This equipment is designed to study the behavior of fluids in open channels by conducting a wide range of practices and experiences.

HIGHLIGHTS

- Possibility of negative and positive channel slope.
- Various reading elements, gauge, limnimeter, Pitot tube, etc.
- Wide variety of accessories for the study of multiple phenomena.
- It includes a self-regulating valve with which its possible to establish the appropriate flow rate at each moment.
- The available flowmeter allows to know the flow rate of work at any time.

IMPORTANT NOTE

There is the possibility of making hydrodynamic channels with other dimensions. Consult without obligation.

FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M

NOTA IMPORTANTE: Si corremos el riesgo de que se produzca un desbordamiento basta con tirar de la ruletilla superior de las compuertas verticalmente para liberar el agua.
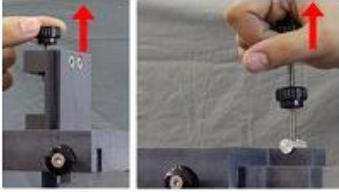
FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M
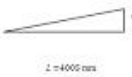
4.7. DETERMINACIÓN DE LA PENDIENTE DEL CANAL

- Para establecer una pendiente en el canal, giramos el volante (17) del soporte con regulación de altura (18) observando cómo la solera sube o baja según el sentido de giro.

- La pendiente del canal la obtenemos con la lectura de la elevación de la solera en el apoyo (bajo el volante) donde se encuentra la regla con el porcentaje de inclinación con el que estamos trabajando:

$$\alpha = arctg\left(\frac{d}{L}\right)$$

$$\alpha = \frac{d}{L} \cdot 100\%$$
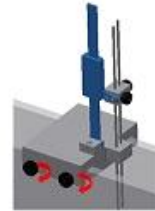
$$L = 4000 \text{ mm}$$

FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M

4.8. USO DE CONJUNTO LIMNÍMETRO Y PITOT

- El conjunto tiene unas orejas en su parte superior con cuatro ruletillas, lo apoyamos sobre las paredes del canal y apretamos con las ruletillas como el caso de las compuertas anteriormente descrito.

- Aflojando los mandos moleteados que sujetan tanto el Limnímetro como el Pitot realizaremos una primera aproximación a las distancias con las que queremos trabajar.

- Para posicionar en altura el Pitot con precisión desplazamos el calibre verticalmente.

FL 05.2 CANAL HIDRODINÁMICO 4m

5.2.- FLUJO UNIFORME

5.2.1.- FUNDAMENTO TEÓRICO

El flujo uniforme es aquel con profundidad y velocidad constantes. Este tipo de flujo sólo puede ocurrir en un canal prismático recto con una pendiente en el fondo constante. Cuando el líquido entra en el canal, existe una región de desarrollo de flujo gradualmente variado, llamada zona transitoria. La profundidad correspondiente a un flujo uniforme en un canal particular se denomina profundidad normal "y_n", ésta es constante, por lo que la superficie del líquido es paralela al fondo del canal.

Planteando la ecuación de Bernoulli entre dos secciones transversales, tenemos:

$$\frac{P_1}{\rho \cdot g} + z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H_r = \frac{P_2}{\rho \cdot g} + z_2 + \frac{V_2^2}{2g} \quad (1)$$

La ecuación de continuidad es:

$$Q = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 = b \cdot y_1 \cdot V_1 = b \cdot y_2 \cdot V_2$$

como en flujo uniforme $y_1 = y_2$ y en nuestro caso $b = cte$, tenemos que $V_1 = V_2$. Sustituyendo en (1) nos queda que:

$$H_r = z_1 - z_2$$

Por lo tanto la línea de nivel energético es paralela al fondo y a la superficie libre.

El caudal para flujo uniforme y permanente, aplicando la fórmula de Manning viene dado por la siguiente expresión:

$$Q = A \cdot V = b \cdot y \frac{R_h^{2/3}}{n} S_0^{1/2}; \text{ despejando "n" tenemos,}$$

$$n = b \cdot y \frac{R_h^{2/3}}{Q} S_0^{1/2}$$

FL 05.2 CANAL HIDRODINÁMICO 4m

donde:

b: Anchura del canal (m)
y: Profundidad del agua
R_h: Radio hidráulico

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot y}{b + 2y} (m)$$

S_0: Pendiente del canal
Q: Caudal (m^3/s)

5.2.2.- MÉTODO

La práctica que se propone es el cálculo del factor de rugosidad para el revestimiento del canal utilizando la fórmula de Manning. Sin embargo, se pueden realizar otras prácticas como son el cálculo de caudales a partir de expresiones como las de Chezy, Kutter, Manning, Bazin, Powell, etc., y los factores de rugosidad experimentales obtenidos por ellos, comparándolos entre sí y con nuestros resultados experimentales en el canal.

