

**Guías teórico-prácticas
de laboratorios de
mecánica de fluidos
e hidráulica**

Guías teórico-prácticas de laboratorios de mecánica de fluidos e hidráulica

Myriam Yolanda Paredes Ceballos
Esneyder Jiowany Lavacude Acero
Óscar Andrés Rodríguez Gil

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Facultad de Estudios a Distancia
Tecnología en Obras Civiles
2021

Guías teórico-prácticas de laboratorios de mecánica de fluidos e hidráulica / Theoretical-practical guides of laboratories of fluid mechanics and hydraulics / Paredes Ceballos, Myriam Yolanda; Lavacude Acero, Esneyder Jiwany; Rodríguez Gil, Óscar Andrés. Tunja: Editorial UPTC, 2021. 160 p.

ISBN Digital 978-958-660-584-7

1. Mecánica de fluidos. 2. Hidráulica. 3. Laboratorio. 4. Física. 5. Aprendizaje significativo. 6. Modelos matemáticos.

(Dewey 500 / 55) (Thema P - Matemáticas y ciencias)



Uptc
Universidad Pedagógica y
Tecnológica de Colombia



Primera Edición digital, 2021
50 ejemplares (impresos)
Guías teórico-prácticas de laboratorios de mecánica de fluidos e hidráulica
Theoretical-practical guides of laboratories of fluid mechanics and hydraulics

ISBN Digital 9978-958-660-584-7

Colección Académica UPTC

- © Myriam Yolanda Paredes Ceballos, 2021
<https://orcid.org/0000-0003-1230-8734>
- © Esneyder Jiwany Lavacude Acero 2021
<https://orcid.org/0000-0003-2579-3230>
- © Óscar Andrés Rodríguez Gil 2021
<https://orcid.org/0000-0001-6512-9719>
- © Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, 2021

Editorial UPTC
Edificio Administrativo – Piso 4
La Colina, Manzana 7, Casa 5
Avenida Central del Norte 39-115, Tunja, Boyacá comite.
editorial@uptc.edu.co
www.uptc.edu.co

Rector UPTC

Óscar Hernán Ramírez

Comité Editorial

Enrique Vera López, Ph. D.
Zaida Zarely Ojeda Pérez, Ph. D.
Yolima Bolívar Suárez, Mg.
Carlos Mauricio Moreno Téllez, Ph. D.
Pilar Jovanna Holguín Tovar, Mg.
Nelsy Rocío González Gutiérrez, Ph. D.
Manuel Humberto Restrepo Domínguez, Ph. D.
Óscar Pulido Cortés, Ph. D.
Edgar Nelson López López, Mg.

Editora en Jefe:

Lida Esperanza Riscanevo Espitia, Ph. D.

Coordinadora Editorial:

Andrea María Numpaque Acosta, Mg.

Corrección de Estilo:

Juan Bautista Sierra Hernández

Subcomité Editorial – FESAD

Ariel Adolfo Rodríguez Hernández, Ph. D.
María Helena Brijaldo Ramírez, Ph.D
Isaura Rojas Sánchez, Ph. D.
Luz Nérida Molano Avendaño, Mg.
José Eriberto Cifuentes Medina, Mg.

Diseño y diagramación

Andrés A. López Ramírez
andres.lopez@uptc.edu.co

Libro financiado por el Centro de Gestión de Investigación y Extensión de la Facultad de Estudios a Distancia - CIDEA. Convocatoria 01 del 2019 del Subcomité Editorial de la FESAD: publicación de libros de investigación. Se permite la reproducción parcial o total, con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro está registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Citar este libro / Cite this book

Paredes Ceballos, M., Lavacude Acero, E. & Rodríguez Gil, Ó. (2021). *Guías teórico-prácticas de laboratorios de mecánica de fluidos e hidráulica*. Editorial UPTC.

doi: <https://doi.org/10.19053/9789586605847>

Resumen:

Esta guía de laboratorios de mecánica de fluidos e hidráulica se basa en conceptos simples físicos aplicados al estudio de diferentes fluidos, a la forma en que estos reaccionan al verse sometidos a diferentes cargas y trabajos. Busca crear un canal que facilite el aprendizaje de las leyes de física de tal manera que el estudiante emplee sus conocimientos teóricos, y los lleve a un campo de acción, donde él pueda desarrollar su conocimiento de manera autónoma, y generar espacios didácticos que le permitan el aprendizaje.

Palabras clave: mecánica de fluidos, hidráulica, laboratorio, física, aprendizaje significativo, modelos matemáticos.

