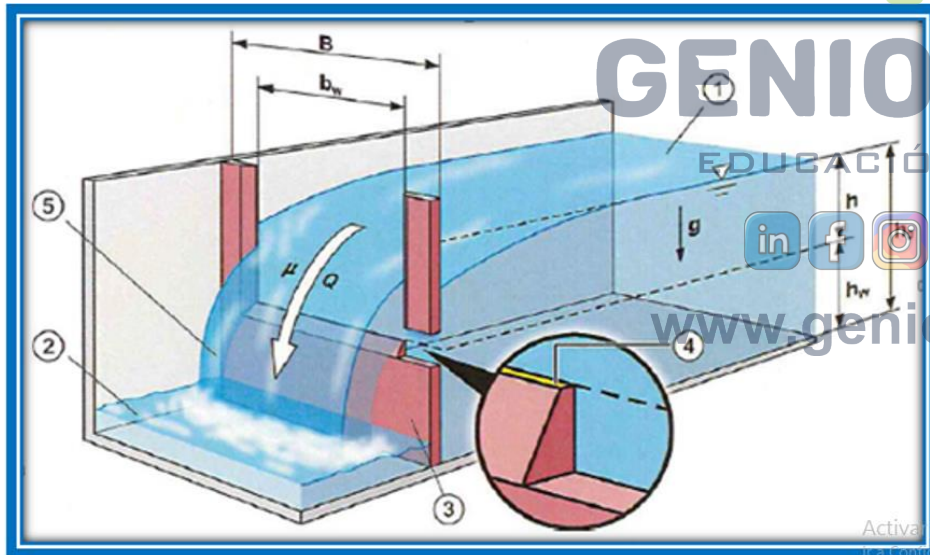


TERMINOLOGÍA RELATIVA A LOS VERTEDEROS

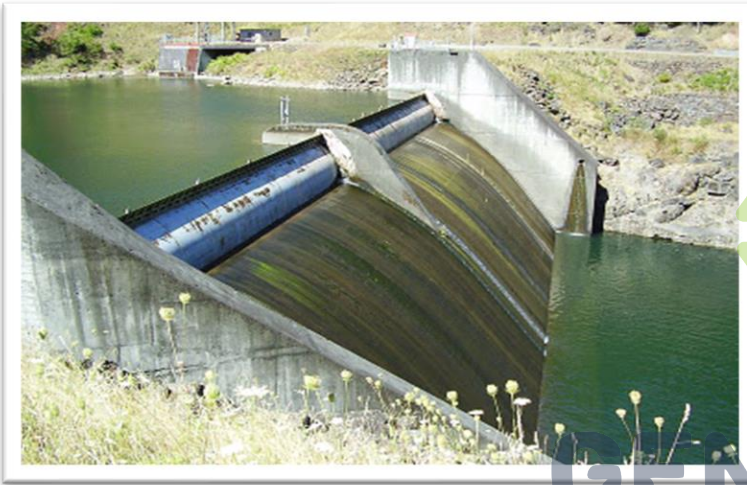


Donde:

- 1 = Aguas arriba
- 2 = Aguas abajo
- 3 = Dorso de la presa
- 4 = Cresta de presa (borde de vertedero)
- 5 = Napa
- Q = Descarga sobre la presa
- b_w = Anchura de la presa borde de vertedero
- B = Anchura del canal
- b_w/B = Grado de contracción
- h_0 = Nivel de aguas arriba



a.- Clasificación de Vertederos



- VERTEDEROS DE PARED O CRESTA
DELGADA

- ❖ Vertedero Rectangular
- ❖ Vertedero Triangular
- ❖ Vertedero Trapezoidal
- ❖ Vertedero Cipolletti
- ❖ Vertedero Estándar



