



# INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS

Fundamentos, Comportamiento y  
Aplicaciones en la Ingeniería Civil

# La Omnipresencia del Flujo



**Natural flows and weather**  
© Vol. 16/Photo Disc.



**Aircraft and spacecraft**  
© Vol. 1/Photo Disc.



**Power plants**  
© Vol. 57/Photo Disc.



**Wind turbines**  
© Vol. 17/Photo Disc.



**Human body**  
© Vol. 110/Photo Disc.



**Cars**  
Photo by John M. Cimbala.



**Piping and plumbing systems**  
Photo by John M. Cimbala.



**Industrial applications**  
Courtesy UMDE Engineering, Contracting, and Trading. Used by permission.



**Weather satellite**  
© Vol. 16/Photo Disc.



**Boats**  
© Vol. 5/Photo Disc.

*“La Mecánica de Fluidos es enorme... Bien pensado, casi todas las cosas que existen en este planeta o son un fluido o se mueven inmersas o cerca de un fluido.”*

– Çengel y Cimbala

Desde el flujo sanguíneo microscópico hasta la aerodinámica de un avión supersónico, el diseño moderno depende del comportamiento de los fluidos.

# ¿Qué es la Mecánica de Fluidos?

## El Objeto

Líquidos y Gases.

Sustancias en fase líquida o gaseosa.

## El Estado

En reposo o en movimiento.

El espectro completo de la interacción física.

## El Motor Físico

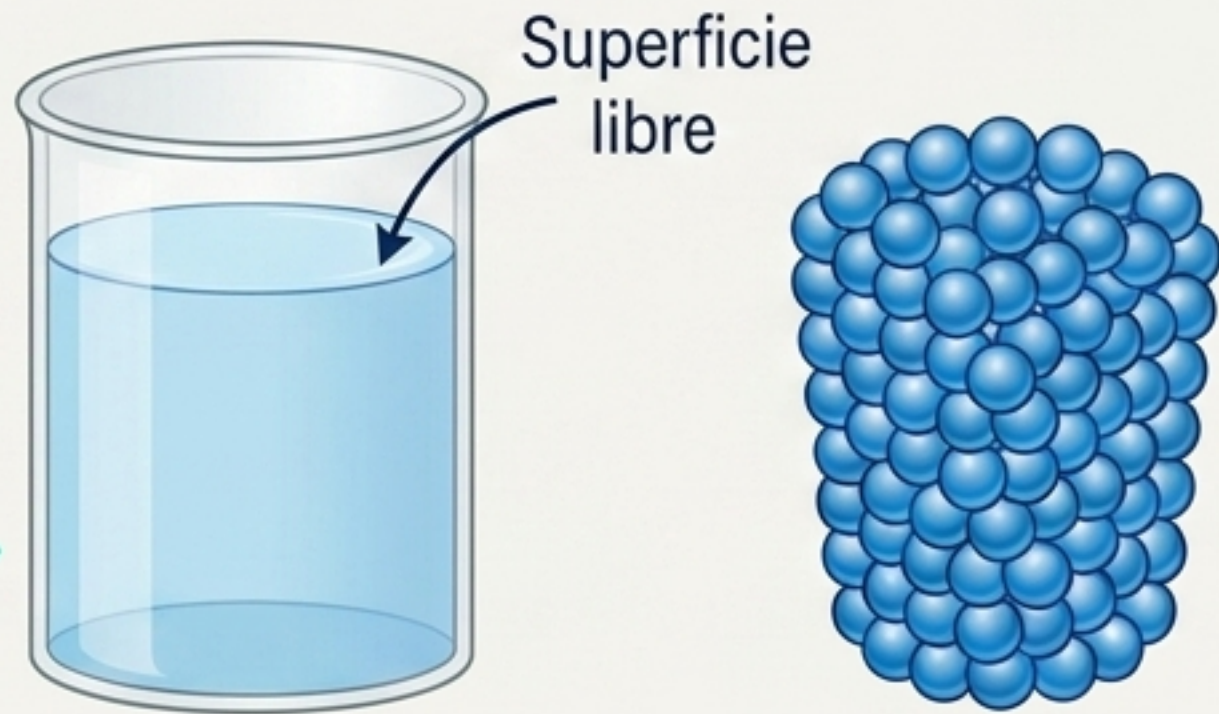
Leyes de conservación.

Masa-Energía y Fuerza-Momento.

La disciplina dentro de la mecánica aplicada que analiza el comportamiento de fluidos basándose en las leyes fundamentales de la física.