Abstract

This fluid mechanics and hydraulics laboratory guide is based on simple physical concepts applied to the study of different fluids, to the way they react to being subjected to different loads and jobs. It seeks to create a channel that facilitates the learning of the laws of physics in such a way that the student uses his theoretical knowledge, and takes it to a field of action, where he can develop his knowledge autonomously, and generate didactic spaces that allow him the learning.

Keywords: fluid mechanics, hydraulics, laboratory, physics, meaningful learning, mathematical models.

Contenido

I. Laboratorio n.º 1. Manejo de cifras significativas, determinaciones de áreas, volúmenes y conversión de unidades.....	15
1.1 Introducción.....	15
1.2 Marco teórico.....	16
1.2.1 Cifras significativas.....	17
1.2.2 Sistema Internacional de Medidas (SI).....	17
1.2.3 Sistema cegesimal de unidades.....	18
1.2.4 Sistema Inglés de Unidades (SI).....	18
1.3 Objetivos.....	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos.....	19
1.4 Materiales.....	19
1.5 Procedimiento.....	20
1.6 Tablas de datos.....	21
1.6.1 Tabla 1. Unidades: sistema internacional de medidas (SI).....	21
1.6.2 Tabla 2. Múltiplos y submúltiplos: Sistema Internacional de Medida.....	22
1.6.3 Tabla 3. Unidades sistema cegesimal.....	22
1.6.4 Tabla 4. Unidades Sistema Inglés.....	22
1.6.5 Tabla 5. Toma de datos de área.....	23
1.6.6 Tabla 6. Toma de datos de volumen.....	23
1.6.7 Tabla 7. Tabla de entrega de información.....	24
1.7 Conclusiones.....	24
1.8 Informe de práctica de laboratorio.....	25
II. Laboratorio n.º 2. Densidad de los fluidos.....	27
2.1 Introducción.....	27
2.2 Marco teórico.....	28
2.3 Objetivos.....	29
2.3.1 Objetivo general.....	29
2.3.2 Objetivos específicos.....	29
2.4 Materiales.....	30
2.5 Procedimiento.....	30
Tabla 1. Peso de los fluidos.....	30

Tabla 2. Densidad de los fluidos.....	31
2.7 Fórmulas.....	31
2.7.1 Densidad relativa:.....	31
2.7.2 Densidad absoluta del agua.....	32
2.8 Conclusiones.....	32
2.9 Informe de práctica de laboratorio.....	32
III. Laboratorio n.º 3. Temperatura y dilatación lineal.....	35
3.1 Introducción.....	35
3.2 Marco teórico.....	36
3.2.1 Temperatura.....	36
3.2.2 Dilatación lineal.....	37
3.3 Objetivos.....	38
3.3.1 Objetivo general.....	38
3.3.2 Objetivos específicos.....	38
3.4 Materiales.....	38
3.5 Procedimiento.....	38
3.6 Fórmulas.....	39
3.6.1 Coeficiente de dilatación.....	39
3.7 Tablas.....	39
3.7.1 Tabla de coeficientes de dilatación.....	39
3.7.2 Tabla de entrega de información.....	40
3.8 Conclusiones.....	40
3.9 Informe de práctica de laboratorio.....	41
IV. Laboratorio n.º 4. Caudal del movimiento de fluidos.....	43
4.1 Introducción.....	43
4.2 Marco teórico.....	44
4.2.1 Método inferencial.....	46
4.3 Objetivos.....	47
4.3.1 Objetivo general.....	47
4.3.2 Objetivos específicos.....	47
4.4 Materiales.....	47
4.5 Procedimiento.....	48
4.6 Tablas.....	48
4.6.1 Toma de datos.....	48
4.7 Fórmulas.....	49

4.7.1 Área del sifón y del orificio.....	49
4.7.2 Área total de la tubería.....	49
4.7.3 Caudal.....	49
4.7.4 Coeficiente de descarga.....	50
4.8 Conclusiones.....	50
4.9 Informe de práctica de laboratorio.....	50
V. Laboratorio n.º 5. Principios de Arquímedes y Pascal.....	53
5.1 Introducción.....	53
5.2 Marco teórico.....	54
5.2.1 Ley de Pascal.....	54
5.2.2 Ley de Arquímedes.....	55
5.3 Objetivos.....	57
5.3.1 Objetivo general.....	57
5.3.2 Objetivos específicos.....	57
5.4 Materiales.....	57
5.5 Procedimiento.....	58
5.5.1 Procedimiento ley de Pascal.....	58
5.5.2 Procedimiento ley de Arquímedes.....	59
5.6 Fórmulas.....	60
5.6.1 Empuje.....	60
5.6.2 Presión.....	60
5.7 Tablas.....	60
5.8 Conclusiones.....	61
5.9 Informe de práctica de laboratorio.....	61
VI. Laboratorio n.º 6. Método volumétrico y ecuación de continuidad.....	63
6.1 Introducción.....	63
6.2 Marco teórico.....	64
6.2.1 Método volumétrico.....	64
6.2.2 Ecuación de continuidad.....	65
6.3 Objetivos.....	65
6.3.1 Objetivo general.....	65
6.3.2 Objetivos específicos.....	65
6.4 Materiales.....	66
6.5 Procedimiento.....	66