- VERTEDEROS DE PARED GRUESA
- VERTEDEROS DE DESBORDE
- VERTEDEROS DE CAIDA LIBRE

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

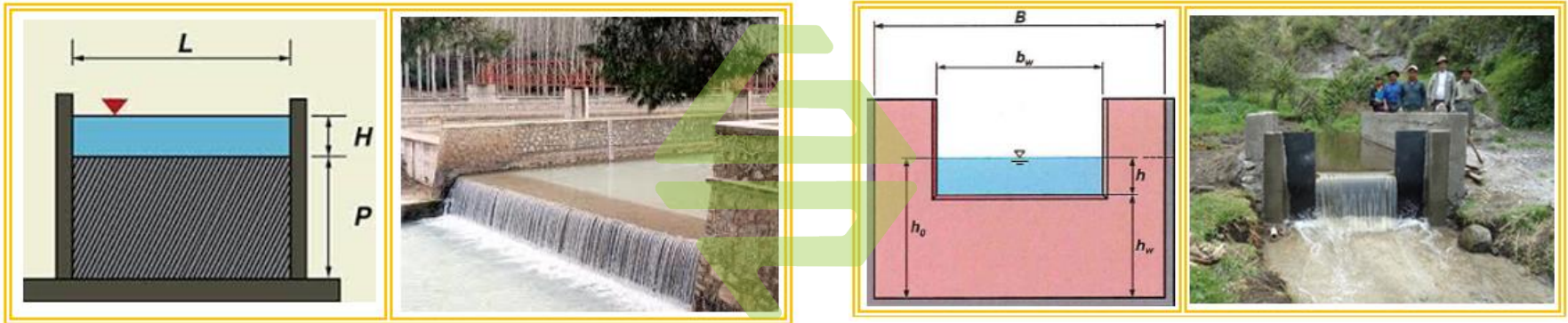


geniospro.com

❖ VERTEDERO RECTANGULAR

VERTEDERO SIN CONTRACCION

VERTEDERO CON CONTRACCION



GENIOS PRO
 $Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} C_D L H^{3/2}$
 EDUCACION ONLINE

$$Q = 1,84 \cdot L \cdot h^{3/2} \quad Q = 1,84(L - 0,1 \cdot n \cdot h)h^{3/2}$$

www.geniospro.com

Donde:

Q = Caudal que fluye por el vertedero en m³/s

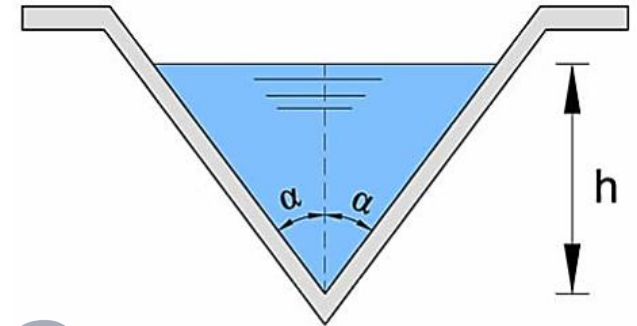
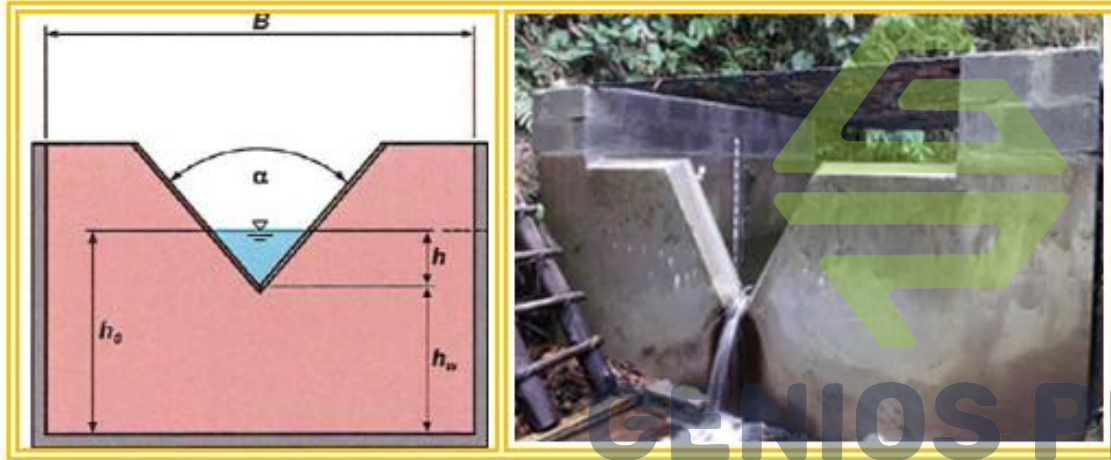
L = Ancho de la cresta, en m