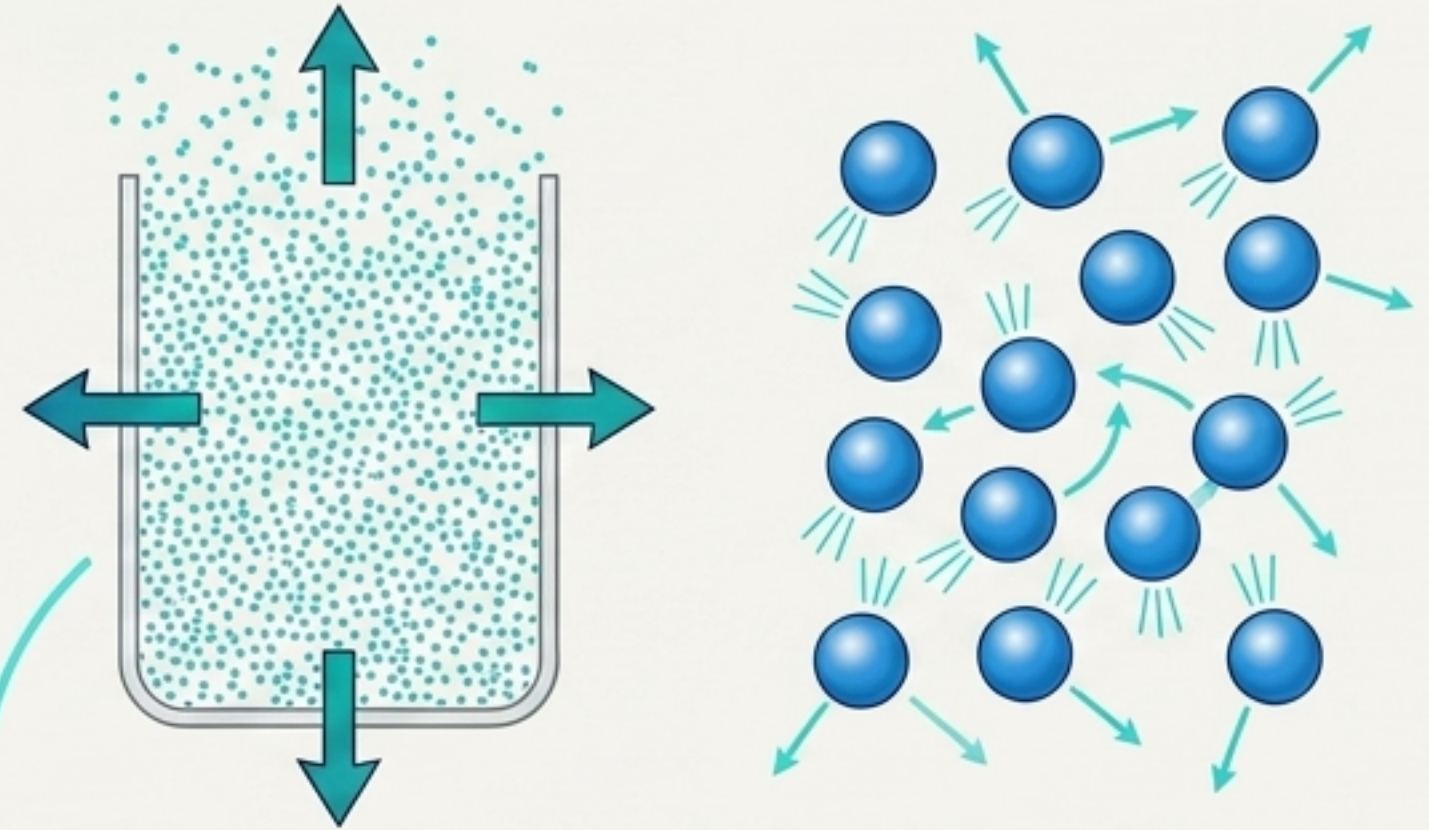
# Las Dos Fases del Fluido

## Líquidos



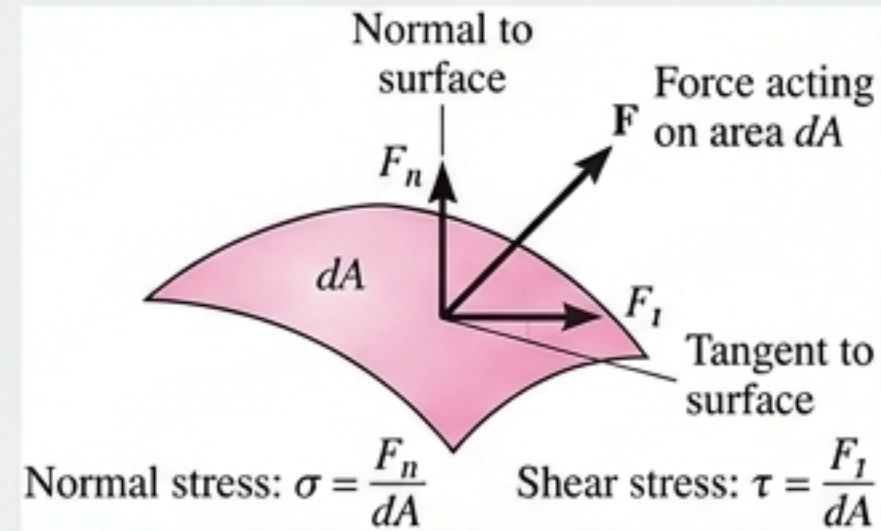
- Prácticamente incompresibles.
- Forman una superficie libre definida cuando están en un recipiente.

## Gases



- Altamente compresibles.
- Se expanden hasta ocupar todo el volumen disponible.

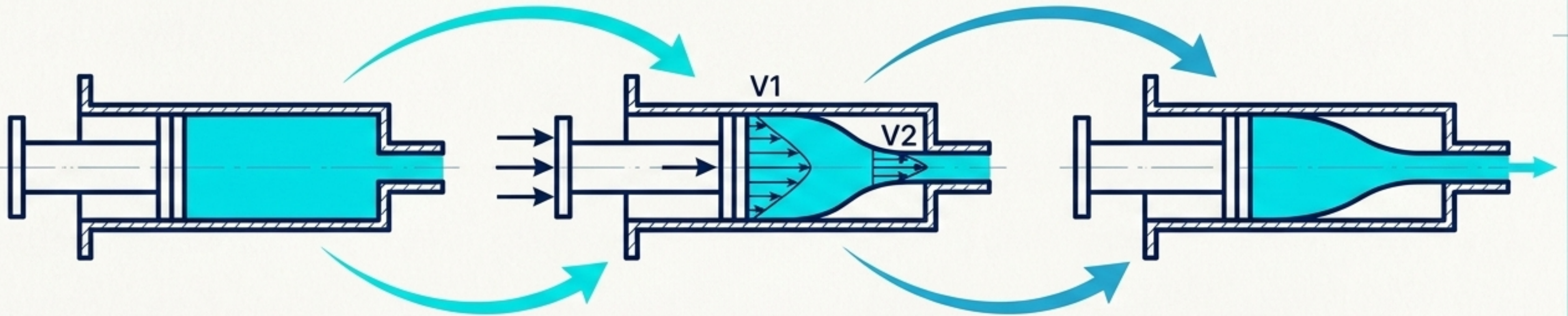
# El Límite Decisivo: Esfuerzo Cortante ( $\tau$ )