6.5.1 Método volumétrico.....	66
6.5.2 Método de la ecuación de continuidad.....	67
6.6 Fórmulas.....	67
6.6.1 Área total de la tubería.....	67
6.6.2 Caudal del método volumétrico.....	68
6.6.3 Caudal del método de ecuación de continuidad.....	68
6.6.4 Velocidad (V).....	68
6.7 Tablas.....	69
6.7.1 Tabla A: método volumétrico.....	69
6.8 Conclusiones.....	69
6.9 Informe de práctica de laboratorio.....	70
VII. Laboratorio n.º 7. Movimiento uniforme rectilíneo.....	71
7.1 Introducción.....	71
7.2 Marco teórico.....	71
7.2.1 Concepto de movimiento.....	71
7.2.2 Movimiento uniforme rectilíneo.....	72
7.3 Objetivos.....	73
7.3.1 Objetivo general.....	73
7.3.2 Objetivos específicos.....	73
7.4 Materiales.....	73
7.5 Procedimiento.....	74
7.6 Fórmulas.....	74
7.6.1 Velocidad.....	74
7.6.2 Promedio.....	75
7.7 Tablas.....	75
7.7.1 Tabla de promedio.....	75
7.7.2 Tabla de velocidad.....	75
7.7.3 Gráfica del movimiento.....	76
7.8 Conclusiones.....	76
7.9 Informe de práctica de laboratorio.....	77
VIII. Laboratorio n.º 8. Determinación coeficiente	
longitudes equivalentes.....	79
8.1 Introducción.....	79
8.2 Marco teórico.....	80
8.2.1 Pérdidas por el coeficiente k.....	81

8.2.2 Pérdidas de energía por fricción (V).....	82
8.3 Objetivos.....	82
8.3.1 Objetivo general.....	82
8.3.2 Objetivos específicos.....	83
8.3.4 Materiales.....	83
8.5 Procedimiento.....	83
8.6 Fórmulas.....	84
8.6.1 Área de la sección de la tubería (A).....	84
8.6.2 Velocidad (V).....	84
8.6.3 Pérdidas secundarias.....	85
8.6.4 Pérdidas por fricción de longitud equivalente.....	85
8.6.5 Porcentaje de error.....	85
8.7 Tablas.....	86
8.7.1 Tabla de coeficiente.....	86
8.7.2 Tabla de tiempos.....	86
8.7.3 Tabla de aforo de caudales.....	87
8.7.4 Tabla de tiempos por montajes de tuberías.....	87
8.7.5 Tabla de caudales por montajes de tuberías.....	87
8.8 Conclusiones.....	87
8.9 Informe de práctica de laboratorio.....	88
IX. Laboratorio n.º 9. Coeficientes de descarga (CD), velocidad (CV) y contracción (CC) en un orificio de pared delgada.....	89
9.1 Introducción.....	89
9.2 Marco teórico.....	90
9.3 Objetivos.....	92
9.3.1 Objetivo general.....	92
9.3.2 Objetivos específicos.....	93
9.4 Materiales.....	93
9.5 Procedimiento.....	93
9.6 Tablas.....	94
9.6.1 Tabla de coeficiente de velocidad y contracción.....	94
9.7 Fórmulas.....	94
9.7.1 Área del orificio y del chorro contraído (A).....	94
9.7.2 Velocidad real (VR).....	95
9.7.3 Velocidad teórica (VT).....	95

9.7.4 Caudal real (QR).....	95
9.7.5 Caudal teórico (QT).....	95
9.7.6 Coeficiente de descarga (CD).....	96
9.7.7 Coeficiente de velocidad (CV).....	96
9.7.8 Coeficiente de contracción (Cc).....	96
9.8 Conclusiones.....	97
9.9 Informe de práctica de laboratorio.....	97

X. Laboratorio n.º 10. Vaciado de tanques y determinación del coeficiente de descarga.....99

10.1 Introducción.....	99
10.2 Marco teórico.....	99
10.3 Objetivos.....	100
10.3.2 Objetivos específicos.....	101
10.4 Materiales.....	101
10.5 Procedimiento.....	101
10.6 Fórmulas.....	102
10.6.1 Área del orificio.....	102
10.6.2 Área de la caneca (A).....	102
10.6.3 Tiempo de vaciado de tanque.....	102
10.6.4 Porcentaje de error.....	103
10.7 Conclusiones.....	103
10.8 Informe de práctica de laboratorio.....	103