h = Carga en el vertedero, en m

n = Numero de contracciones (1 o 2).

❖ SECCIÓN TRIANGULAR

El ángulo del vértice suele encontrarse entre 10° y 90° pero pocas veces es más grande.



GENERALIDADES.

$$Q = KH^{\frac{5}{2}}$$

$$K = C_D \frac{8}{15} \tan \alpha \sqrt{2g}$$

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} C_D \tan \alpha H^{\frac{5}{2}}$$

EDUCACIÓN ONLINE



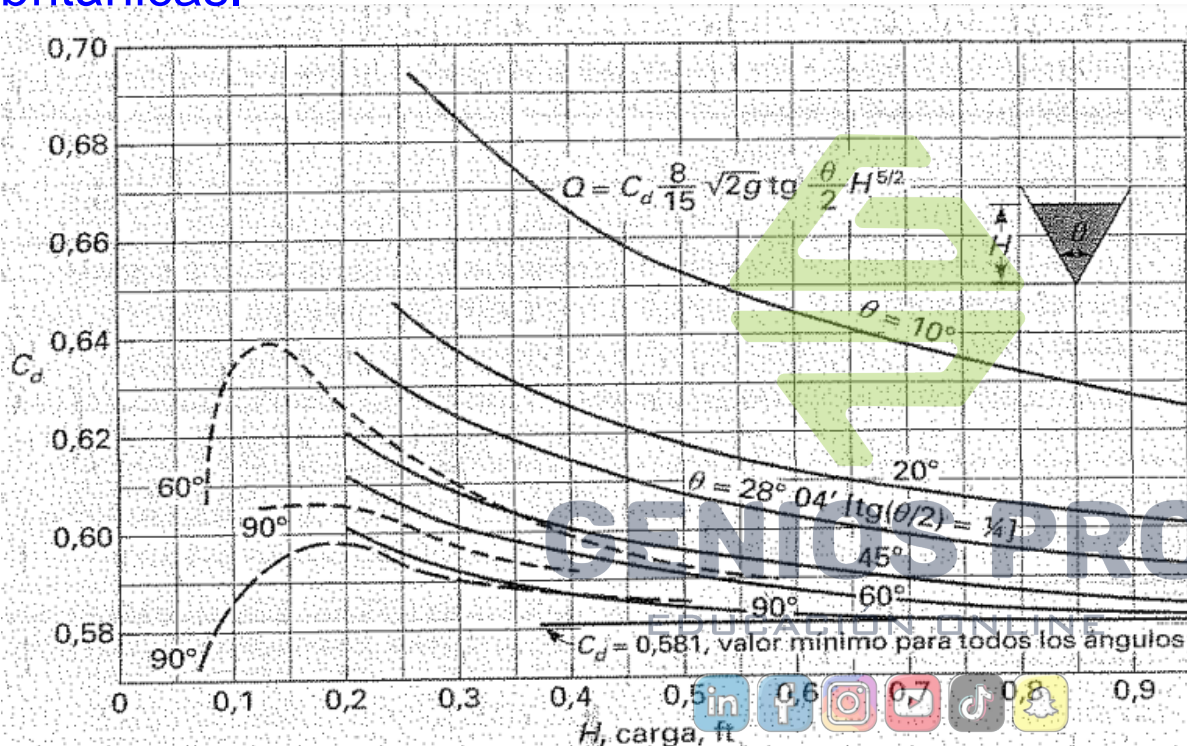
www.geniospro.com

PARA ANGULO DE 45° - EXPERIENCIA.

$$Q = C \cdot h^{5/2}$$

$$Q = 1,4 \cdot h^{5/2}$$

El valor de la constante C será distinta en unidades SI que en unidades británicas.