- Establecemos una pendiente determinada en el canal
- Leemos el caudal
- Medimos la profundidad normal "y_n" alcanzada por el agua
- Finalmente calculamos el radio hidráulico y el factor de rugosidad "n"

**FL 05.2 CANAL HIDRODINÁMICO 4m**

5.2.3.- LECTURAS Y RESULTADOS

Lectura nº	Profundidad y	Radio hidráulico R_h	Pendiente S_0	Caudal Q	Factor rugosidad n
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
We reserve the right to make modifications without any previous advise.

FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M

5.3.1. MÉTODO

- Establecemos un caudal en el canal y calculamos la curva teórica Energía específica (E) – profundidad del agua (y) según la ecuación (3)
- Utilizando la compuerta vertical, colocándola entre los tramos con tomas de presión en la solera del canal.
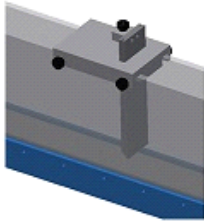
- Empleamos el manómetro multitubo y las reglas dispuestas en las paredes del canal para leer la altura "y" de agua sobre el canal aguas arriba y abajo.
- Observamos que para una abertura dada, y si despreciamos la fricción, los valores de E corriente arriba y corriente abajo son iguales; en consecuencia los estados de flujo corriente arriba y corriente abajo son estados alternos.
- El tipo de flujo que tenemos corriente arriba es subcrítico y corriente abajo es supercrítico.
- Mantenemos el caudal volumétrico constante y vamos abriendo la compuerta, con lo que la profundidad corriente arriba disminuirá y la profundidad corriente abajo aumentará; la energía específica disminuirá.
- Siguiendo el método anteriormente descrito, vamos dibujando los puntos obtenidos en la gráfica y los comparamos con los resultados teóricos.
- A continuación realizamos el mismo proceso anteriormente descrito, pero esta vez haciendo que la energía específica permanezca constante y variando el caudal.

25

FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M
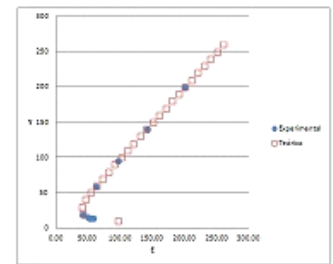
5.3.3. LECTURAS Y RESULTADOS

$Q_{máx}$ = 3730 l/h
$E_{mínimo}$ = 29.7 mm
Profundidad crítica y_c = 23.6 mm
Velocidad crítica V_c = 0.30 m/s

Lectura n°	E	y	Tipo de flujo
1	204	204	Subcrítico
	13	53	Supercrítico
2	180	180	Subcrítico
	13	53	Supercrítico
3	120	121	Subcrítico
	13	53	Supercrítico
4	81	81	Subcrítico
	13	53	Supercrítico
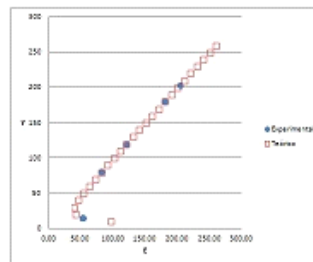
26

FL 05.4 CANAL HIDRODINÁMICO CON BANCO 5M

$Q_{máx}$ = 4230 l/h
$E_{mínimo}$ = 42.1 mm
Profundidad crítica y_c = 28 mm
Velocidad crítica V_c = 0.52 m/s

Lectura n°	E	y	Tipo de flujo
1	200	200	Subcrítico
	14	58	Supercrítico
2	141	141	Subcrítico
	15	53	Supercrítico
3	66	67	Subcrítico
	16	58	Supercrítico
4	68	62	Subcrítico
	28	43	Supercrítico

