



CURSO: MECÁNICA DE FLUIDOS Y LABORATORIO II

UNIDAD I

NÚMERO DE REYNOLDS; FLUJO LAMINAR Y TURBULENTO

SEMANA 03

TEMAS :

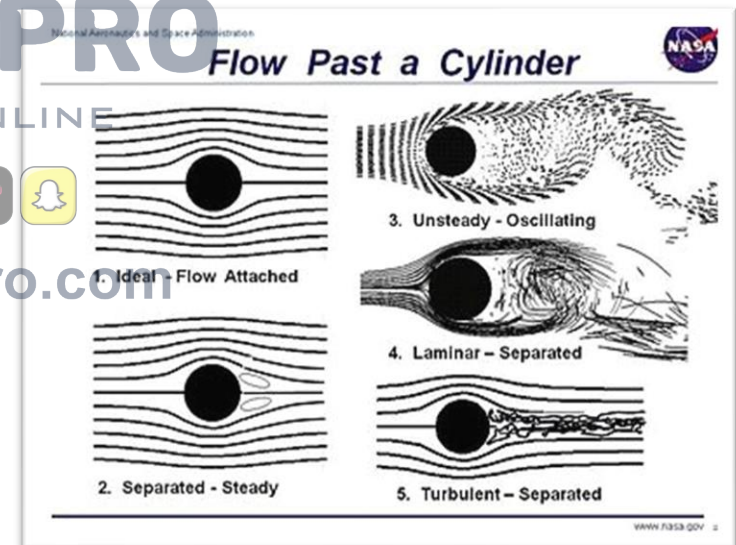
- Número de Reynolds.
- Flujo laminar y turbulento.
- Número de Froude.

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com



Introducción

Es importante **conocer la estructura interna del régimen de un fluido en movimiento** ya que esto nos permite estudiarlo detalladamente definiéndolo en forma cuantitativa.

Los **diferentes regímenes de flujo y la asignación de valores numéricos** de cada uno fueron reportados por primera vez por Osborne Reynolds en 1883.

Reynolds observo que **el tipo de flujo** adquirido por un fluido que fluye dentro de una tubería **depende de la velocidad del liquido, el diámetro de la tubería y de algunas propiedades físicas del fluido.**