ÁNGULO β	C_d
15°	0.52-0.75
30°	0.59-0.72
45°	0.59-0.69
60°	0.50-0.54
90°	0.50-0.60

De acuerdo a la experiencia de King, se tiene:

Para $\alpha = 45 \Rightarrow 2\alpha = 90$

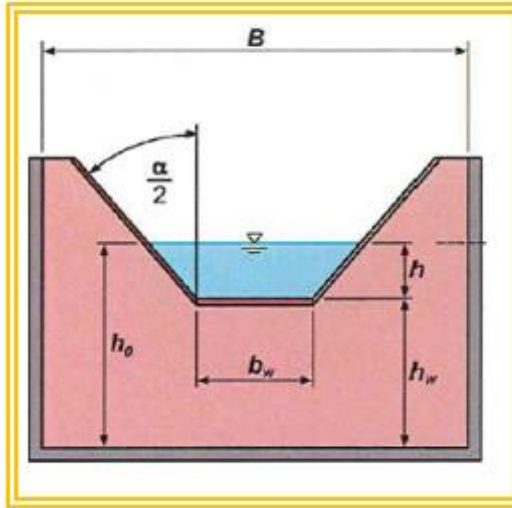
$$Q = 1,34 \cdot h^{2,47}$$

Para $\alpha = 30 \Rightarrow 2\alpha = 60$

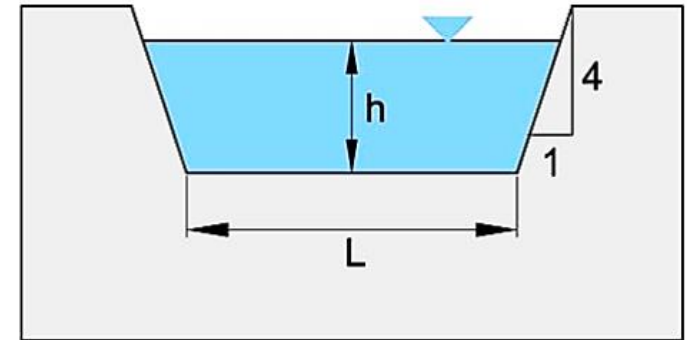
$$Q = 0,775 \cdot h^{2,47}$$

❖ SECCIÓN TRAPEZOIDAL

Vertedero trapezoidal de pared delgada o cipolletti



VERTEDERO DE CIPOLETTI



VERTEDERO RECTANGULAR

VERTEDERO TRIANGULAR

$$Q = 1,859 \cdot L \cdot h^{3/2}$$

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} C_D L H^{3/2}$$

$$Q = \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \alpha H^{5/2}$$

VERTEDERO DE TRAPEZOIDAL GENERAL

$$Q = C_1 \frac{2}{3} \sqrt{2g} L H^{3/2} + C_2 \frac{8}{15} \sqrt{2g} \tan \alpha H^{5/2}$$

Donde:

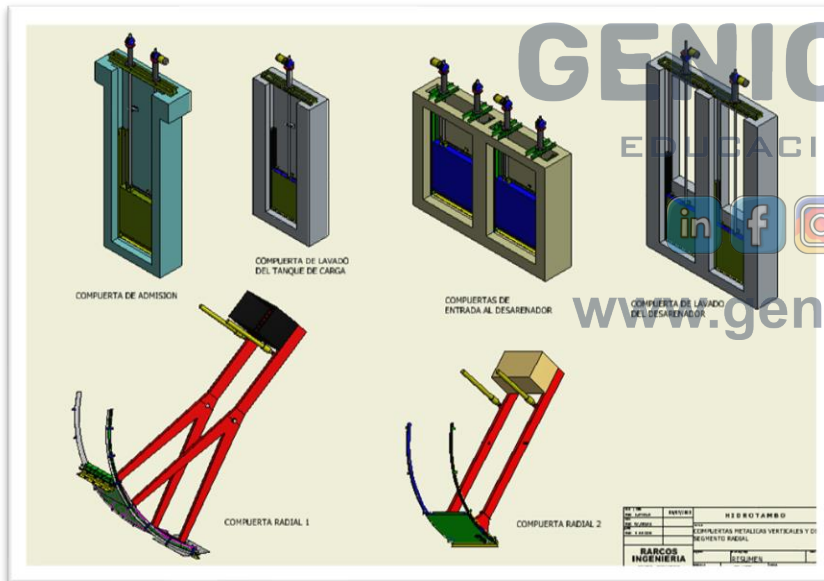
Q = Caudal que fluye por el vertedero, en m³/s

