

fcfm

Ingeniería Civil
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

CI 31A - Mecánica de Fluidos

Prof. Aldo Tamburrino Tavantzis

CINEMÁTICA DE LOS FLUIDOS

Estudia el movimiento de los fluidos desde un punto de vista descriptivo, sin relacionarlo con las fuerzas que lo generan

CINEMÁTICA DE LOS FLUIDOS

REGÍMENES DE FLUJO

Dependiendo de si el movimiento es ordenado o desordenado:

- Laminar
- Turbulento

Dependiendo de su variación en el espacio:

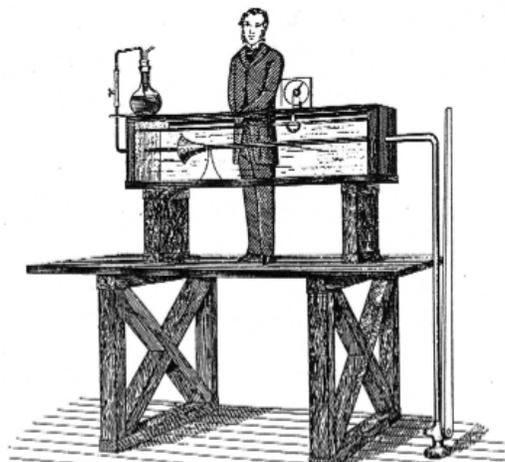
- Uniforme
- Espacialmente variado:
 - Gradualmente variado
 - Rápidamente variado

Dependiendo de su variación en el tiempo:

- Permanente
- Impermanente

CINEMÁTICA DE LOS FLUIDOS

REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO



EXPERIMENTO DE REYNOLDS (1883)

REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

Dependiendo de la velocidad en el tubo, Reynolds observó distintos patrones de flujo:

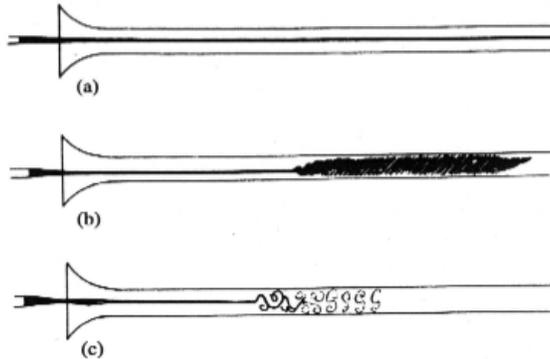


Figure 1.2 Sketches of (a) laminar flow in a pipe, indicated by a dye streak; (b) transition to turbulent flow in a pipe; and (c) transition to turbulent flow as seen when illuminated by a spark. (From Reynolds, 1883, Figs. 3, 4 and 5.)

REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

REGIMEN LAMINAR : El escurrimiento es ordenado, “en láminas”

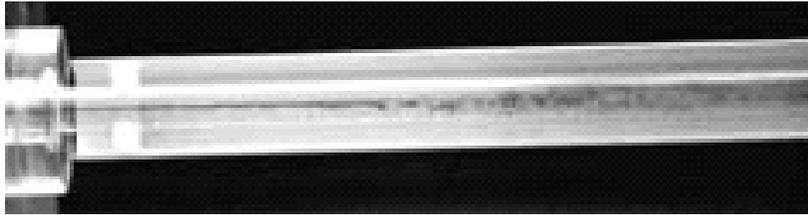


Al aumentar la velocidad, el flujo muestra fluctuaciones que destruyen el comportamiento ordenado del flujo laminar: **TRANSICIÓN LAMINAR - TURBULENTO**

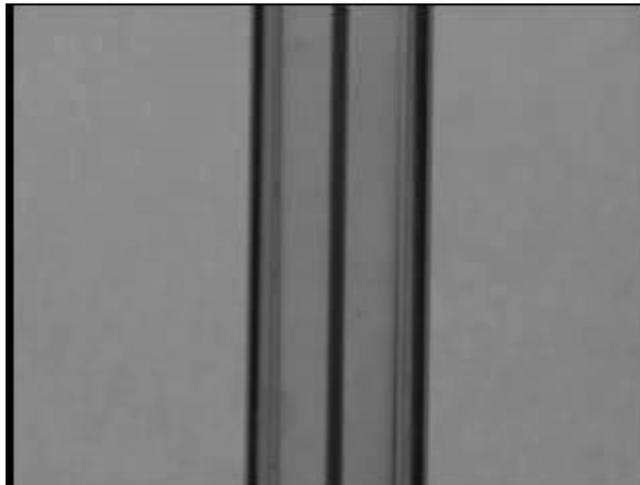


REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

REGIMEN TURBULENTO : Al sobrepasar un cierto valor de la velocidad, el flujo se hace completamente caótico.



REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO



LÍMITES DEL REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

NÚMERO DE REYNOLDS: $Re = \frac{VD}{\nu}$

REGIMEN LAMINAR : $Re < 2000$

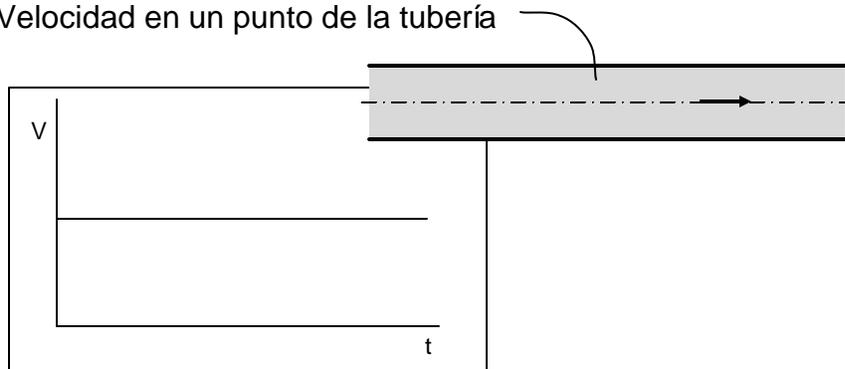
REGIMEN DE TRANSICIÓN LAMINAR – TURBULENTO: $2000 < Re < 4000$

REGIMEN TURBULENTO : $Re > 4000$

CARACTERÍSTICAS DEL REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

REGIMEN LAMINAR

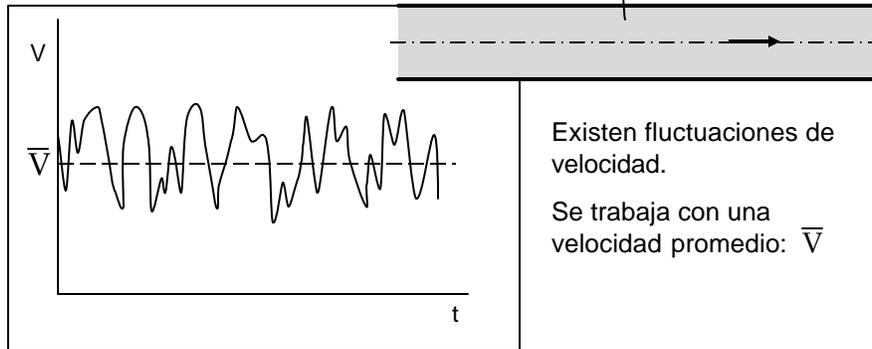
Velocidad en un punto de la tubería



CARACTERÍSTICAS DEL REGIMEN LAMINAR Y TURBULENTO

REGIMEN TURBULENTO

Velocidad en un punto de la tubería

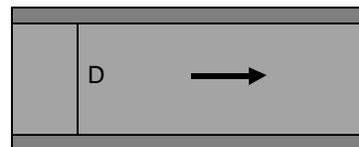
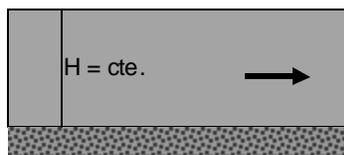


Existen fluctuaciones de velocidad.

Se trabaja con una velocidad promedio: \bar{v}

VARIACIÓN ESPACIAL DEL FLUJO

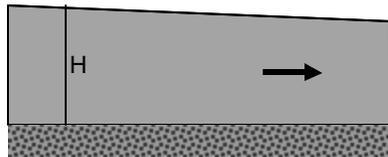
FLUJO UNIFORME : La altura y la velocidad del flujo no varían espacialmente.



Es el flujo más común en tuberías, ya que usualmente ellas tienen un diámetro constante por tramos.

