



II. CINEMÁTICA

- Es la parte de la hidráulica que estudia el movimiento de los líquidos desde un punto de vista meramente descriptivo, es decir, sin considerar las causas que lo originan.
- Los problemas que plantea la Cinemática de los líquidos pueden resolverse determinando los parámetros de movimiento, velocidad y presión, de cada una de las partículas fluidas, en función de su posición espacial (x, y, z) y del tiempo (t).
- En general, en un líquido en movimiento, la velocidad de sus partículas no será constante, sino que variará de un punto a otro (*variación espacial*) y de un instante a otro (*variación temporal*).

$$\vec{v} = \vec{v}(x, y, z, t) = \vec{v}(\vec{r}, t)$$

- Debido a la existencia de estas variaciones se definen:
 - **Velocidad instantánea** en un punto como la de la partícula de líquido que pasa por dicho punto en el instante considerado.
 - **Velocidad media** en un punto es el valor medio, en el tiempo, de las velocidades instantáneas en dicho punto.
 - **Velocidad media V en una sección S** es el valor medio, en el espacio de las velocidades de todos los puntos de la sección $v = \frac{\iint_S v \cdot ds}{S}$. Es el valor que se usa en ingeniería.
- Análogamente a la velocidad, la presión en un punto también es función del tiempo y del espacio:



$$\vec{p} = \vec{p}(x, y, z, t) = \vec{p}(\vec{r}, t)$$

CONCEPTOS BÁSICOS

- Línea de corriente. Es una línea imaginaria y continua que, en un instante dado, es en cada punto tangente al vector velocidad
- Tubo de corriente. Es un tubo imaginario o real cuyas paredes laterales están formadas por un haz de líneas de corriente que se apoyan en una directriz o curva cerrada que no sea línea de corriente.
- Trayectoria. Es el lugar geométrico de las posiciones de una misma partícula en el transcurso del tiempo.

TIPOS DE FLUJO

- Corrientes con superficie **libre** (parte de la sección transversal en contacto con la atmósfera) o **forzadas** (su contorno está totalmente rodeado por el conducto que las dirige). Las corrientes libres se producen a presión atmosférica y las forzadas en cualquier rango de presiones.
Eje hidráulico: es el lugar geométrico de los baricentros de las secciones transversales de las corrientes forzadas, o de los puntos medios de las secciones transversales en contacto con la atmósfera en las libres.
- Se denomina flujo o régimen **laminar** a aquel que se produce con un movimiento ordenado de las partículas (se mueven en forma de capas). Este régimen se produce cuando las fuerzas de viscosidad del líquido son muy superiores a las fuerzas de inercia del mismo. Distribución de velocidades de tipo parabólico.



Se denomina flujo o régimen **turbulento** a aquel en el que las partículas líquidas se mueven siguiendo trayectorias erráticas y desordenadas. En este régimen las fuerzas de inercia predominan sobre las viscosas. Distribución de velocidades de tipo logarítmico.

El parámetro adimensional **Nº de Reynolds** (R_e) nos permite determinar el tipo de régimen con que se desplaza un fluido:

$$R_e = \frac{V \cdot D}{\nu}$$

$R_e < 2000$	Régimen laminar
$2000 < R_e < 4000$	Régimen en transición
$R_e > 4000$	Régimen turbulento

- Se denomina **régimen permanente** a aquel en el que, en cada punto de la corriente, las características de las mismas (presión y velocidad) permanecen constantes respecto al tiempo.

$$\vec{v}(x, y, z); \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} = 0$$