El Sólido	El Fluido
<p>Sólido Esfuerzo cortante <math>\tau</math> <math>\Delta\alpha</math></p>	<p>Fluido Esfuerzo cortante <math>\tau</math></p>
Sólido	Fluido
Resiste con deformación estática	No puede resistir, se deforma continuamente
Se detiene en un ángulo fijo ( $\Delta\alpha$ )	Nunca se detiene, fluye infinitamente

La distinción fundamental radica exclusivamente en la capacidad (o incapacidad) de resistir una tensión tangencial que tiende a cambiar su forma

# Visualizando la Deformación Continua



## Paso 1: $t=0$

El fluido ocupa un volumen inicial con una geometría dictada por sus fronteras sólidas.

## Paso 2: Aplicación de Fuerza

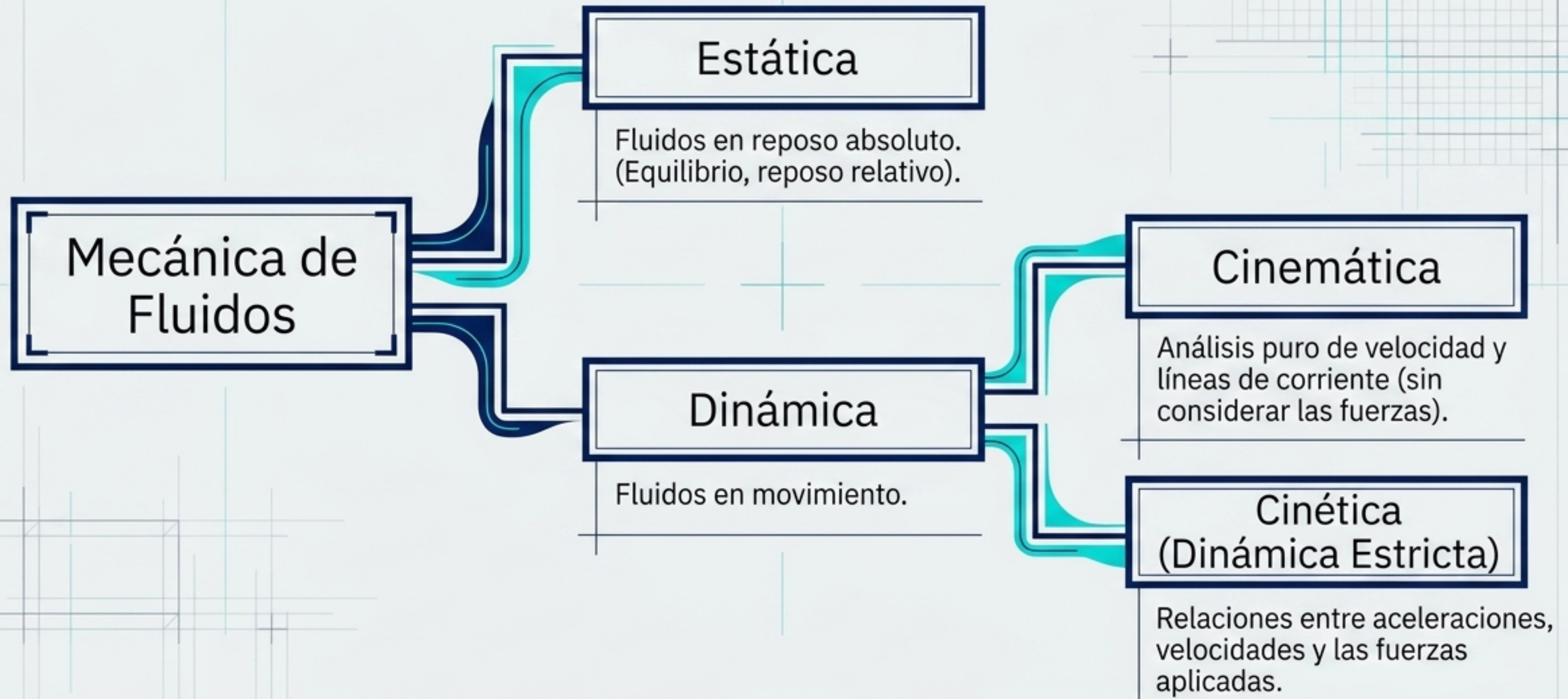
Se introduce una fuerza externa (presión en el émbolo), generando un gradiente de velocidad ( $V_1$ ,  $V_2$ ).