VARIACIÓN ESPACIAL DEL FLUJO

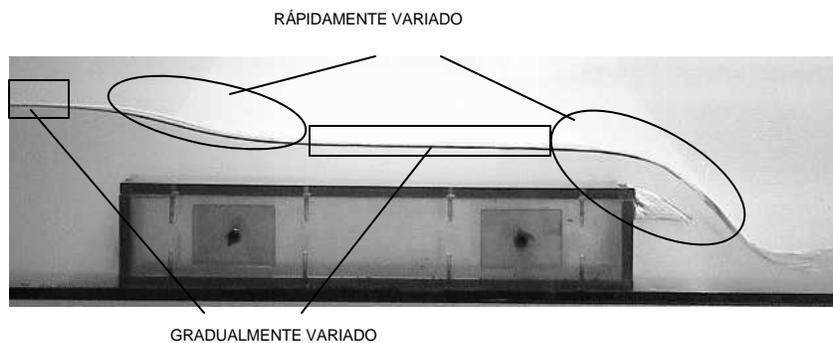
FLUJO GRADUALMENTE VARIADO : La altura y la velocidad del flujo varían muy lentamente a lo largo de la dirección del escurrimiento.



El escurrimiento gradualmente variado se encuentra muy frecuentemente en el flujo en canales.

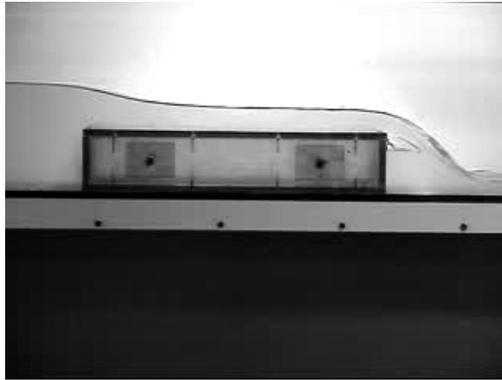
VARIACIÓN ESPACIAL DEL FLUJO

FLUJO RÁPIDAMENTE VARIADO : La altura y la velocidad del flujo tienen cambios importantes en tramos cortos.



VARIACIÓN TEMPORAL DEL FLUJO

FLUJO PERMANENTE : La altura y la velocidad del flujo no presentan cambios en el tiempo



VARIACIÓN TEMPORAL DEL FLUJO

FLUJO IMPERMANENTE : La altura y la velocidad del flujo cambian en el tiempo



OLAS



CÁMARA DE CARGA CENTRAL RUCÚE

DESCRIPCIÓN DEL MOVIMIENTO DE LOS FLUIDOS

ENFOQUE
LAGRANGIANO



J. L. Lagrange (1736 - 1813)

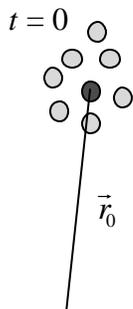


L. Euler (1707 - 1783)

ENFOQUE
EULERIANO

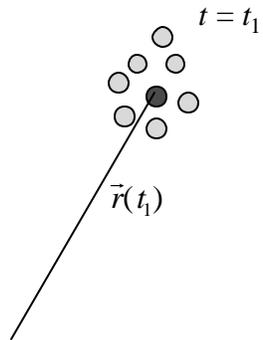
ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una partícula de fluido y la sigue en su movimiento:



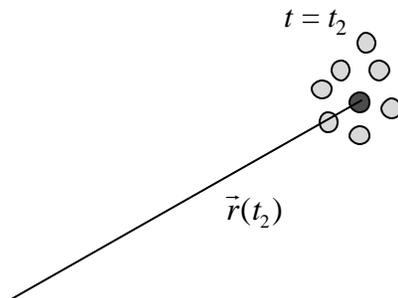
ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una part ícula de fluido y la sigue en su movimiento:



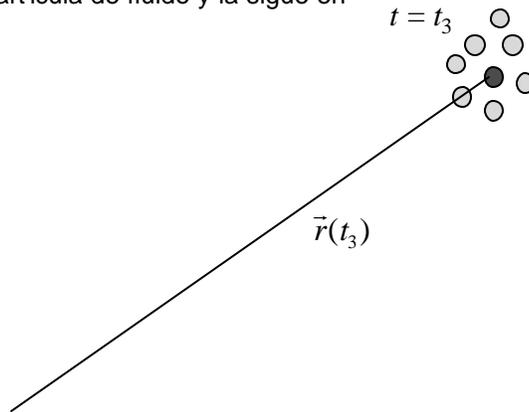
ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una part ícula de fluido y la sigue en su movimiento:



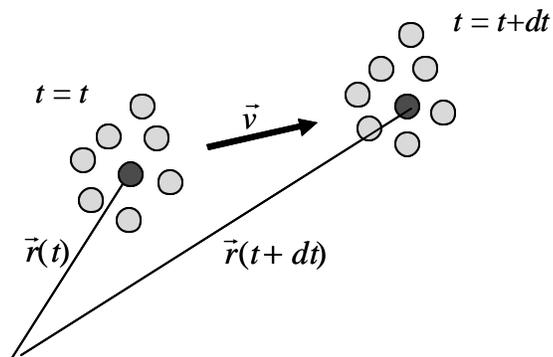
ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una part ícula de fluido y la sigue en su movimiento:



ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una part ícula de fluido y la sigue en su movimiento:

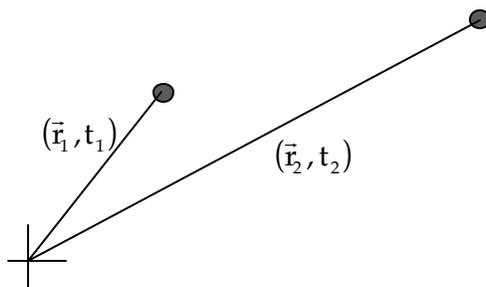


ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una partícula de fluido y la sigues en su movimiento.

La forma de abordar la cinemática del flujo es la misma que la que se utiliza en la cinemática de una partícula sólida:

A partir de la posición de la partícula se puede calcular su velocidad y su aceleración.

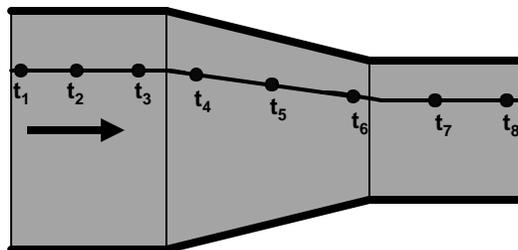


$$\vec{v} = \frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{t_2 - t_1}$$

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

ENFOQUE LAGRANGIANO :

Identifica una partícula de fluido y la sigues en su movimiento:

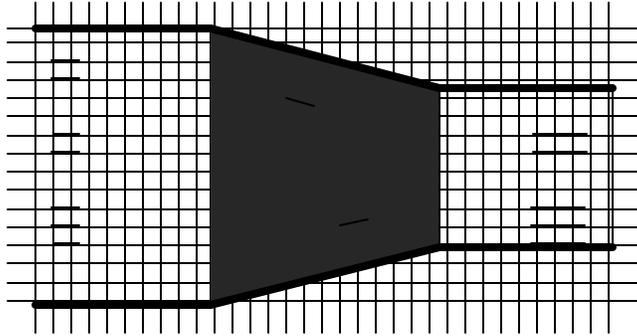


ENFOQUE EULERIANO :

No identifica una partícula para seguir su movimiento.

Define un *campo de velocidades* : A cada punto del espacio se le asocia una velocidad. La velocidad depende de su ubicación en el espacio y del tiempo.

$$\vec{V}(x, y, z, t)$$



LÍNEAS CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO

- Trayectoria
- Línea de corriente
- Línea de humo

TRAYECTORIA

Es el lugar geométrico que une las distintas posiciones de una partícula de fluido a lo largo del tiempo