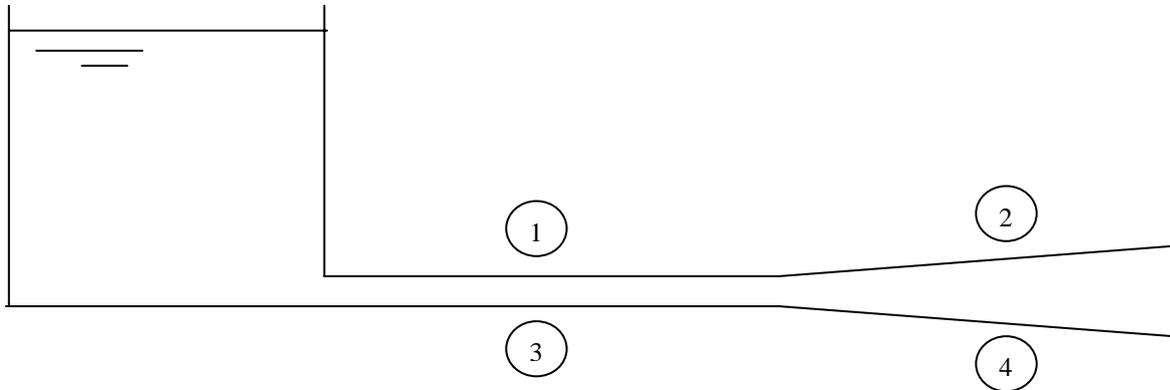
$$p(x, y, z); \frac{\partial p}{\partial t} = 0$$

Se denomina **régimen variable** a aquel en cada punto de la corriente, las características de las mismas (presión y velocidad) no permanecen constantes respecto al tiempo.

- Se denomina **régimen uniforme** a aquel en el que, en un instante dado, en cualquier punto del mismo no existe variación del vector velocidad (magnitud, dirección y sentido).

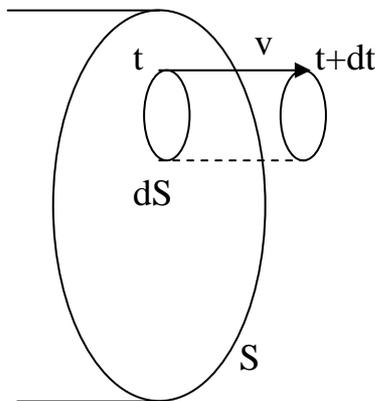
$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial \vec{r}} = 0$$

Se denomina **régimen no uniforme o variado** a aquel en el que la velocidad es distinta en todos los puntos de una misma línea de corriente.



CAUDAL, VELOCIDAD MEDIA

Caudal o gasto es la cantidad de fluido que atraviesa una sección transversal en la unidad de tiempo. Sección transversal es toda sección plana perpendicular al eje de la corriente.



$$dQ = \frac{dV}{dt} = \frac{\vec{v} \cdot dt \cdot d\vec{S}}{dt} = \vec{v} \cdot d\vec{S}$$

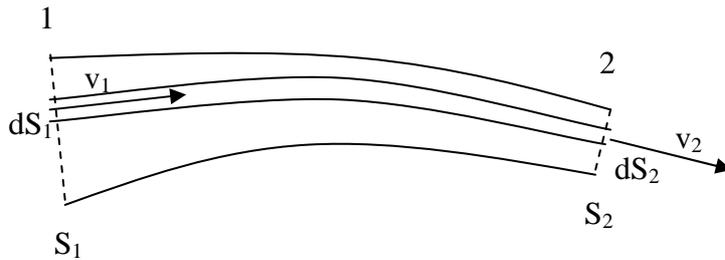
$$Q = \iint_S \vec{v} \cdot d\vec{S} = \iint_S v \cdot dS = V \cdot S$$

Definiendo la velocidad media V en una sección S como aquella que cumple $Q = V \cdot S$.

EC. CONTINUIDAD EN MOV. PERMANENTE



La **ecuación de continuidad** en el movimiento permanente de los fluidos incompresibles ($\rho = \text{cte}$) es la expresión analítica del **principio de conservación de la masa**, es decir, en el movimiento de un fluido su masa no sufre variación.



$$\rho \cdot dQ_1 = \rho \cdot dQ_2$$

$$\rho \cdot v_1 \cdot dS_1 = \rho \cdot v_2 \cdot dS_2$$

$$\iint_{S_1} v_1 \cdot dS_1 = \iint_{S_2} v_2 \cdot dS_2 \Rightarrow V_1 \cdot S_1 = V_2 \cdot S_2$$