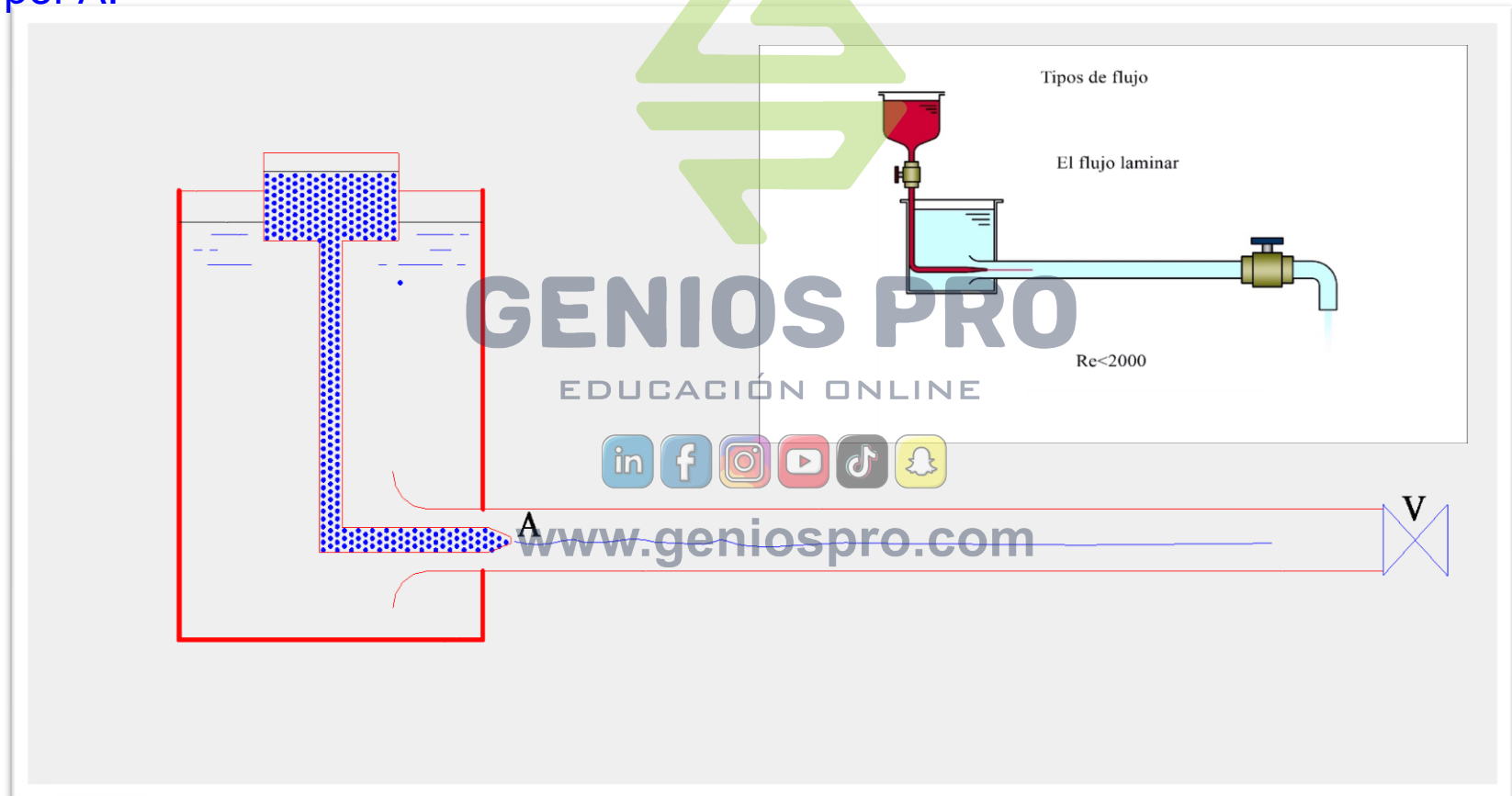
GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

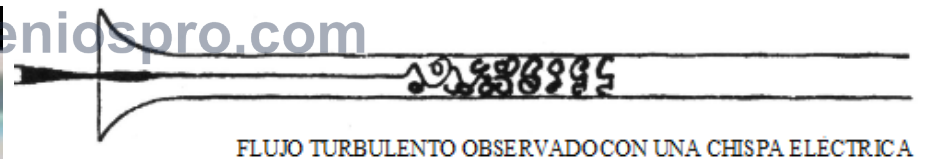
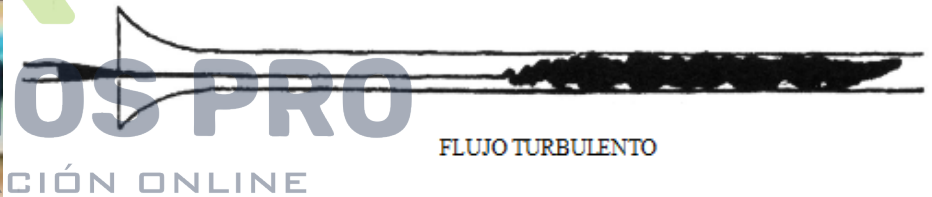
