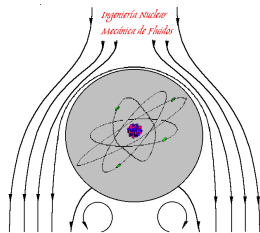


eman ta zabal zazu

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos



Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

ANÁLISIS DIMENSIONAL

El **Análisis Dimensional** es la herramienta que nos ayuda a *simplificar* el estudio de un problema concreto, ya que nos permite *reducir el número de variables* necesarias para analizar un determinado sistema. Mediante este método podemos obtener una serie de *parámetros adimensionales* que relacionan las variables físicas implicadas en el flujo a estudiar.

El análisis dimensional es un método de análisis que puede utilizarse para cualquier fenómeno físico y cuya base fundamental está en el **conocimiento** de las variables físicas que intervienen en el fenómeno, es decir, *la base es el estudio y conocimiento previo del proceso y de todas las variables que intervienen en él*, y en la ecuación de dimensiones de cada una de dichas variables físicas

Ventaja: Predecir los resultados de un proyecto, en base a los obtenidos ensayando con un modelo a escala reducida.

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

ANÁLISIS DIMENSIONAL

Primer principio del análisis dimensional:

Toda ecuación de dimensiones de cualquier magnitud física tiene que adoptar la forma de producto de potencias de las dimensiones fundamentales.

Segundo principio del análisis dimensional:

Las constantes dimensionales que aparezcan en fórmulas de uso científico deben estar constituidas, sus dimensiones, por productos de potencias de las dimensiones del sistema elegido.

Principio de homogeneidad dimensional

En una ecuación física o matemática, todos sus términos deben tener la misma ecuación de dimensiones, es decir, deben ser homogéneos.

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

ANÁLISIS DIMENSIONAL

TEOREMA DE π O DE VASCHY - BUCKINGHAM:

Las cosas en la naturaleza no suceden aleatoriamente y por ello un fenómeno físico puede ser estudiado con arreglo a la variación de $(n-m)$ parámetros adimensionales siendo $(n-1)$ el número de variables independientes del fenómeno y (m) el número de entidades fundamentales.

Pasos para obtener los parámetros adimensionales:

1. Analizar el fenómeno físico a estudiar y determinar todas las variables implicadas en el mismo.
2. Seleccionar las variables o entidades fundamentales o primarias.
3. Obtener la ecuación de dimensiones de todas las variables, que intervienen en el fenómeno físico, en función de las dimensiones de las variables o entidades fundamentales.
4. Seleccionar las variables repetidas, tantas como entidades fundamentales.
5. Establecer las $n-m$ ecuaciones dimensionales.
6. Comprobar que los parámetros que se han obtenido son realmente adimensionales.

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

ANÁLISIS DIMENSIONAL

Número de Reynolds. Representa la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de viscosidad.

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot D}{\mu}$$

Número de Euler. Representa el cociente entre las fuerzas de presión y las de inercia.

$$Eu = \frac{\Delta P}{\rho \cdot v^2}$$

Número de Froude. Representa la relación entre las fuerzas de inercia y las gravitatorias.

$$Fr = \frac{v^2}{g \cdot L}$$

Número de Weber. Representa el cociente entre las fuerzas de inercia y las de tensión superficial.

$$We = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot L}{\sigma}$$

Número de Mach. Representa el cociente entre las fuerzas de inercia y las fuerzas de compresibilidad.

$$M^2 = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot L^2}{K \cdot L^2} \Rightarrow M = \frac{v}{\sqrt{K/\rho}} = \frac{v}{c}$$

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

LEYES DE SEMEJANZA

1. **Semejanza geométrica:** La primera semejanza o analogía que deberá existir es la *geométrica*, habiendo de tener entre dos máquinas o procesos semejantes una correspondencia biunívoca punto por punto. A estos puntos correspondientes de prototipo y modelo se les denomina homólogos.