## Paso 3: $t=\delta t$

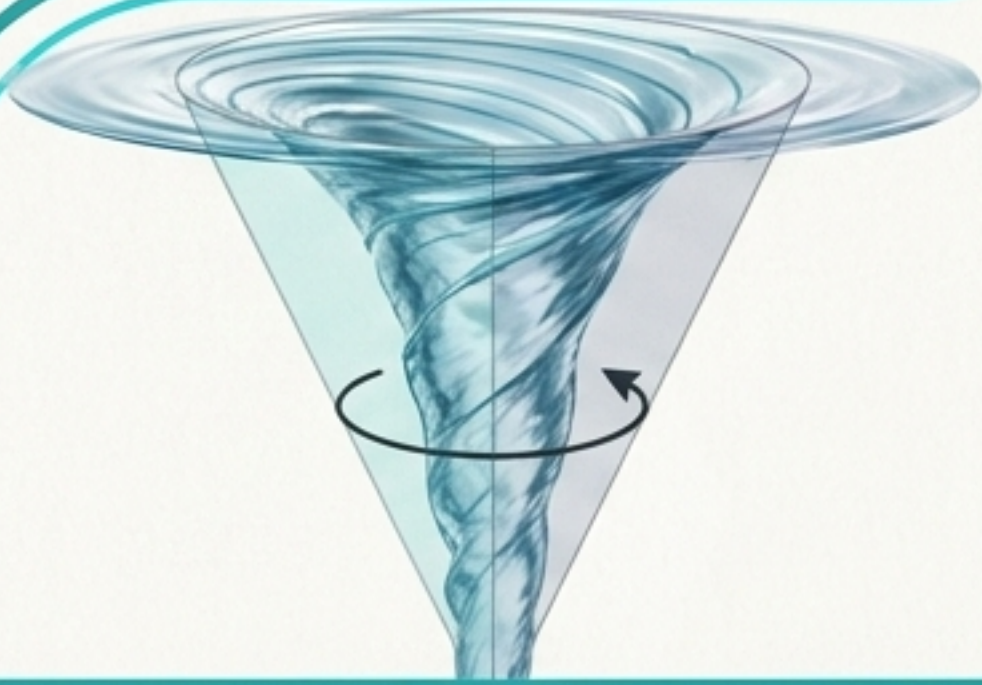
El mismo paquete de fluido ha cambiado de forma de manera irreversible y continua al pasar por una constricción.

Mientras exista una fuerza externa, la deformación de la geometría del fluido no tiene un punto de parada.

# El Mapa de Conocimiento: Ramas de la Mecánica



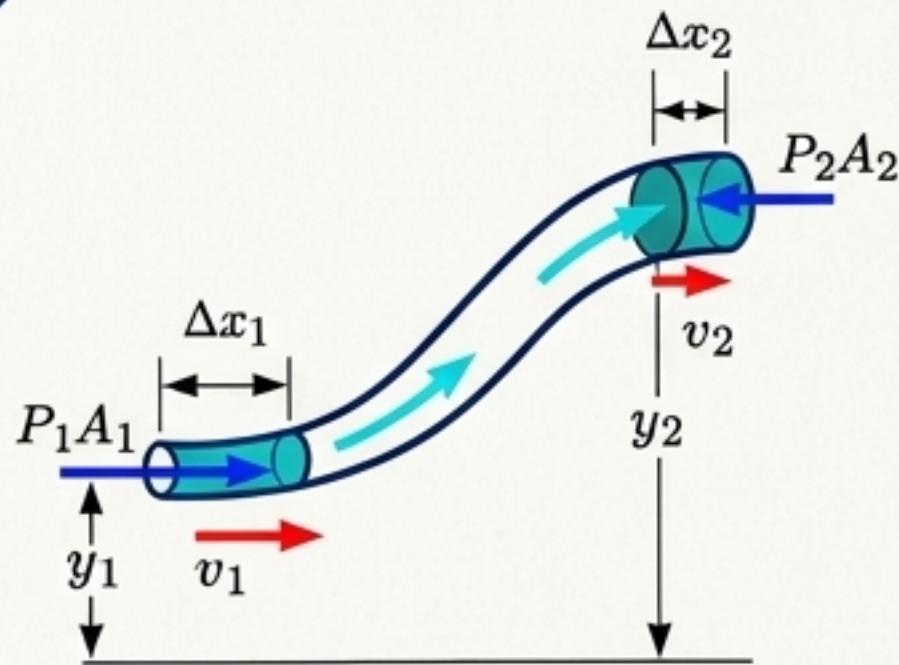
# Diseccionando el Movimiento



## Cinemática

### Foco: La geometría del flujo.

Estudio de la velocidad y las líneas de corriente. No se consideran ni la energía ni las fuerzas externas. Pura observación del trayecto.



## Dinámica

### Foco: El motor del flujo.

Estudio integral que vincula la velocidad con las aceleraciones y las fuerzas mecánicas (presión, gravedad, fricción) ejercidas sobre el fluido.

# La Evolución del Análisis de Fluidos

## Era 1: Hidrodinámica Clásica (Teoría)

$$\frac{P}{\rho} + \frac{1}{2}v^2 + gz = \text{constante}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0$$

$$\frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} = -\frac{1}{\rho}\nabla P + \mathbf{g}$$

