

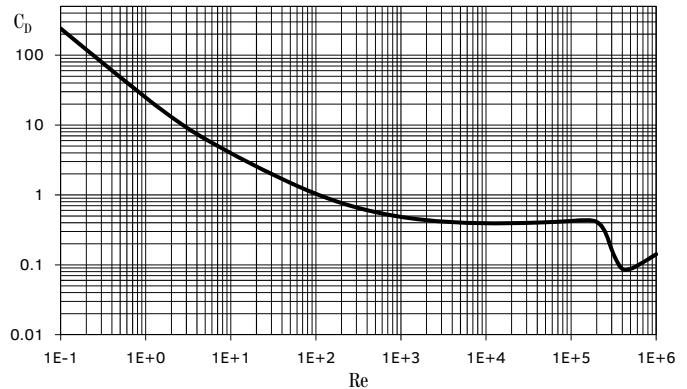
# Algunas correlaciones para coeficiente de arrastre de una esfera

$C_D$

## INTRODUCCIÓN

La fuerza más importante ejercida entre un fluido y una esfera es la fuerza de arrastre, habitualmente expresada en forma de un coeficiente de arrastre adimensional  $C_D$  que depende del número de Reynolds  $Re$  (definido con base en el diámetro de la esfera y la velocidad relativa entre la esfera y el fluido). La relación entre estos dos números adimensionales ha sido estudiada extensamente en el caso de la esfera, y existen varias correlaciones que se ajustan bastante bien a los datos experimentales.

En el caso límite de un número de Reynolds muy bajo (llamado “flujo reptante” o “régimen de Stokes”,  $Re \ll 1$ ), el coeficiente de arrastre se vuelve inversamente proporcional a  $Re$ . A medida que  $Re$  aumenta,  $C_D$  tiende a volverse constante (“régimen de Newton”). Cuando  $Re$  alcanza el valor crítico de aproximadamente  $3 \times 10^5$ , la capa límite se vuelve turbulenta y hay una marcada disminución en el coeficiente de arrastre.



## NOTACIÓN

número de Reynolds	$Re \equiv \frac{\rho_f v D}{\mu_f}$	$A = \pi D^2 / 4 =$ área de sección transversal de la esfera ( $m^2$ ) $D =$ diámetro de la esfera (m) $F_D =$ fuerza de arrastre (N) $v =$ velocidad relativa entre la esfera y el fluido (m/s)
coeficiente de arrastre	$C_D \equiv \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho_f v^2 A}$	$\rho_f =$ densidad del fluido ( $kg/m^3$ ) $\mu_f =$ viscosidad del fluido (Pa·s)

## CORRELACIONES

Stokes (1851)	$C_D = \frac{24}{Re}$	$Re < 1$
Oseen (1910)	$C_D = \frac{24}{Re} \left( 1 + \frac{3}{16} Re \right)$	$Re < 5$
Schiller and Naumann (1933)	$C_D = \frac{24}{Re} \left( 1 + 0.15 Re^{0.687} \right)$	$Re < 800$
Dallavalle (1948)	$C_D = \left( 0.632 + 4.8 Re^{-0.5} \right)^2$	$Re < 2 \times 10^5$
Rowe & Henwood (1961)	$C_D = \frac{24}{Re} \left( 1 + 0.15 Re^{0.687} \right)$ $C_D = 0.44$	$Re < 1000$ $Re \geq 1000$
Clift and Gauvin (1970)	$C_D = \frac{24}{Re} \left( 1 + 0.15 Re^{0.687} + \frac{0.0175 Re}{1 + 4.25 \times 10^4 Re^{-1.16}} \right)$	$Re < 3 \times 10^5$
White (1991)	$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{6}{1 + Re^{0.5}} + 0.4$	$Re \leq 2 \times 10^5$
Morrison (2013)	$C_D = \frac{24}{Re} + \frac{2.6 \left( \frac{Re}{5} \right)}{1 + \left( \frac{Re}{5} \right)^{1.52}} + \frac{0.411 \left( \frac{Re}{263000} \right)^{-7.94}}{1 + \left( \frac{Re}{263000} \right)^{-8}} + \frac{Re^{0.8}}{461000}$	$Re < 1 \times 10^6$

## REFERENCIAS

Clift, R. and W.H. Gauvin (1970). “The motion of particles in turbulent gas streams”. *Proc Chemeca '70* 1: 14. Dallavalle, J.M. (1948). *Micromeritics*. Pitman. Morrison, F.A. (2013). “An Introduction to Fluid Mechanics”. Cambridge University Press. Rowe, P.N. and G.A. Henwood (1961). “Drag forces in a hydraulic model of a fluidized bed, part I”. *Transactions of the Institute of Chemical Engineers* 39: 43-54. White, F.M. (1991). “Viscous fluid flow”. McGraw-Hill, Inc., 614 pp.

## LA LETRA PEQUEÑA

EL ÚNICO PROPÓSITO DE ESTE DOCUMENTO ES SERVIR COMO GUÍA DIDÁCTICA, POR LO QUE SU USO DEBE SER EXCLUSIVAMENTE ACADÉMICO. PARTES DE ESTE DOCUMENTO PUEDEN ESTAR SUJETAS A RESTRICCIONES POR DERECHOS DE AUTOR EN ALGUNOS PAÍSES. LAS CORRELACIONES QUE SE INCLUYEN PUEDEN HABER SIDO ADAPTADAS DEL ORIGINAL, YA SEA PARA TENER NOTACIÓN CONSISTENTE O PARA FACILITAR SU APLICACIÓN. POR LO TANTO, NO SE DA NINGUNA GARANTÍA, EXPLÍCITA O IMPLÍCITA, SOBRE LA EXACTITUD DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO, ASÍ QUE NO SE RECOMIENDA SU USO EN LA PREPARACIÓN DE DISEÑOS FINALES DE EQUIPOS INDUSTRIALES, PROCESOS QUÍMICOS, O SISTEMAS DE VIAJE A TRAVÉS DEL TIEMPO. EN ESTOS CASOS, EL LECTOR INTERESADO DEBERÁ REFERIRSE A LAS FUENTES BIBLIOGRÁFICAS ORIGINALES.