L = Ancho de la cresta, en m

H = Carga del vertedero, en m

2.2.3.- COMPUERTAS

Una compuerta consiste en una placa móvil, plana o curva, que al levantarse permite medir el gasto que atraviesa un canal, presa o obras hidráulicas, a la vez que regula la descarga producida.



FUNCIÓN

Las diferentes formas de las compuertas dependen de su aplicación, el tipo de compuerta a utilizar dependerá principalmente del tamaño y forma de la abertura de la carga estática del espacio disponible, del mecanismo de apertura y de las condiciones particulares.

Algunos casos son:

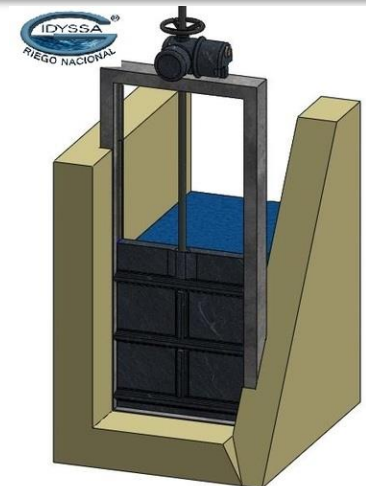
- Control de flujo de agua
- Control de inundaciones
- Proyectos de irrigación
- Sistemas de drenaje
- Plantas de tratamiento



EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



CLASIFICACIÓN

Las compuertas se clasifican según sus usos para obras hidráulicas de gran envergadura, (canales, presas, esclusas, etc) y para tuberías.



EDUCACION ONLINE

pueden clasificarse:

De fondo: cuando el agua fluye por debajo de la compuerta (orificios)

Vertical

Radial, de sector o Tainter

Rodillo

De desborde: cuando el agua fluye por encima de la compuerta (vertederos).



www.geniospro.com

a) COMPUERTAS TIPO SECTOR

Una Compuerta tipo sector es una compuerta utilizada en vertederos de presas, es manipulada utilizando el desnivel de agua creado por estas, no requiere de equipo mecánico para su operación.