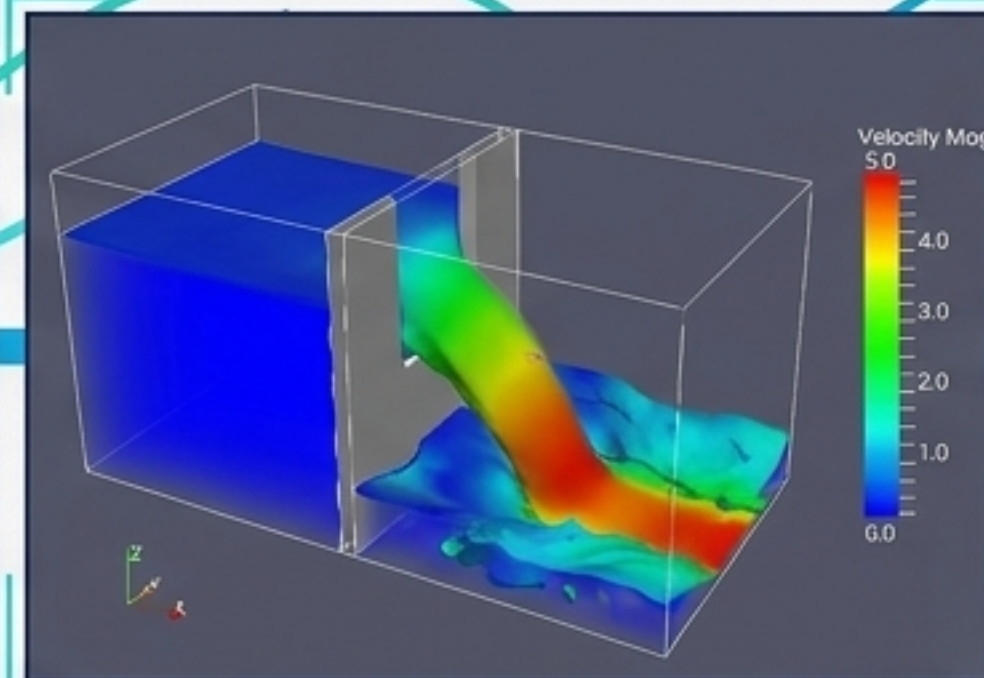
Estudio de fluidos imaginarios (sin fricción) y uso de fórmulas empíricas. (Hidráulica si es agua).

## Era 2: Mecánica Moderna (Fusión)



Combinación de la rigurosa mecánica clásica con datos experimentales en laboratorios físicos para verificar teorías.

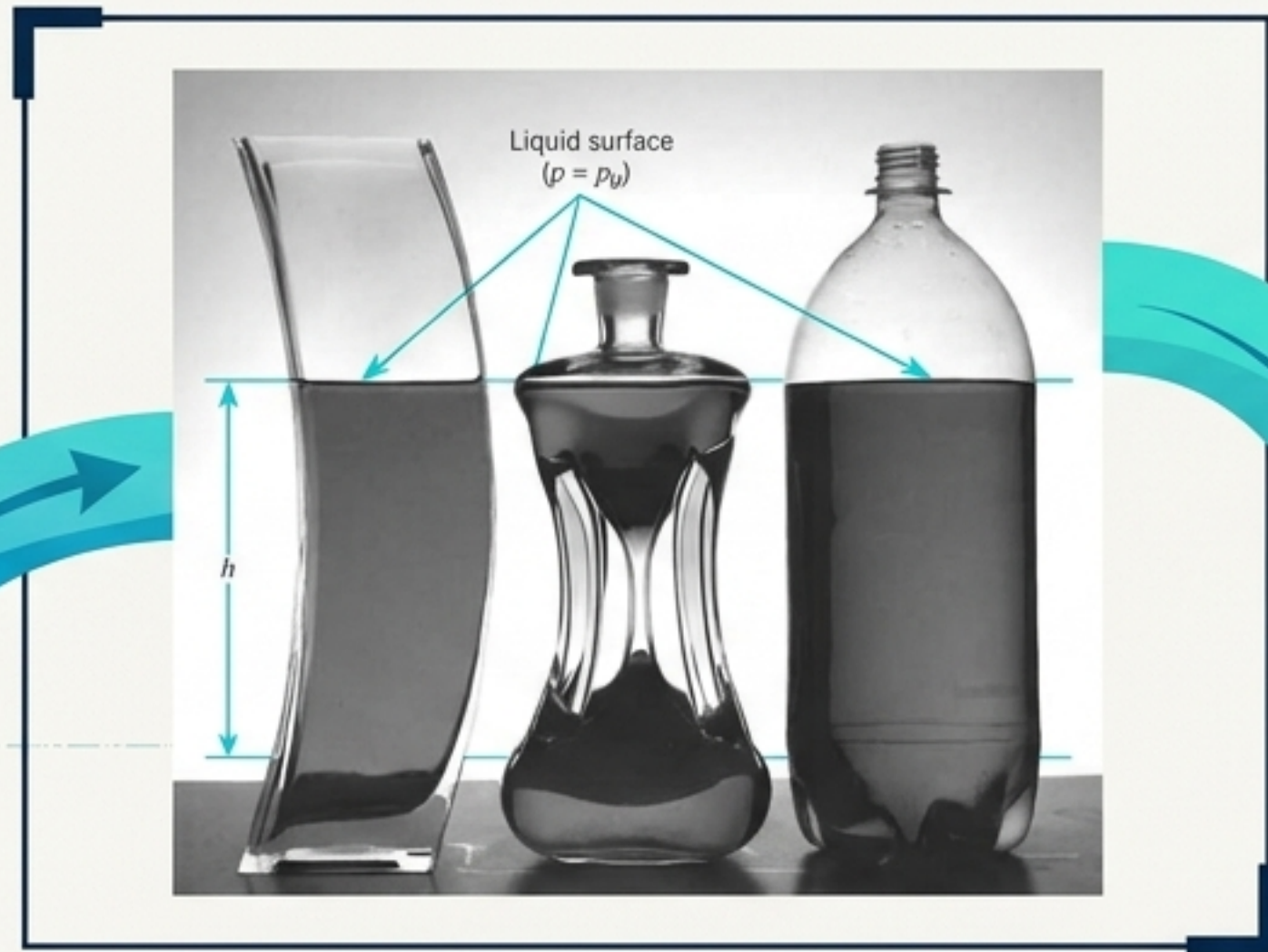
## Era 3: CFD (Computacional)