27

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
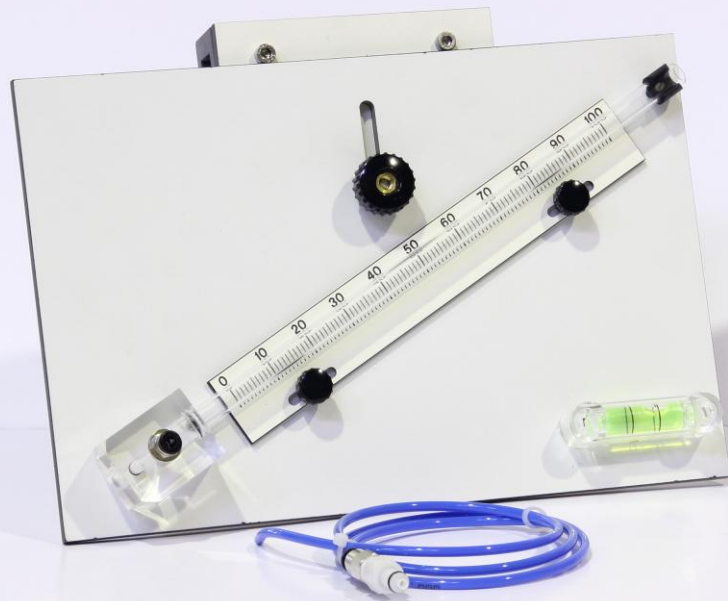We reserve the right to make modifications without any previous advise.

Included Accessory: HD.Z.01 - 4 TUBE MULTIMANOMETER
Multimanometer of 4 tubes for flow channel.

Characteristics:
• Height 250mm
• Connections with double obturation
• Coupling channel with adjustable tilt angle

Optional Accessory: HD.Z.02 - INCLINED MANOMETER
Inclined manometer to flow channel.

Characteristics:
- Maximum height 250mm
- Regulation of the angular tilt of tube manometer.
- Connections with double filling.
- Coupling channel with adjustable tilt angle
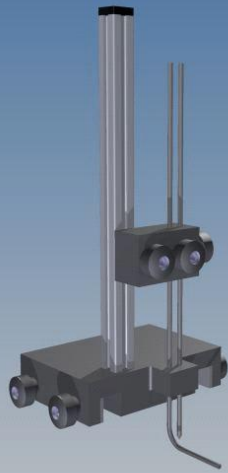
Included Accessory: HD.Z.05 - PITOT + LIMNIMETER (For Flow channel)
Accesory composed by a Pitot tube and a clinometer, connected to a gauge, allowing a great accuracy in the readings.

Characteristics:
- High accuracy caliber.
- Easy coupling to the channel walls.

Included Accessory: HD.Z.10 - THIN PLATE WEIR (For Flow channel)
Thin plate rectangular weir without contraction.

Characteristics:

- Rubber profiles on the side of the spillway, to seal.
- Easy placement on the floow of the channel.
- Top of the spillway sharp.
- Height of the spillway 150mm.

Included Accessory: HD.Z.11 - VERTICAL GATE (For Flow channel)
Vertical gate for hydrodynamic channel.

Characteristics:
- Gate lift system allows a quick opnening to prevent overflows or a controlled opening for an easy adjustment to desired height.
- Easy placement on the walls of the channel.
- Rubber profiles on the sides of the gate, for seal.
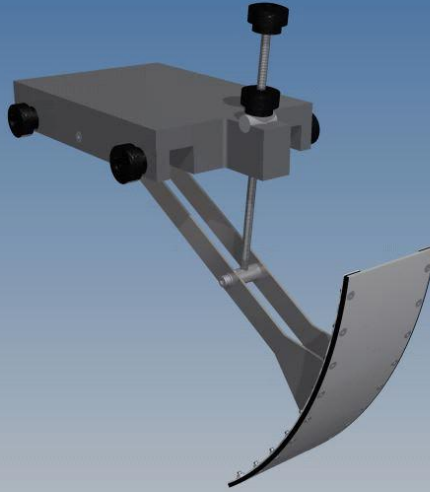
Included Accessory: HD.Z.12 - RADIAL GATE (For Flow channel)
Radial gate for flow channel.

Characteristics:
- Gate lift system allows a quick opnening to prevent overflows or a controlled opening for an easy adjustment to desired height.
- Easy placement on the walls of the channel.
- Rubber profiles on the sides of the gate, for seal.
- Manufacture in stainless steel.

