

Sexta  
edición

# Mecánica de fluidos



PEARSON  
Prentice  
Hall

Robert L. Mott

# ECUACIONES CLAVE

PRESIÓN

$$p = \frac{F}{A} \quad (1-1)$$

RELACIÓN PESO-MASSA

$$w = mg \quad (1-2)$$

MÓDULO DE BULK

$$E = \frac{-\Delta p}{(\Delta V)/V} \quad (1-3)$$

DENSIDAD

$$\rho = m/V \quad (1-4)$$

PESO ESPECÍFICO

$$\gamma = w/V \quad (1-5)$$

GRAVEDAD ESPECÍFICA

$$sg = \frac{\gamma_s}{\gamma_w @ 4^\circ\text{C}} = \frac{\rho_s}{\rho_w @ 4^\circ\text{C}} \quad (1-6)$$

RELACIÓN  $\tau$  -  $\gamma$

$$\tau = \rho g \quad (1-8)$$

VISCOSIDAD DINÁMICA

$$\eta = \frac{\tau}{\Delta v / \Delta y} = \tau \left( \frac{\Delta y}{\Delta v} \right) \quad (2-2)$$

VISCOSIDAD CINEMÁTICA

$$\nu = \eta / \rho \quad (2-3)$$

PRESIÓN ABSOLUTA Y MANOMÉTRICA

$$p_{abs} = p_{ms} + p_{atm} \quad (3-2)$$

RELACIÓN

$$\Delta p = \gamma h \quad (3-3)$$

PRESIÓN-ELEVACIÓN

FUERZA RESULTANTE SOBRE  
UNA PARED RECTANGULAR

$$F_R = \gamma(h/2)A \quad (4-3)$$

FUERZA RESULTANTE SOBRE UN  
ÁREA PLANA SUMERGIDA

$$F_R = \gamma h_c A \quad (4-4)$$

LOCALIZACIÓN DEL CENTRO  
DE PRESIÓN

$$L_p = L_c + \frac{I_c}{L_c A} \quad (4-5)$$

CABEZA PIEZOMÉTRICA

$$h_a = p_a / \gamma \quad (4-14)$$

FUERZA DE FLOTACIÓN

$$F_b = \gamma V_d \quad (5-1)$$

TASA DE FLUJO VOLUMÉTRICO

$$Q = Av \quad (6-1)$$

TASA DE FLUJO DE PESO

$$W = \gamma Q \quad (6-2)$$

TASA DE FLUJO DE MASA

$$M = \rho Q \quad (6-3)$$

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD PARA CUALQUIER FLUIDO

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (6-4)$$

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD PARA LÍQUIDOS

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (6-5)$$

ECUACIÓN DE BERNOULLI

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (6-9)$$

TEOREMA DE TORRICELLI

$$v_2 = \sqrt{2gh} \quad (6-16)$$

TIEMPO REQUERIDO PARA DRENAR UN TANQUE

$$t_2 - t_1 = \frac{2(A_d/A_f)}{\sqrt{2g}} (h_1^{1/2} - h_2^{1/2}) \quad (6-26)$$

ECUACIÓN GENERAL DE LA ENERGÍA

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (7-3)$$

POTENCIA AGREGADA A UN FLUIDO POR UNA BOMBA

$$P_A = h_A W = h_A \gamma Q \quad (7-5)$$

EFICIENCIA DE UNA BOMBA

$$e_M = \frac{\text{Potencia transmitida al fluido}}{\text{Potencia introducida a la bomba}} = \frac{P_A}{P_I} \quad (7-6)$$

POTENCIA EXTRAÍDA DE UN FLUIDO POR UN MOTOR

$$P_R = h_R W = h_R \gamma Q \quad (7-8)$$

EFICIENCIA DE UN MOTOR

$$e_M = \frac{\text{Potencia de salida del motor}}{\text{Potencia transmitida por el fluido}} = \frac{P_O}{P_R} \quad (7-9)$$

NÚMERO DE REYNOLDS  
—SECCIONES CIRCULARES

$$N_R = \frac{vD\rho}{\eta} = \frac{vD}{\nu} \quad (8-1)$$

ECUACIÓN DE DARCY PARA LA PÉRDIDA DE ENERGÍA

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (8-3)$$

ECUACIÓN DE HAGEN-POISEUILLE

$$h_L = \frac{32\eta Lv}{\gamma D^2} \quad (8-4)$$

FACTOR DE FRICCIÓN PARA FLUJO LAMINAR

$$f = \frac{64}{N_R} \quad (8-5)$$

FACTOR DE FRICCIÓN PARA FLUJO TURBULENTO

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log \left( \frac{1}{3.7(D/\epsilon)} + \frac{5.74}{N_R^{0.9}} \right) \right]^2} \quad (8-7)$$

FÓRMULA DE HAZEN-WILLIAMS  
EN UNIDADES DEL SI

$$v = 1.32 C_h R^{0.63} s^{0.54} \quad (8-8)$$



# Mecánica de fluidos

Sexta edición

**Robert L. Mott**

Universidad de Dayton

TRADUCCIÓN

***Javier Enríquez Brito***

Traductor profesional

REVISIÓN TÉCNICA

***Javier León Cárdenas***

Universidad La Salle



México • Argentina • Brasil • Colombia • Costa Rica • Chile • Ecuador  
España • Guatemala • Panamá • Perú • Puerto Rico • Uruguay • Venezuela

MOTT, ROBERT L.