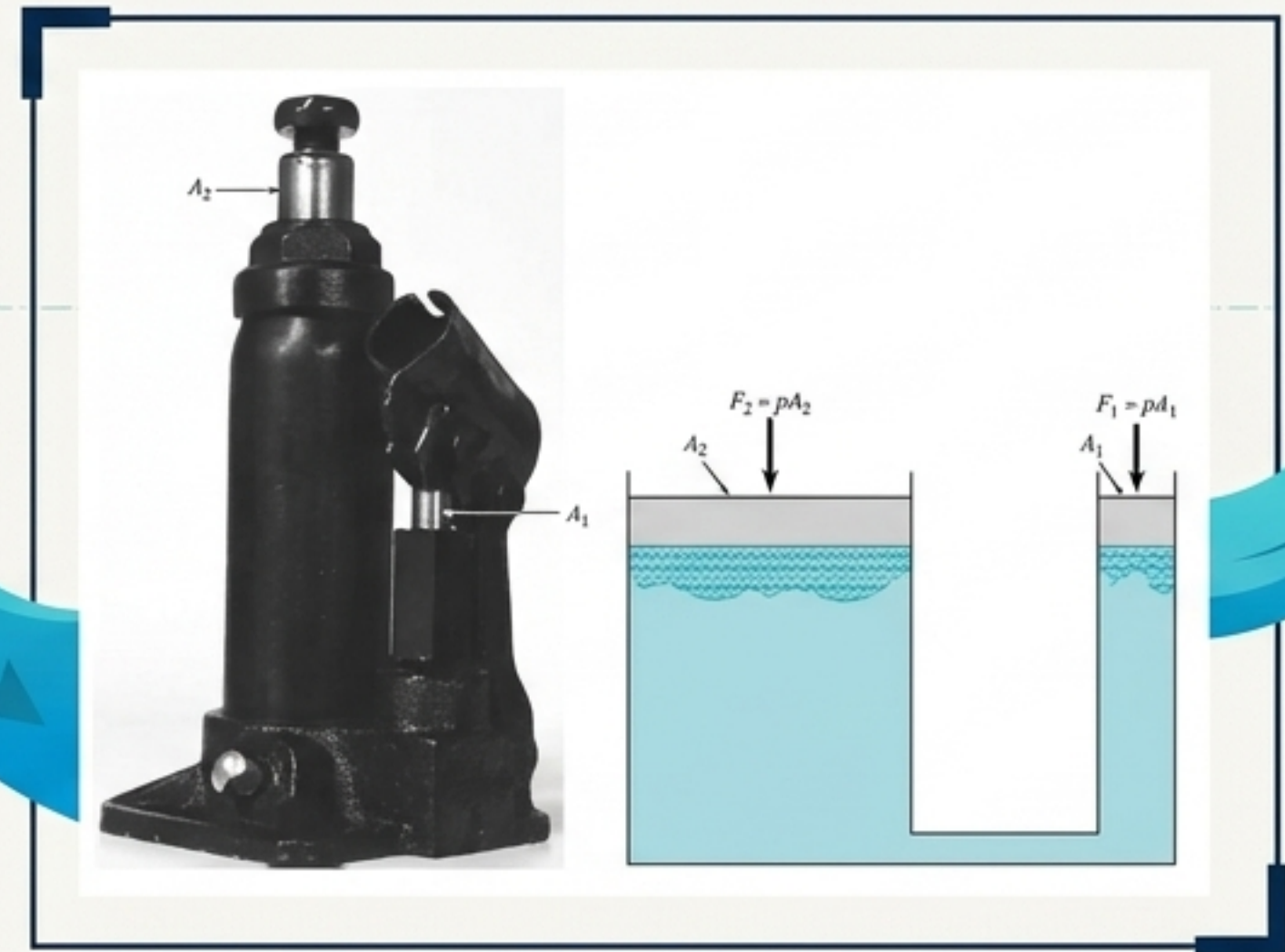
Dinámica de Fluidos Computacional. Solución numérica de complejas ecuaciones mediante potentes simulaciones de software.

# Estática Aplicada: La Fuerza en Reposo

La estática de fluidos es la base de la infraestructura que contiene agua.



La presión depende de la profundidad ( $h$ ) y el peso específico ( $\gamma$ ), sin importar la forma del recipiente.



Principio multiplicador de fuerza ( $F_1/A_1 = F_2/A_2$ ) aplicado a gatos hidráulicos y maquinaria pesada.

# El Lienzo de la Ingeniería Civil

## Generación de Energía

Centrales hidroeléctricas (C.H. Barba Blanca, Moyopampa), aprovechamiento de la energía cinética del agua.