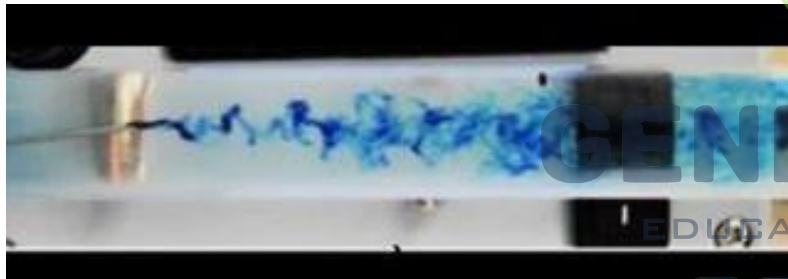
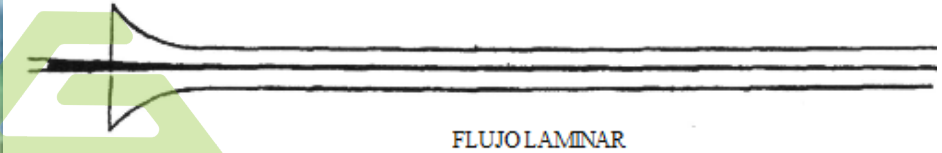
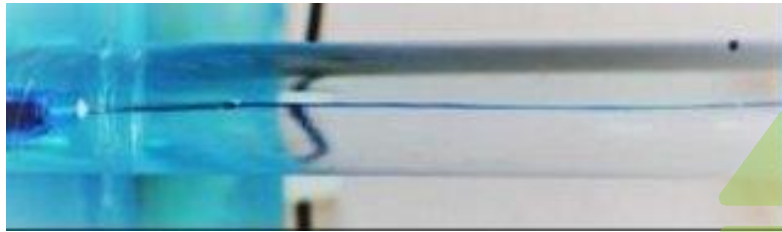
www.geniospro.com