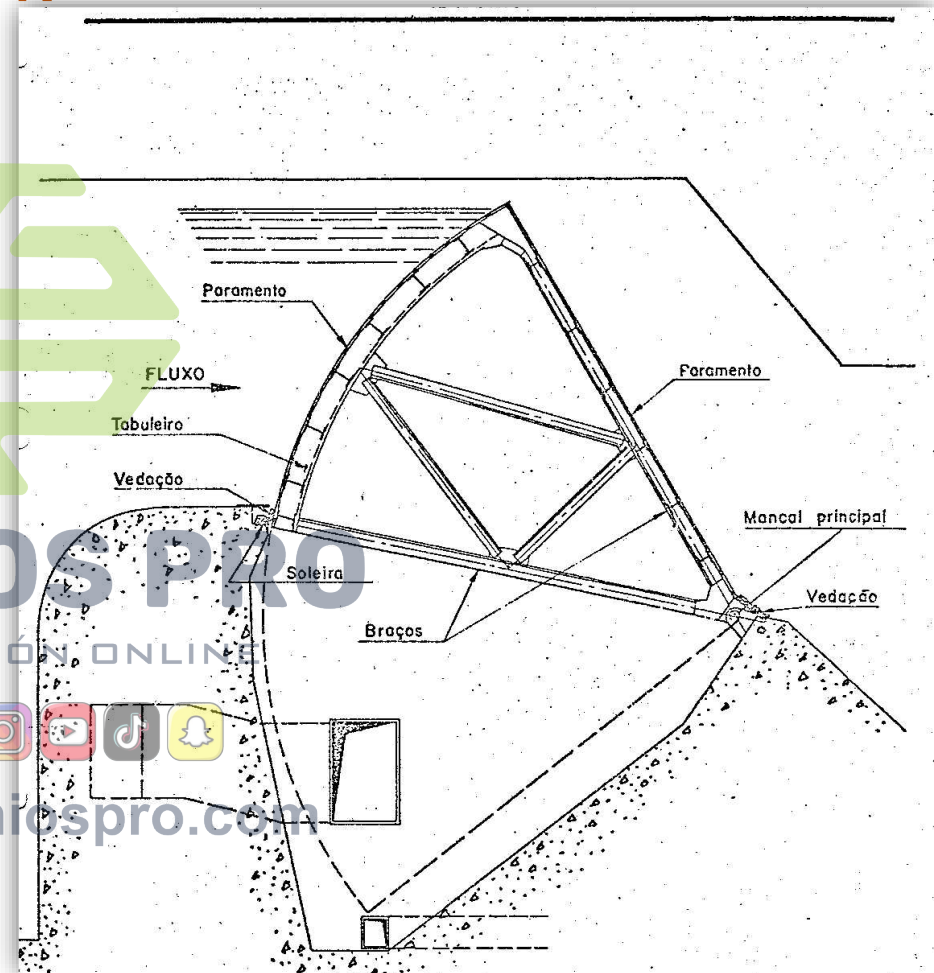


Figura: Compuertas tipo Sector.

B) COMPUERTAS TIPO STONEY

son utilizados para tomas en presión para descargas de fondo o para la toma de una central hidroeléctrica .



Figura: Compuertas tipo Stoney.

c) COMPUERTAS TIPO VISERA

Es utilizada en canales navegables y es accionada por un pistón hidráulica o neumática.



GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



Figura: Compuerta de tipo visera.

D) COMPUERTAS TIPO PLANA

Son el tipo de compuertas que tienen propiedades hidráulicas cuando están bien calibradas, y pueden emplearse como medidores de flujo.