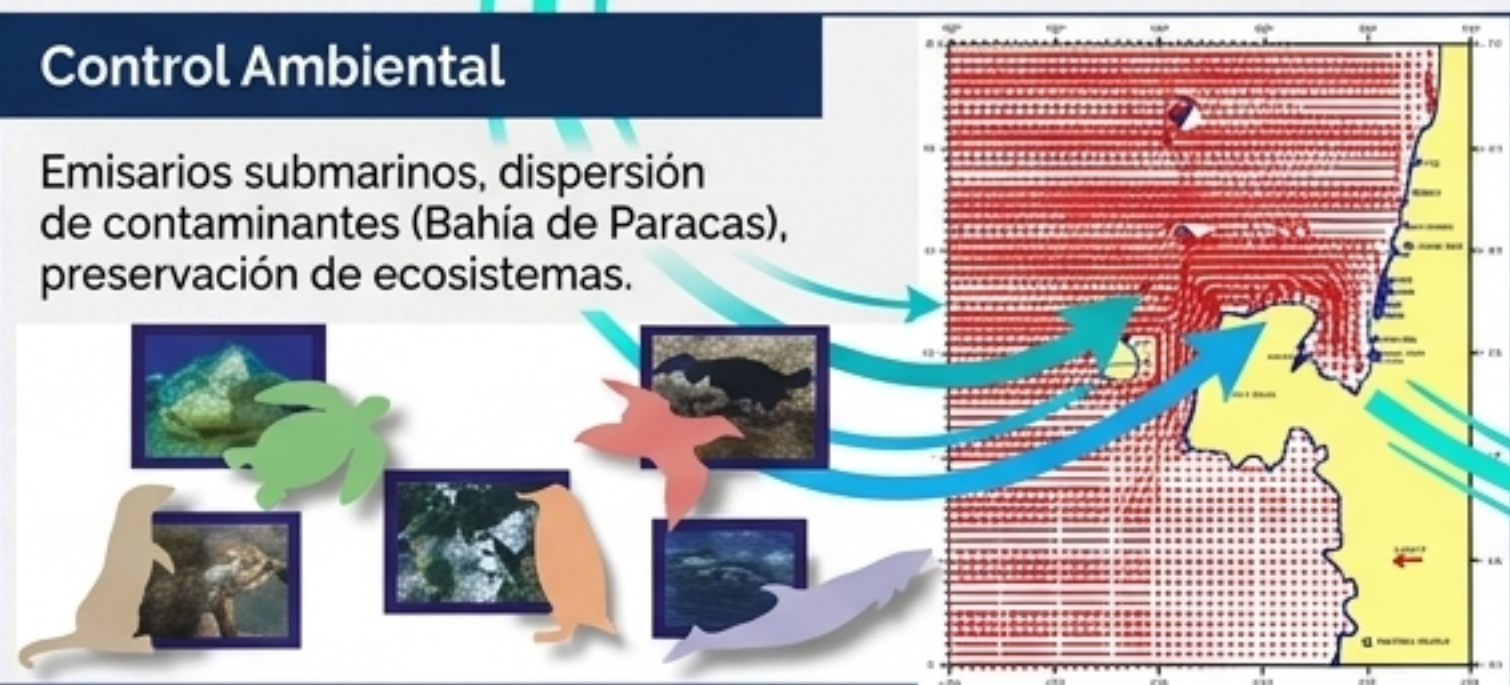
## Transporte de Fluidos

Acueductos milenarios (Cumbemayo) y gasoductos modernos (Camisea). Guiar el flujo continuo a través de cientos de kilómetros.



## Control Ambiental

Emisarios submarinos, dispersión de contaminantes (Bahía de Paracas), preservación de ecosistemas.



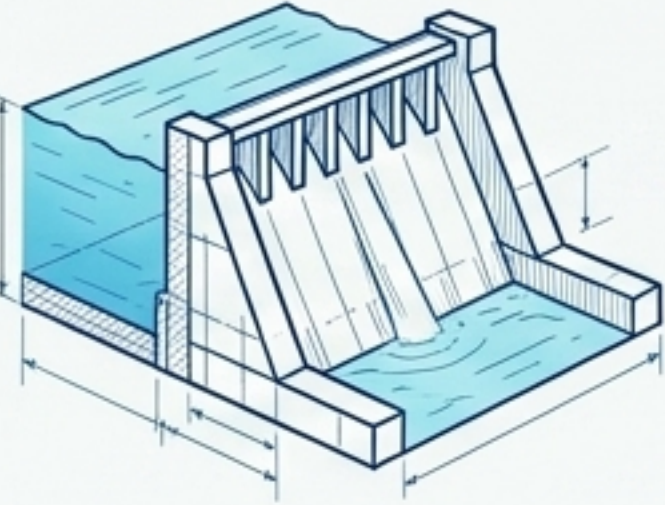
## Transporte e Infraestructura

Interacción de buques, canales, y puertos fluviales o marítimos (Iquitos, Paita) con las fronteras del agua.