Experimento de Reynolds

Ensayó en qué situación el régimen en una tubería circular pasaba de laminar a turbulento, que es cuando dejaba de visualizarse la línea teñida a su paso por A.



Experimento de Reynolds



www.geniospro.com

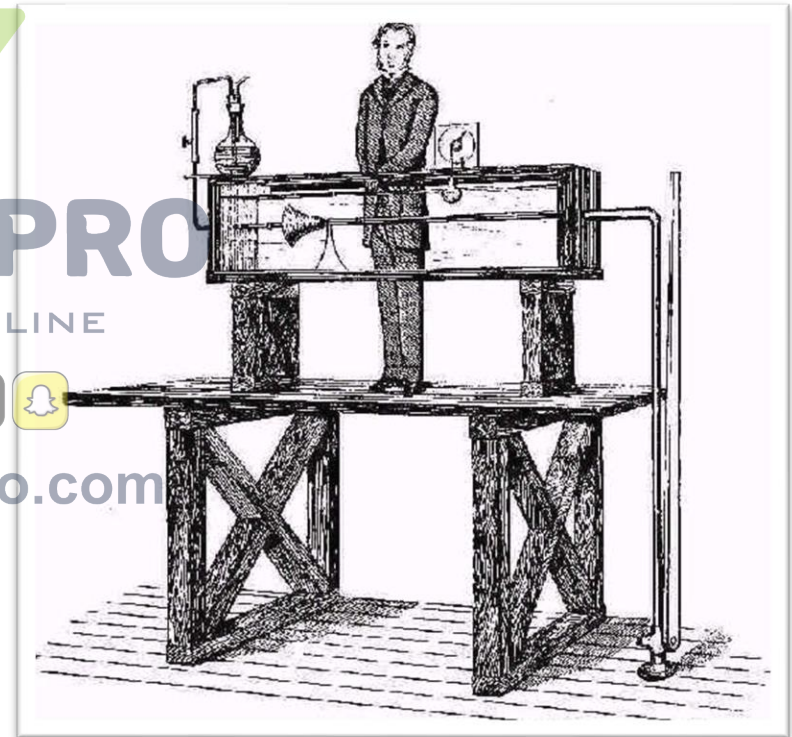
1.- Número de Reynolds

Número de Reynolds, número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte. **Relaciona la densidad, viscosidad, velocidad y dimensión típica de un flujo** en una expresión adimensional.(Çengel).

El número de Reynolds se puede definir como el ratio entre las fuerzas inerciales y las fuerzas viscosas presentes en un fluido.

$$N_{Re} = \frac{\text{Fuerzas-Inerciales}}{\text{Fuerzas-viscosas}}$$

www.geniospro.com



La importancia de este radica en que **nos habla del régimen con que fluye un fluido**, lo que es fundamental para el estudio del mismo (Çengel).