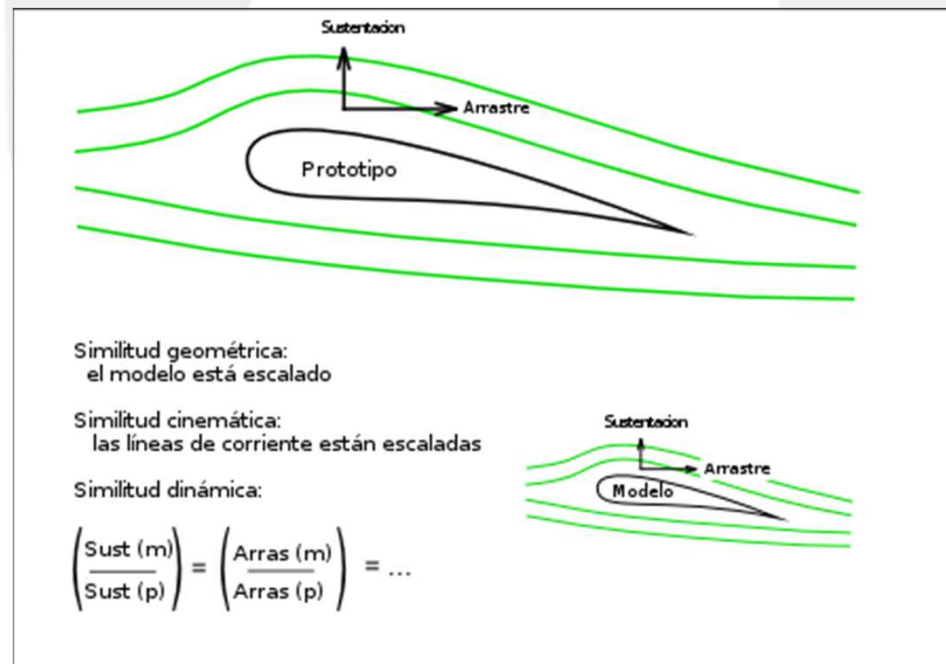


Fig. 14.1 Semejanza geométrica en modelo y prototipo (escalado)

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

LEYES DE SEMEJANZA

2. **Semejanza cinemática:** Si en sistemas geoméricamente semejantes se producen movimientos, será necesario introducir el concepto de tiempos y posiciones homólogas.

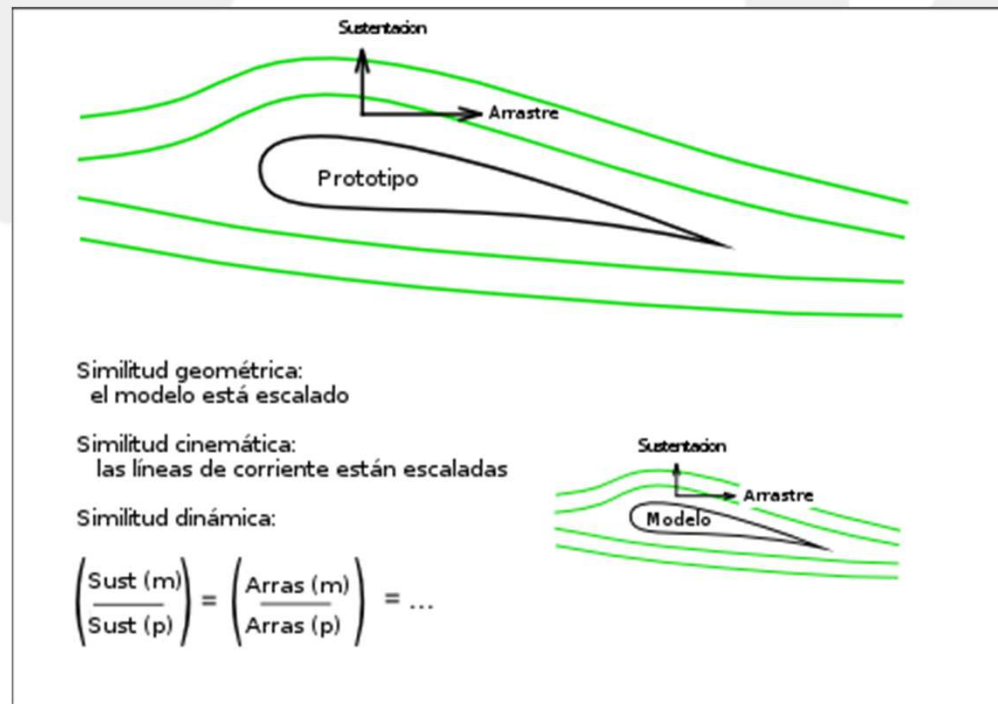


Fig. 14.2 Semejanza cinemática en modelo y prototipo (líneas de corrientes escaladas)

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

LEYES DE SEMEJANZA

3. **Semejanza dinámica:** Al producirse fuerzas, es necesario que exista, además de las dos semejanzas señaladas en los párrafos precedentes, *semejanza dinámica*, es decir que puntos correspondientes estén sometidos a fuerzas correspondientes.