Optional Accessory: HD.Z.15 - BROAD CRESTED WEIR (For Flow channel)
Broad crested weir for flow channel.

Characteristics:
- Easy placement on the bottom of the channel.
- Rubber profiles on the sides, for seal.
- Dimensions (Lenght x Height): 250 x 150 mm.
- Radios on one extreme of 25 mm, and the other with sharp crest.

Optional Accessory: HD.Z.16 - CRUMP WEIR (For Flow channel)
Crump weir for flow channel.

Characteristics:
- Easy placement on the bottom of the channel.
- Rubber profiles on the sides, for seal.
- Dimensions (Lenght x Height): 273 x 50 mm.
- Angles in extremes of 15º and 30º.

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
We reserve the right to make modifications without any previous advise.

Optional Accessory: HD.Z.17 - OGEE CRESTED WEIR (For Flow channel)
The HD.Z.17 equipment allows a study of the behaviour of the ogee crested weir and to analyze the flow discharge that it originates.

Characteristics:
- Easy placement on the bottom of the channel.
- Rubber profiles on the sides, for seal.
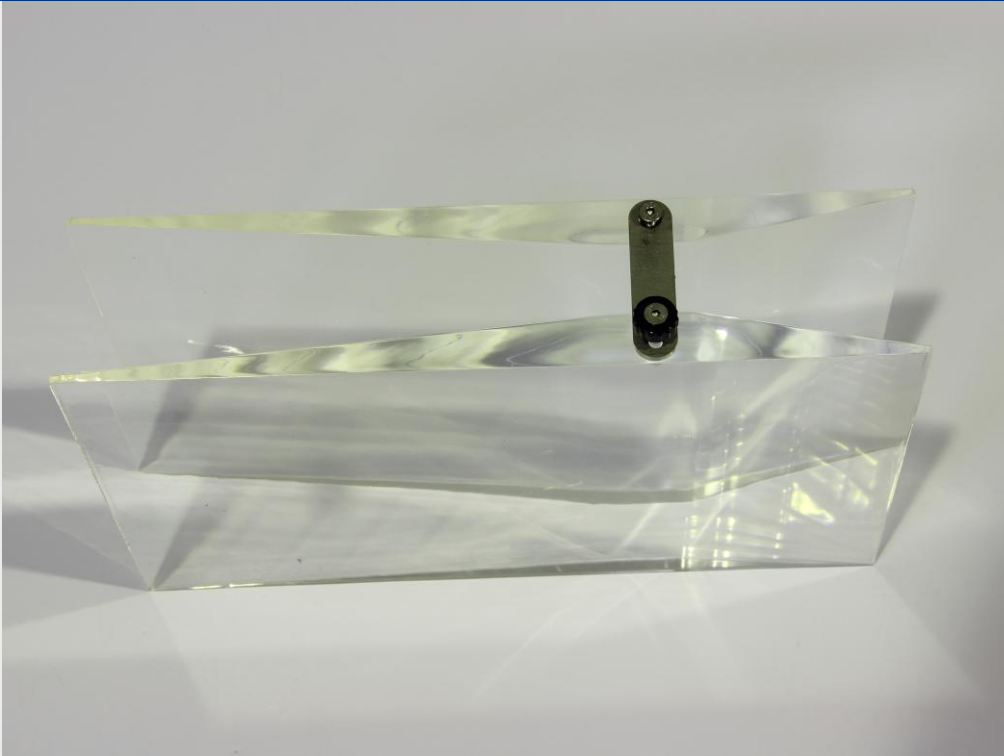- Weir height 150mm.

Optional Accessory: HD.Z.20 - SIPHON WEIR (For Flow channel)
The Siphon weir accesory for the flow channel, is placed easily in the bottom of the channel. Built with transparent methacrylate, it forms a closed channel that allows a bigger flow of water than an open channel, due to the suction effect.