Para un fluido que circula por el interior de una tubería circular recta, el número de Reynolds viene dado por:

$$\text{Re} = \frac{\rho v_s D}{\mu} \quad \longrightarrow \quad \nu = \frac{\mu}{\rho} \quad \longrightarrow \quad \text{Re} = \frac{v_s D}{\nu}$$

ρ : Densidad del fluido (kg/m^3)

V_s : Velocidad de flujo (m/s)

D : diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido o longitud característica del sistema

μ : viscosidad dinámica del fluido

ν : viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionado con el hecho de que **el flujo pueda considerarse laminar** (número de Reynolds pequeño) **o turbulento** (número de Reynolds grande).

Flujo laminar

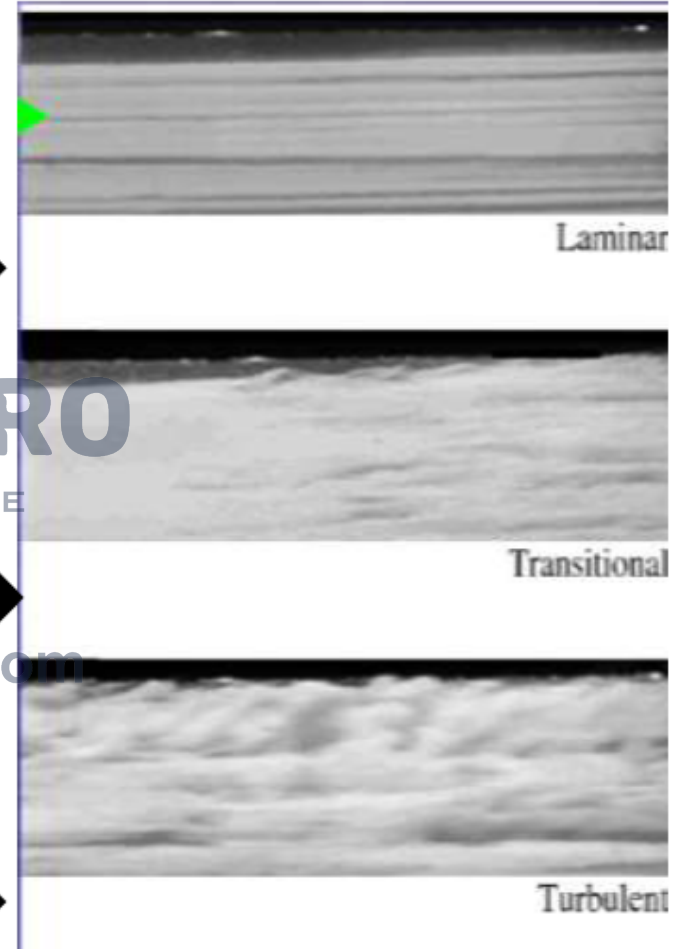
Se define como flujo laminar aquel en que las líneas de corriente se mantienen paralelas entre sí a lo largo de toda su trayectoria.

Flujo de transición

Se define como flujo de transición aquel que corresponde al periodo transitorio entre el flujo laminar y el turbulento o viceversa.

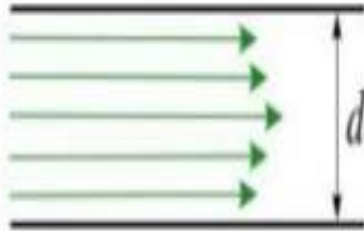
Flujo turbulento

Se define como flujo turbulento aquel en que las líneas decorriente seentrecruzancontinuamente a lolargo de toda sutrayectoria.



SEGUN SU REGIMEN

FLUJO LAMINAR



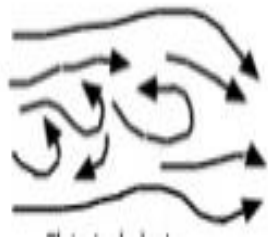
$NR < 2000$

FLUJO TRANSICIÓN



$2000 < NR < 4000$

FLUJO TURBULENTO



$NR > 4000$



Las partículas del líquido se mueven siempre a lo largo de trayectoria uniformes, en capas o laminas, con el mismo sentido, dirección y magnitud.