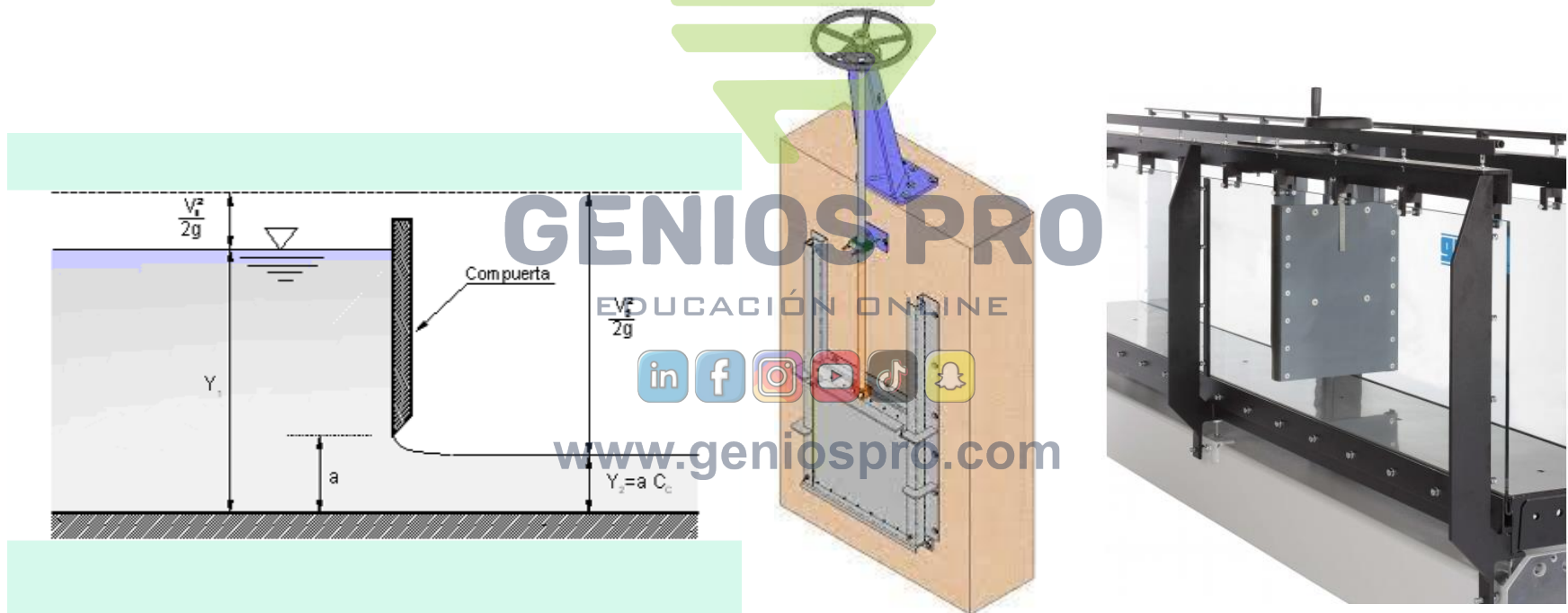


Figura: Compuerta de tipo plana.

e) COMPUERTA TIPO TEJADO

La compuerta tipo tejado es un tipo de compuerta hidráulica utilizado en vertederos de presas.

Es operada utilizando el desnivel de agua creado por éstas y no requiere de equipo mecánico para su operación.

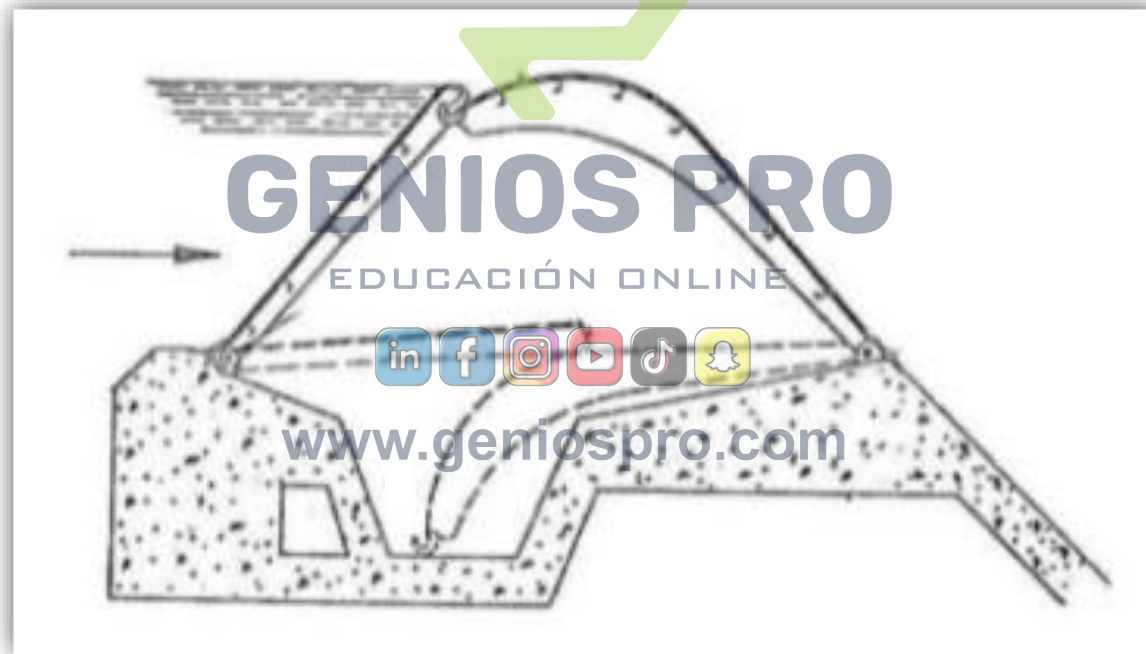


Figura: Compuerta Tipo Tejado

f) COMPUERTA BASCULANTE

Compuerta basculante o clapeta o chapaleta puede ser utilizada tanto en la cima del vertedero de una presa como instalado en el fondo de un río o canal.