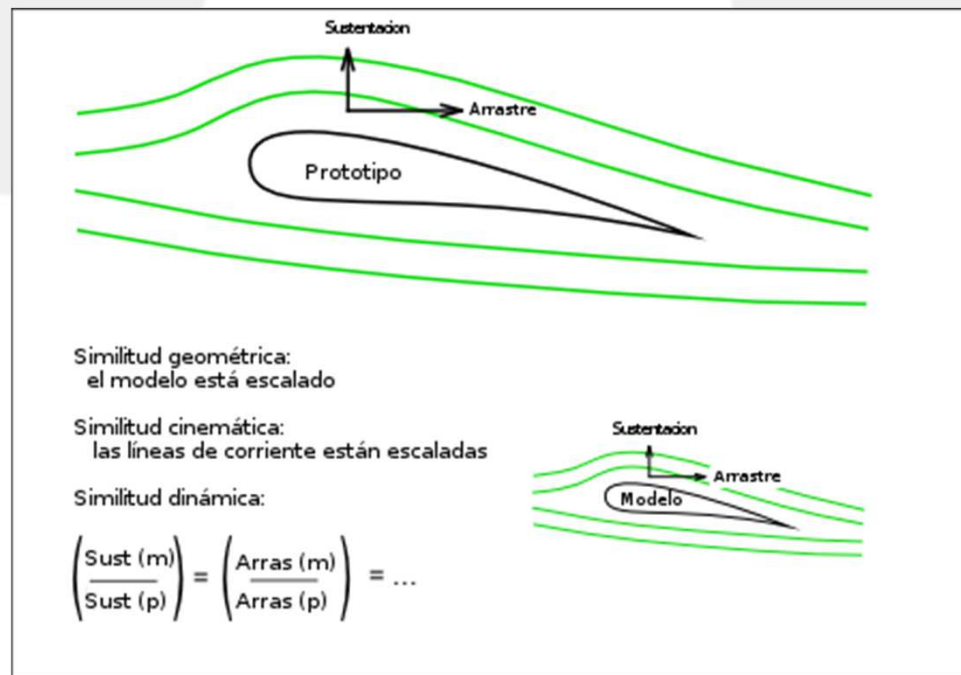


Fig. 14.3 Semejanza dinámica en modelo y prototipo (relación de fuerzas)

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

Cuando dos sistemas son semejantes, los parámetros adimensionales que regulan el fenómeno físico a estudiar, son los mismos y la ley que los relaciona es también la misma; por ello para que se verifique la **semejanza dinámica absoluta** entre modelo y prototipo es condición necesaria que se verifique la igualdad de todos los parámetros adimensionales que intervienen en el fenómeno.

En algunos casos, no es posible obtener la semejanza dinámica completa entre modelo y prototipo debido a que las condiciones que se tienen que cumplir para dicha semejanza, no dejan ningún grado de libertad por lo que modelo y prototipo deberían ser iguales

Por todo esto, es importante analizar en el fenómeno o flujo que se esté estudiando, la importancia de cada uno de los parámetros adimensionales que intervienen. Afortunadamente en un buen número de casos puede prescindirse de la influencia de alguna fuerza o parámetro adimensional, originándose así las **semejanzas incompletas o restringidas**.

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

En el estudio de semejanza aplicada al flujo de fluidos, se pueden diferenciar por su comportamiento, en dos tipos de flujo:

- Flujos en carga. Flujos aislados de la atmósfera exterior, en los que, a menudo, la variación de energía de presión y de posición se verifica de forma conjunta y se expresa por la variación de presión hidrostática
- Flujos en superficie. Al estar en contacto con la atmósfera, las dos variables físicas son independientes, ya que la presión depende de la atmósfera que intervenga, y la cota o energía de posición dependerá de las condiciones o características geométricas del flujo

Por la diferencia indicada, *los parámetros predominantes* en cada caso son diferentes.

Tema 14: Análisis dimensional y Teoría de modelos

SEMEJANZA DE MODELOS

Flujos en carga

En el caso de flujos en carga, “en muchos casos”, *se puede prescindir de la influencia de la gravedad es decir del n° de Froude*, ya que la variación de cota se puede agrupar con la presión en forma de presión hidrostática.

Flujos en superficie

La experiencia indica que la importancia de las fuerzas gravitatorias es muy superior a la de las fuerzas viscosas normalmente, por ello, cuando *no se puede alcanzar la semejanza absoluta, no se tiene en cuenta el número de Reynolds* y se debe verificar además de la *semejanza geométrica la igualdad de números de Froude*.