A medida que aumenta la velocidad, se produce una transición del régimen laminar a turbulento.

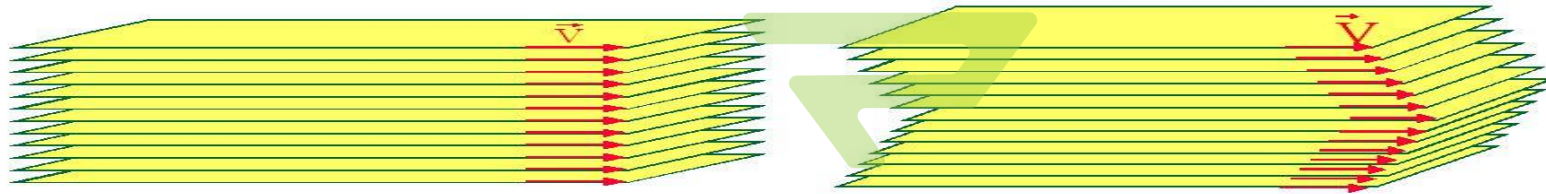
Las partículas se mueven siguiendo trayectorias erráticas, desordenadas, con formación de torbellinos. Cuando aumenta la velocidad del flujo, la tendencia al desorden crece.



• Tipos de flujos de fluidos :

SEGÚN LA VISCOSIDAD

viscosidad



Fluido ideal

Fluido real

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

22

Es un fluido carente de fricción, es decir no es viscoso, por lo tanto su viscosidad es nula.

Fluidos cuya viscosidad es distinta de cero.

$$Re = \frac{\rho V.D}{\mu} = \frac{V.D}{\nu}$$

ρ = Densidad del Fluido
 V = Velocidad Media del flujo
 D = Diámetro
 μ = Viscosidad Dinámica del fluido
 ν = Viscosidad cinética



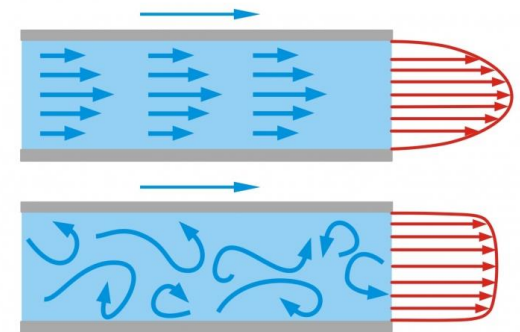
- $Re < 2100$ Flujo Laminar.
- $2100 \leq Re < 4000$ Flujo de Transición
- $Re \geq 4000$ Flujo Turbulento



Para movimiento laminar, la distribución de velocidades en una sección circular es una parábola, con un máximo en el centro y con valor cero en el contorno.



En una tubería de distribución de velocidades en movimiento turbulento es una curva logarítmica. Las partículas chocan entre sí intercambiando energía y las velocidades son mas uniformes.



www.geniospro.com

Datos importantes del número de Reynolds

El número de Reynolds **se aplica a cualquier tipo de flujo de fluidos** como por ejemplo el flujo en conductos circulares o no circulares, en canales abiertos, y el flujo alrededor de cuerpos sumergidos.

El número de Reynolds **sirve para determinar el comportamiento de un fluido**, es decir, para determinar si el flujo de un fluido es laminar o turbulento.

En **conductos y canales** con secciones transversales no circulares la dimensión característica se conoce como **Diámetro Hidráulico** DH y representa una dimensión generalizada del recorrido del fluido.

Aplicaciones

- 1- Tiene aplicaciones prácticas en el flujo de tuberías y en canales de circulación de líquidos, flujos confinados, en particular en medios porosos.
- 2- El número de Reynolds se aplica en las pruebas del túnel de viento para estudiar las propiedades aerodinámicas de varias superficies, especialmente en el caso de vuelos de aviones.
- 3- En el proceso de regado de los jardines y huertos en el que se necesita conocer el caudal de agua que sale de las tuberías. Para obtener esta información se determina la pérdida de carga hidráulica que está relacionada con la fricción que existe entre el agua y las paredes de las tuberías. La pérdida de carga se calcula una vez que se obtiene el número de Reynolds.