$t = 0$ ●

TRAYECTORIA

$t = t_1$



TRAYECTORIA

$$t = t_2$$



TRAYECTORIA

$$\bullet t = t_3$$



TRAYECTORIA



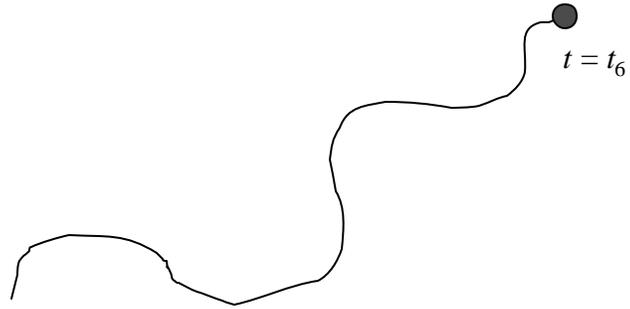
$t = t_4$

TRAYECTORIA

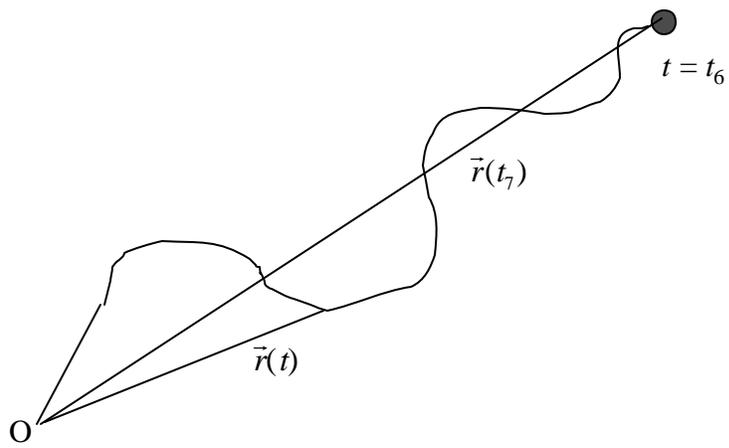


$t = t_5$

TRAYECTORIA

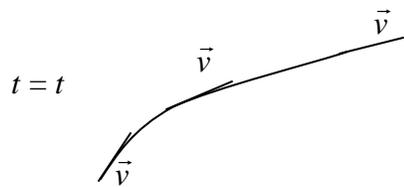


TRAYECTORIA

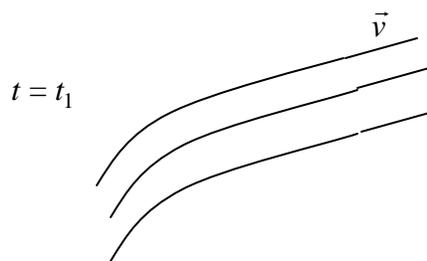


LÍNEAS DE CORRIENTE

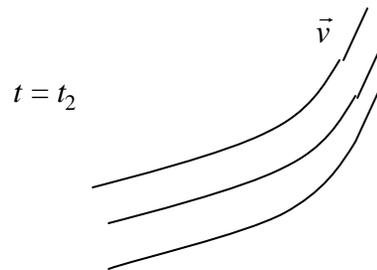
Es el lugar geométrico definido por las tangentes al vector velocidad



LÍNEAS DE CORRIENTE

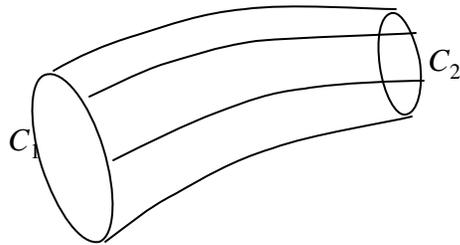


LÍNEAS DE CORRIENTE



TUBO DE FLUJO

Es un conjunto de líneas de corriente encerradas por una curva



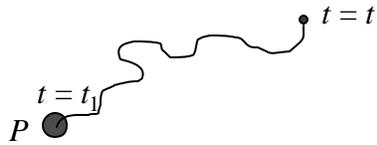
Un vector velocidad no puede salir perpendicular a la superficie definida por el manto del tubo de flujo.



Una tubería es un ejemplo de un tubo de flujo.

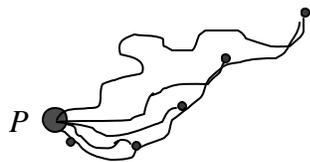
LÍNEAS DE HUMO

Es el lugar geométrico que une todos las partículas que han pasado o pasarán por un determinado punto del campo de flujo



LÍNEAS DE HUMO

Es el lugar geométrico que une todos las partículas que han pasado o pasarán por un determinado punto del campo de flujo



TRAYECTORIAS Y LÍNEAS DE CORRIENTE