Figura: Compuerta Basculante.

g) COMPUERTA TIPO CILINDRO

Las compuertas cilíndricas se utilizan para descargas en presión permitiendo la colocación de la sección de toma a cualquier profundidad, en un embalse. En el mismo pozo se pueden disponer tomas de agua a diversas alturas. Se acopla fácilmente a una tubería de salida.

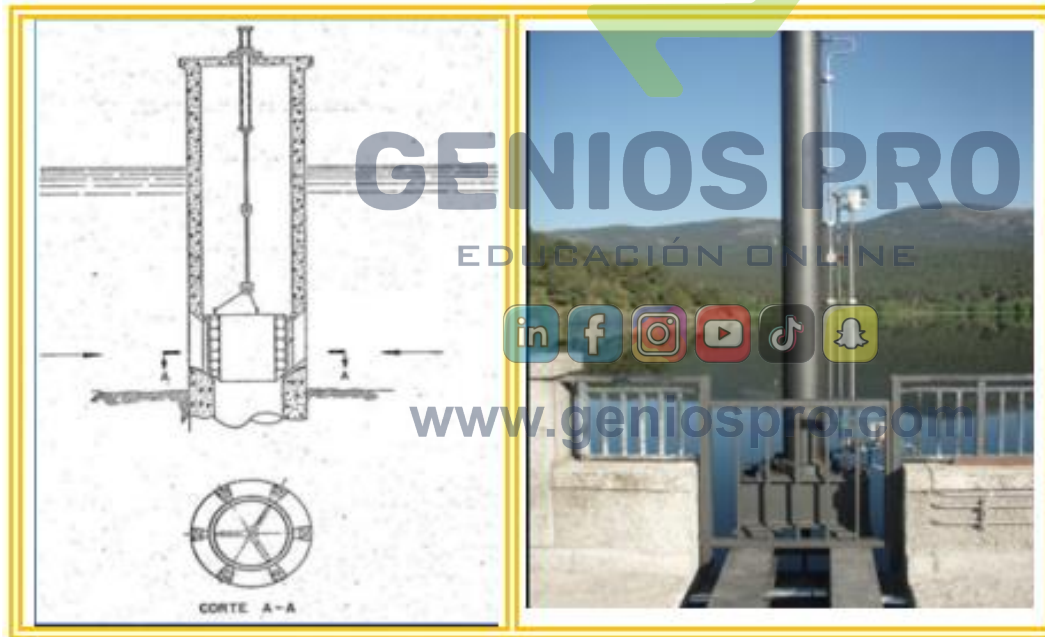


Figura: Compuerta Tipo Cilindro

h) COMPUERTA TIPO ESCLUSA

Las compuertas tipo esclusa tienen las bisagras verticales, son accionadas por medios mecánicos, o por pistones hidráulicos. La compuerta se abre para permitir el pasaje del buque. Solo puede ser abierta cuando los niveles de agua fuera y dentro de la esclusa se encuentran con pocos centímetros de diferencia.



Figura : Compuerta Tipo Esclusa

i) COMPUERTA TIPO SEGMENTO

Las compuertas de segmento son muy utilizadas en la cresta de los vertederos de las presas. Antiguamente se movían jaladas por cadenas, mediante dispositivos instalados en los pilares del vertedero. Actualmente son accionadas mediante pistones hidráulicos o neumáticos.



Figura: Compuerta Tipo Segmento



...GRACIAS GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com