2.- Número de Froude

El **número de Froude (Fr)** es un número adimensional que relaciona el efecto de las **fuerzas de inercia** y las **fuerzas de gravedad** que actúan sobre un fluido. Debe su nombre al ingeniero hidrodinámico y arquitecto naval inglés William Froude (1810 - 1879). De esta forma, el número de Froude se puede escribir como:



GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE

$$Fr^2 = \frac{\text{fuerzas de inercia}}{\text{fuerzas de gravedad}}$$

www.geniospro.com

Número de Froude en canales abiertos

El número de Froude en canales abiertos nos informa del **estado del flujo hidráulico**. El número de Froude en un canal se define como:

$$F_R = \frac{v}{\sqrt{gD_H}}$$

Siendo:

- v : velocidad media de la sección del canal [m/s]
- DH : profundidad hidráulica (A/T) [m], siendo A el área de la sección transversal del flujo y T el ancho de la lámina libre
- g : aceleración de la gravedad [m/s^2]

En el caso de que:

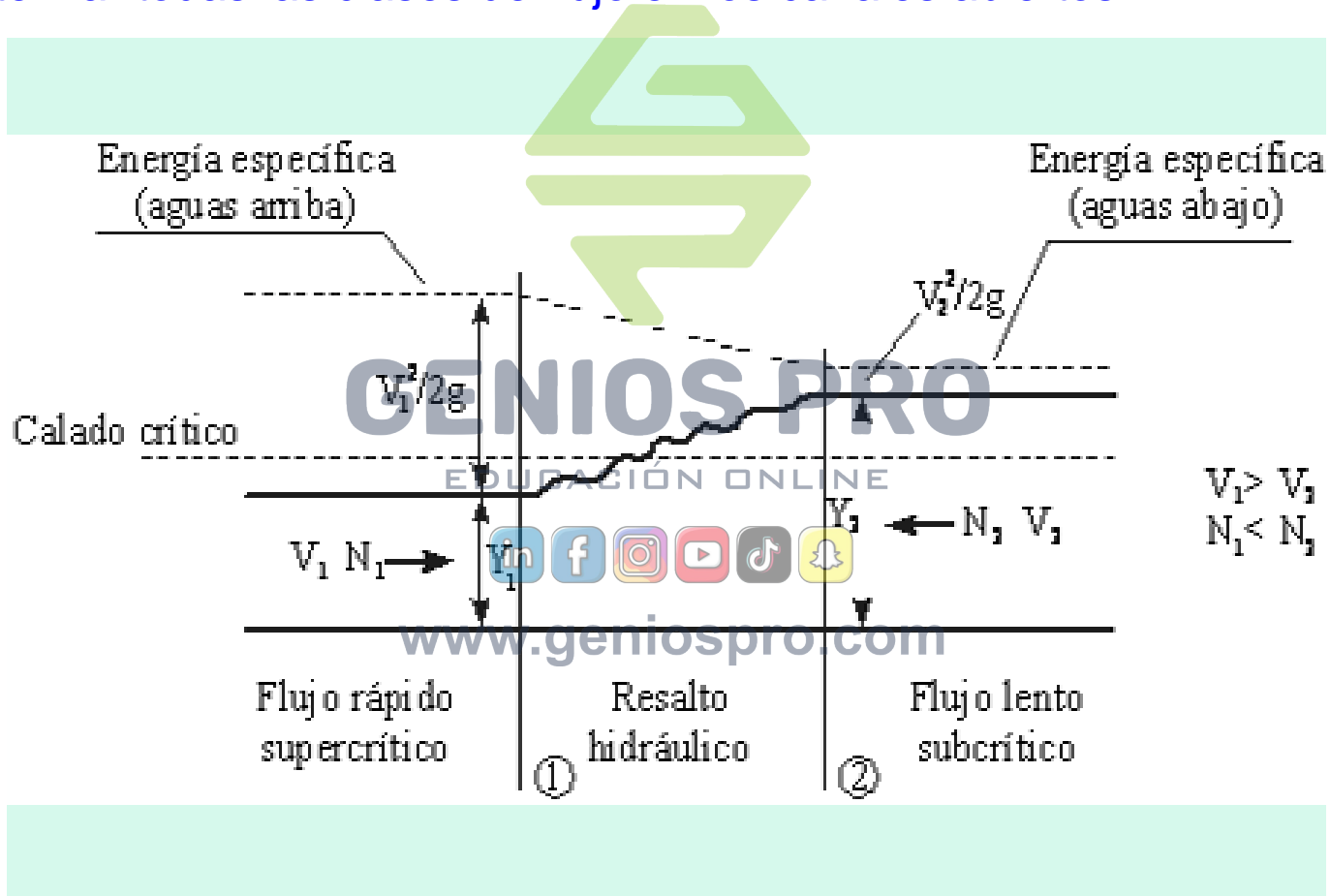


www.geniospro.com

- Sea $F_R > 1$ el régimen del flujo será **supercrítico**
- Sea $F_R = 1$ el régimen del flujo será **crítico**
- Sea $F_R < 1$ el régimen del flujo será **subcrítico**

Número de Froude

El numero de Reynolds y los términos laminar y turbulentos no bastan para caracterizar todas las clases de flujo en los canales abiertos.



NÚMERO DE FROUDE

El número de Froude en hidráulica señala la relación que existe entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitatorias para un fluido. Por lo tanto, es una manera de designar el siguiente cociente:



$$N_F = \frac{\text{Fuerzas de inercia}}{\text{Fuerzas de gravedad}}$$

$$N_F = \frac{v}{\sqrt{gL}}$$

GENIOS PRO

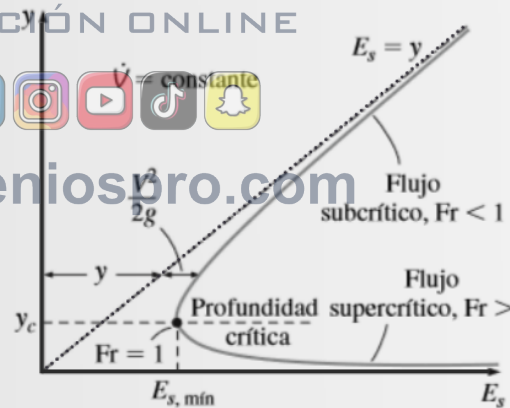


CLASIFICACIÓN DEL FLUJO

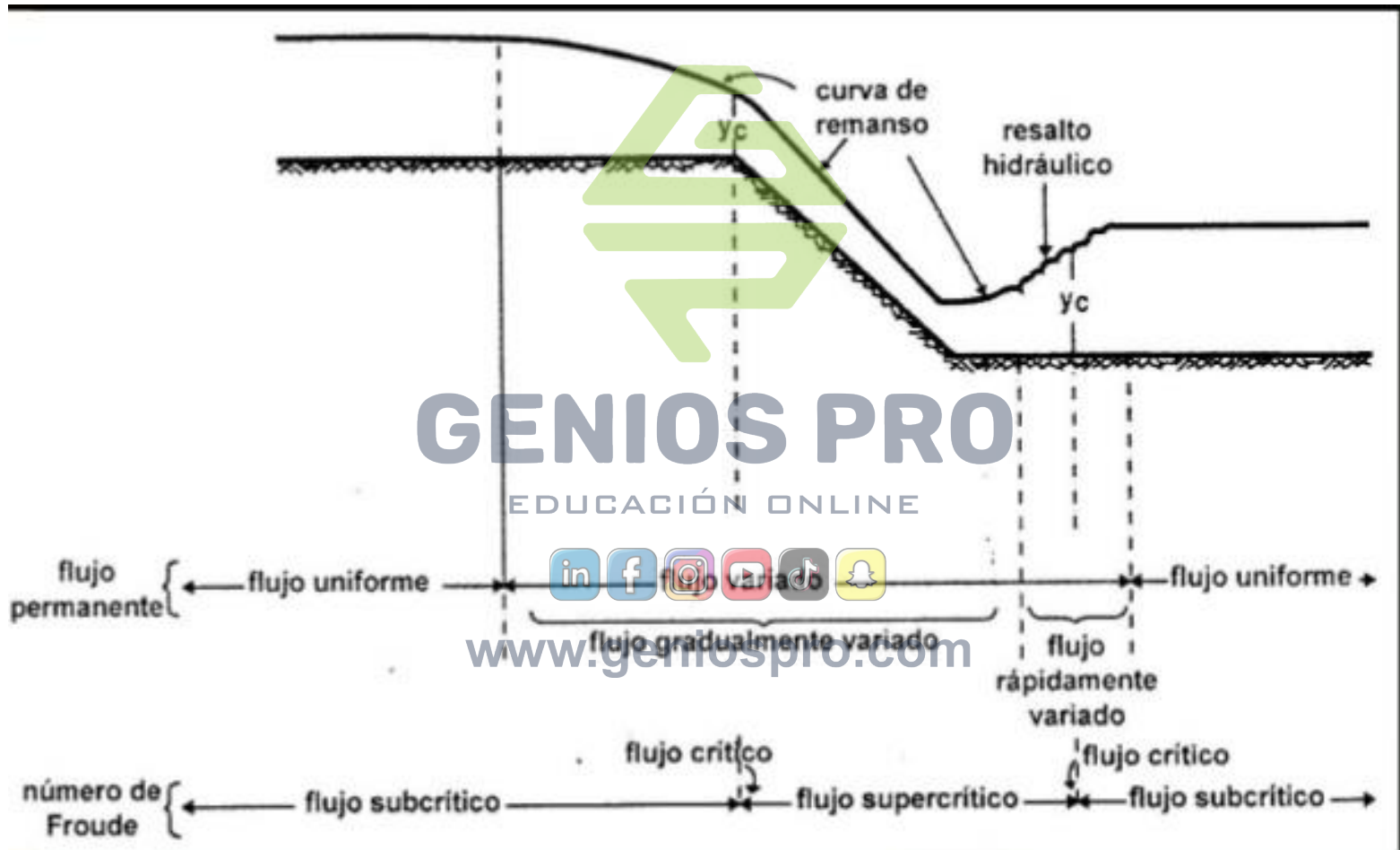
$N_F < 1$ Flujo es Subcrítico

$N_F = 1$ Flujo es Crítico

$N_F > 1$ Flujo es Supercrítico



Tipo de flujo en canales abiertos



3.- Número de Mach

El número Mach (M), conocido en el uso coloquial como mach, es una medida de **velocidad relativa** que se define como el cociente entre la **velocidad de un objeto** y la **velocidad del sonido** en el medio en que se mueve dicho objeto. Dicha relación puede expresarse según la ecuación:

$$M = \frac{V}{V_s}$$

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



Es un número adimensional normalmente usado para describir **la velocidad de los aviones**. **Mach 1** equivale a la velocidad del sonido, Mach 2 es dos veces la velocidad del sonido.

Normalmente, las velocidades de vuelo se clasifican según su número de Mach en:

- Subsónico ($M < 0,7$)
- Transónico ($0,7 < M < 1,2$)
- Supersónico ($1,2 < M < 5$)
- Hipersónico ($M > 5$).

GENIOS PRO
EDUCACIÓN ONLINE



www.geniospro.com

4.- Número de Prandtl

El número de Prandtl (Pr) es un número adimensional proporcional al cociente entre la **velocidad de difusión de la cantidad de momento (viscosidad)** y **la difusividad térmica**. Se llama así en honor al ingeniero y físico alemán Ludwig Prandtl.

$$Pr = \frac{\nu}{\alpha} = \frac{\text{velocidad de difusión de la cantidad de movimiento}}{\text{velocidad de difusión de calor}} = \frac{c_p \mu}{k}$$

En donde:

- ν es la viscosidad cinemática
- α es la difusividad térmica.
- c_p es la calor específico a presión constante.
- μ es la viscosidad.
- k es la conductividad térmica.

GENIOS PRO

EDUCACIÓN ONLINE

www.geniospro.com