# Síntesis: El Diseño Dictado por el Flujo

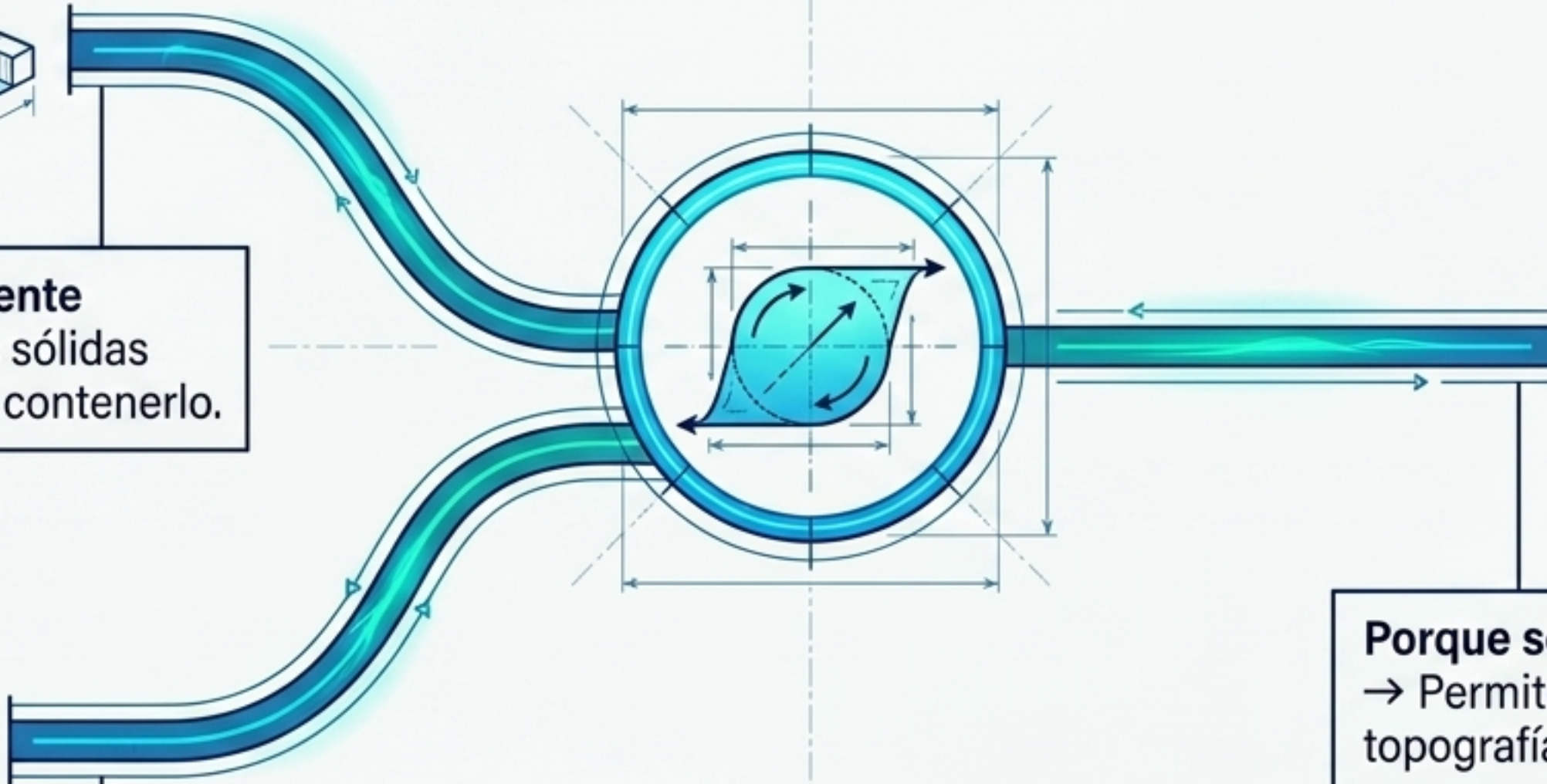
La incapacidad de un fluido para resistir el esfuerzo cortante es su característica más destructiva y, a la vez, la más útil.



**Porque fluye infinitamente**  
→ Requiere estructuras sólidas colosales (presas) para contenerlo.



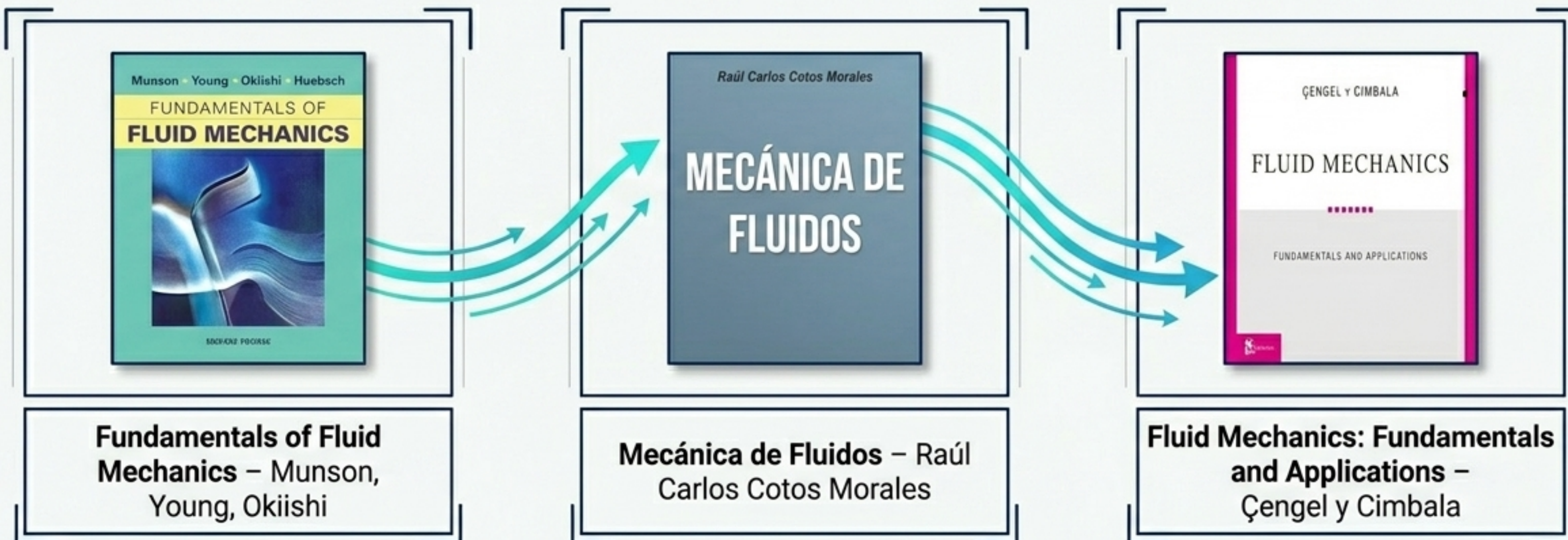
**Porque no se detiene bajo presión**  
→ Garantiza el giro ininterrumpido de las turbinas hidroeléctricas.



**Porque se deforma continuamente**  
→ Permite que las tuberías sigan la topografía del terreno sin romperse.

# Fundamentos y Bibliografía

El estudio riguroso requiere fuentes rigurosas. La teoría y aplicaciones presentadas están fundamentadas en los pilares de la ingeniería moderna:



El dominio de los fluidos es el primer paso hacia la construcción del futuro de la infraestructura.