MECÁNICA DE FLUIDOS. Sexta edición.

PEARSON EDUCACIÓN, México, 2006

Área: Ingeniería

ISBN: 970-26-0805-8

Formato: 20 x 25.5 cm

Páginas: 644

Authorized translation from the English language edition, entitled *Applied Fluid Mechanics*, by Robert L. Mott published by Pearson Education, Inc., publishing as PRENTICE HALL, INC., Copyright © 2006. All rights reserved.  
ISBN 0131146807

Traducción autorizada de la edición en idioma inglés, *Applied Fluid Mechanics* por Robert L. Mott, publicada por Pearson Education, Inc., publicada como PRENTICE-HALL INC., Copyright © 2006. Todos los derechos reservados.

Esta edición en español es la única autorizada.

#### Edición en español

Editor: Pablo Miguel Guerrero Rosas  
e-mail: pablo.guerrero@pearsoned.com  
Editor de desarrollo: Bernardino Gutiérrez Hernández  
Supervisor de producción: Enrique Trejo Hernández

#### Edición en inglés

Editor: Deborah Yarnell  
Editorial Assistant: ReeAnne Davies  
Production Editor: Kevin Happell  
Design Coordinator: Diane Emsberger  
Cover Designer: Ali Mohiman  
Cover art: Getty Images  
Production Manager: Deidra Schwartz  
Director of Marketing: David Gesell  
Marketing Manager: Jimmy Stephens  
Marketing Coordinator: Elizabeth Farrell

SEXTA EDICIÓN, 2006

D.R. © 2006 por Pearson Educación de México, S.A. de C.V.  
Atacomulco 500-5to. piso  
Industrial Atoto  
53519, Naucalpan de Juárez, Edo. de México  
E-mail: editorial.universidades@pearsoned.com

Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.  
Reg. Núm. 1031.

Prentice Hall es una marca registrada de Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, por fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.

El préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso de este ejemplar requerirá también la autorización del editor o de sus representantes.

ISBN: 970-26-0805-8

Impreso en México. Printed in Mexico.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 - 09 08 07 06



LITOGRAFÍA NORAMEX, S.A.  
CENTENO No. 1021  
COL. GRANAS ESMERALDA  
09810 MÉXICO, D.F.







# Prefacio

## Introducción

El objetivo de este libro es presentar los principios de la mecánica de fluidos y la aplicación de estos principios a problemas prácticos. Se hace hincapié sobre todo en las propiedades de los fluidos; la medición de la presión, densidad y flujo; la estática de los fluidos; el flujo en tuberías y conductos no circulares; la selección de bombas y su aplicación; el flujo en canales abiertos; las fuerzas que desarrollan los fluidos en movimiento; el diseño y análisis de ductos para calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVAA); y el flujo de aire y otros gases.

Se presentan aplicaciones en el campo de la mecánica; inclusive la distribución de fluidos industriales y el flujo de potencia en la CVAA; en el campo de la química, que incluye el flujo en sistemas de procesamiento de materiales; y en áreas de los campos de la ingeniería civil y ambiental, donde el objetivo principal es la capacidad de aplicar los principios de la mecánica de fluidos.

Se espera que quienes utilicen este libro sepan álgebra, trigonometría y mecánica. Una vez asimilado el texto, el estudiante deberá ser capaz de diseñar y analizar sistemas prácticos del flujo de fluidos y continuar su aprendizaje en el campo. Después de este curso, los estudiantes podrían emprender la lectura de otros cursos de aplicación, como el flujo de potencia, la CVAA, e hidráulica civil. En forma alternativa, es posible emplear este libro para enseñar temas selectos de mecánica de fluidos dentro de tales cursos.

## Enfoque

El enfoque de este libro facilita que el estudiante se involucre en el aprendizaje de los principios de la mecánica de fluidos en seis niveles:

1. Comprensión de los conceptos.
2. Reconocimiento del enfoque lógico hacia las soluciones de los problemas.
3. Capacidad de realizar los análisis y cálculos requeridos en las soluciones.
4. Capacidad de criticar el diseño de un sistema dado y recomendar mejoras.
5. Diseñar sistemas de fluidos, prácticos y eficientes.
6. Empleo de enfoques asistidos por computadora, para diseñar y analizar sistemas de flujo de fluidos.

Este enfoque de niveles múltiples ha contribuido con éxito a que los estudiantes tengan confianza en su capacidad para diseñar y analizar sistemas de fluidos.

Se presentan los conceptos en lenguaje claro, y se ilustran por medio de referencias a sistemas físicos con los que seguramente está familiarizado. Para cada concepto se da la justificación intuitiva, así como las bases matemáticas. Se presentan los métodos de solución de problemas complejos, con procedimientos paso a paso. Se destaca la importancia de reconocer las relaciones entre lo que se sabe, lo que ha de calcularse y la selección del procedimiento de solución.

Muchos problemas prácticos de la mecánica de fluidos requieren largos procedimientos de solución. La experiencia me ha demostrado que los estudiantes suelen tener dificultades para tener presentes los detalles de la solución. Por esta razón, cada ejemplo de problema se resuelve con mucho detalle, incluyendo el manejo de las unidades