Characteristics:

- Rubber profiles on the sides of the weir, for seal.
- Easy placement on the bottom of the channel.
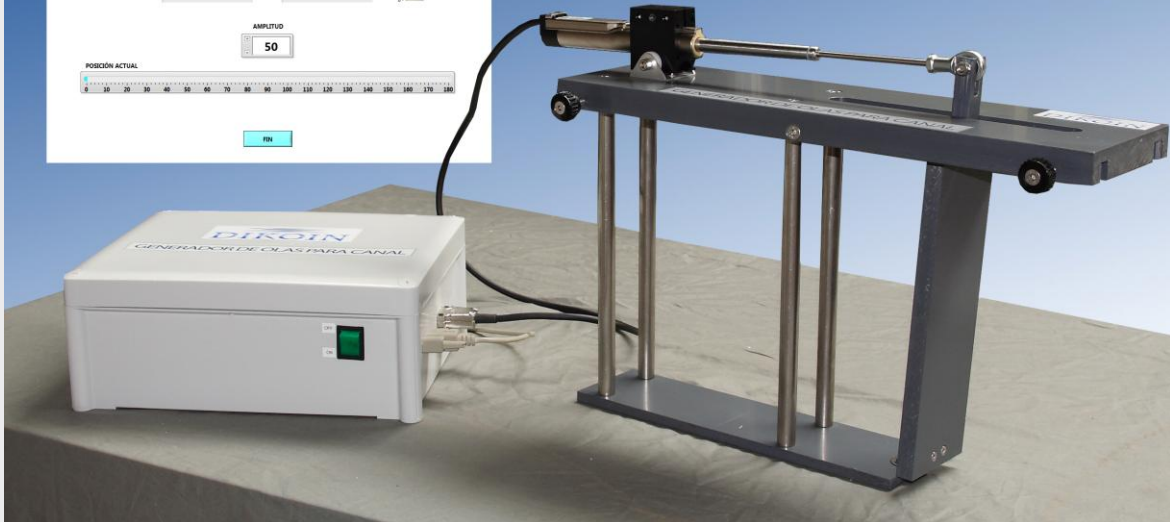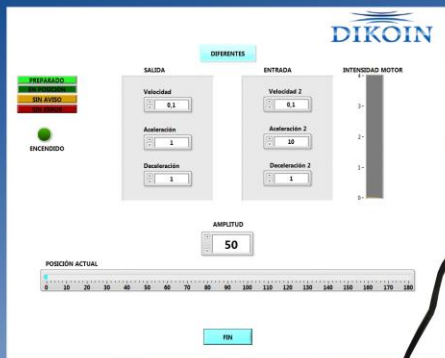- Complete manufacture in transparent methacrylate.

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
We reserve the right to make modifications without any previous advise.

Optional Accessory: HD.Z.21 - VENTURI (For Flow channel)
The Venturi accesory for flow channel, is colocated easily in the bottom of the channel. Built with transparent methacrylate, it forms a narrowing in its horizontal section. With the Pitot tube, experiments can be performed according to the Bernoulli equation.

Characteristics:

- Easy placement on the channel.
- Complete manufacture in transparent methacrylate.

DIKOIN Ingeniería S.L.
+034 946 55 15 35 / www.dikoin.com / info@dikoin.com
We reserve the right to make modifications without any previous advise.

Optional Accessory: HD.Z.50 - WAVE GENERATOR
The wave generator HD.Z.50 is designed for its use in 80mm hydrodynamic channels in all lenghts, in order to be able to study the behaviour of waves in a controlled enviroment.

The equipment has an electric engine that generates a smooth movement of swinging on a plate that moves the water, with variable speed.

It is a compact equipment, of easy placement and fixation in the channel.

Optional Accessory: HD.Z.51 - VARIABLE TILT PLAIN BEACH
The HD.Z.51 accessory, is intended to be used in flow channels, along with the HD.Z.50.

It allows to vary the inclination of the beach in an easy way, which helps to observe how the wave is formed in the shore in different work conditions.

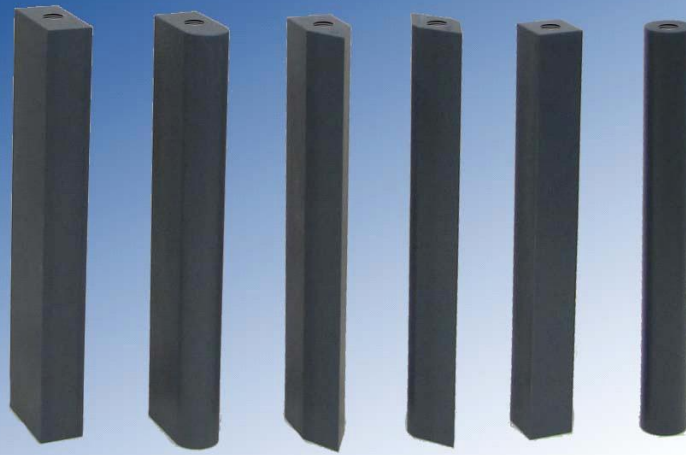The surface of the beach is waterproof and is made of stainless steel.

Optional Accessory: HD.Z.06 - SPEED METER IN WATER
The HD.Z.06 water speed meter provides a digital display and a probe, which inmersed in water, will not show the speed of flow in its path.

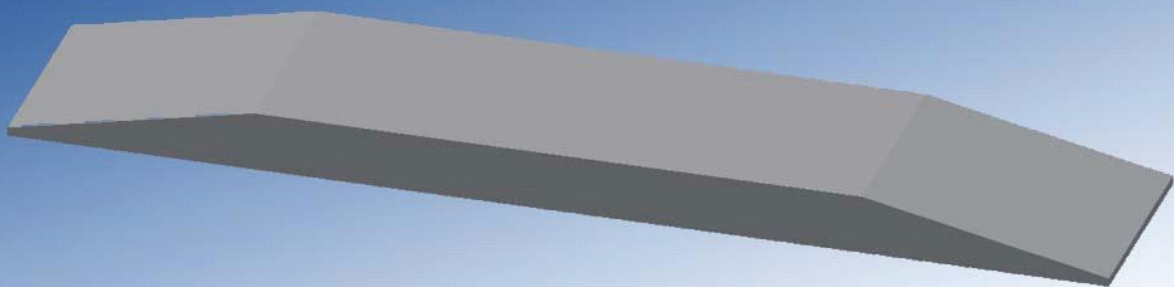Perfect element for the study of flow channels.

Totally portable and easy to use.

Optional Accessory: HD.Z.30 - 7 PILLARS FOR FLOW CHANNEL
Set of 7 interchangeable pillars of different geometric shapes, for placement and study in hydrodynamic channels.

Optional Accessory: HD.Z.40 - DEPTH FLAT CHANNEL
This accessory for the flow channel, is a depth with an entry and an exit at an angle, in which the behavior of the water and its disturbances can be clearly verified.

Optional Accessory: HD.Z.03 - MULTIMANOMETER 10 TUBES
Multimanometer of 10 tubes for flow channel.

Characteristics:
• Height 250mm
• Double seal connections
• Coupling to the channel with tilt angle adjustment.
• Includes level for fully horizontal placement.

DIKOIN

FL 05.5 - 2,5M FLUME FOR HYDRAULIC BENCH

LEARNING OBJECTIVES

Among the different experiences to be realized are the following:

- Study of the flow through open channels, measuring variables such as:

  - Water height.
  - Velocity at different points in a cross section..

- Study of the uniform flow, gradually varying flow and behavior of the surface profiles.

- Study and use of thin wall dumps for flow measurement.

  - Rectangular landfill without lateral contraction.

- Use and study of thick wall dumps for flow measurement.

  - Rectangular landfill.
  - Triangular landfill.

- Study and use of Venturi channel.

- Analysis and study of flow under gates.

  - Vertical gate.
  - Radial gate.

- Study of hydraulic stress.

- Flow analysis on reservoir springs.

*Some practices may require optional accessories.

TECHNICAL DATA

Manometers:

- HD.Z.01 Water column multi-manometer for reading the pressure ports at the bottom of the channel.

Section of work:

- Section of work (high/wide): 250 / 80 mm
- Length: 5.000 mm

Slope:

- Adjustable -1%+3% of its length

Flowmeter:

- Scale 1000-10000 l/h

Material:

- Channel: Stainless steel
- Channel walls: Transparent methacrylate 15mm thick
- Deposits: Polypropylene

Included accessories:

- HD.Z.01 multimanometer 4 tubes.
- HD.Z.05 Pitot tube + Limnimeter.
- HD.Z.10 Thin wall without shrinkage.
- HD.Z.11 Vertical gate.
- HD.Z.12 Radial gate.

NOTE:

Consult for other dimensions.

REQUIREMENTS

- Basic Hydraulic Bench 250 l, FL 01.6 equipment.
- To carry out some of the practices, accessories of the HD.Z.xx range are required.

NOTE: The shown image is indicative.