XI. Laboratorio n.º 11. Manejo de vertederos.....105

11.1 Introducción.....	105
11.2 Marco teórico.....	106
11.2.1 Clasificación de los vertederos.....	106
11.3 Objetivo.....	107
11.3.1 Objetivo general.....	107
11.3.2 Objetivos específicos.....	107
11.4 Materiales.....	108
11.5 Procedimiento.....	108
11.6 Fórmulas.....	109
11.6.1 Área del círculo.....	109
11.6.2 Área del rectángulo.....	109
11.6.3 Área del triángulo.....	110

11.6.4 Pendiente.....	110
11.6.5 Caudal.....	110
11.6.6 Volumen del cubo.....	110
11.7 Tablas.....	111
11.7.1 Tabla 1.....	111
11.7.2 Tabla 2.....	111
11.7.3 Tabla 3.....	111
11.7.4 Tabla 4.....	112
11.8 Conclusiones.....	112
11.9 Informe de práctica de laboratorio.....	112
XII. Laboratorio n.º 12. Aforo en tuberías.....	115
12.1 Introducción.....	115
12.2 Marco teórico.....	117
12.3 Objetivos.....	118
12.3.1 Objetivo general.....	118
12.3.4 Objetivos específicos.....	119
12.4 Materiales.....	119
12.5 Procedimiento.....	119
12.6 Fórmulas.....	120
12.6.1 Fórmula del caudal.....	120
12.6.2 Área del círculo.....	120
12.6.3 Área de la tubería.....	121
12.7 Tablas.....	121
12.7.1 Tabla de información.....	121
12.8 Conclusiones.....	121
12.9 Informe de práctica de laboratorio.....	122
XIII. Laboratorio n.º 13. Resalto hidráulico.....	123
13.1 Introducción.....	123
13.1.1 Resalto en canales rectangulares.....	124
13.1.2 Resalto en canales inclinados.....	124
13.2 Marco teórico.....	124
13.3 Objetivos.....	126
13.3.1 Objetivo general.....	126
13.3.2 Objetivos específicos.....	126
13.4 Materiales.....	127

13.5 Procedimiento.....	127
13.6 Fórmulas.....	128
13.6.1 Velocidad del tirante 1 (tirante con pendiente).....	128
13.6.2 Número de Froude en 1.....	128
13.6.3 Conjugado mayor.....	128
13.6.4 Velocidad del tirante 2 (tirante sin pendiente).....	129
13.6.5 Altura del salto hidráulico.....	129
13.6.6 Potencia del salto hidráulico.....	129
13.7 Conclusiones.....	130
13.8 Informe de práctica de laboratorio.....	130

XIV. Laboratorio n.º 14. Canales: determinación

de coeficientes de Manning (N) y de Chézy (C).....	131
14.1 Introducción.....	131
14.2 Marco teórico.....	132
14.2.1 Ecuación de Manning.....	132
14.2.2 Determinación del coeficiente de rugosidad de Manning....	133
14.2.3 Ecuación de Chézy.....	135
14.3 Objetivos.....	137
14.3.1 Objetivo general.....	137
14.3.2 Objetivos específicos.....	138
14.4 Materiales.....	138
14.5 Procedimiento.....	138
14.6 Fórmulas.....	139
14.6.1 Caudal (Q).....	139
14.6.2 Pendiente.....	139
14.6.3 Radio hidráulico.....	140
14.6.4 Ecuación de Manning.....	140
14.6.5 Velocidad ecuación de Chézy.....	140
14.7 Conclusiones.....	140
14.8 Informe de práctica de laboratorio.....	141

XV. Laboratorio n.º 15. Manejo de caudal con molinete..... 143

15.1 Introducción.....	143
15.2 Marco teórico.....	144
15.2.1 Métodos de aforo de corrientes con molinete.....	145
15.2.2 Método de la curva de distribución de velocidades.....	145

15.2.3 Método de los cinco puntos.....	145
15.2.4 Método 0.2 - 0.8.....	146
15.2.5 Método 0.6.....	146
15.2.6 Método 0.2- 0.6 - 0.8.....	147
15.2.7 Método de la integración en profundidad.....	148
15.2.8 Curva de calibración de una sección de aforo.....	148
15.2.9 Recomendaciones generales para el aforo de corrientes naturales.....	149
15.3 Objetivos.....	150
15.3.1 Objetivo general.....	150
15.3.2 Objetivos específicos.....	150
15.4 Materiales.....	150
15.5 Procedimiento.....	151
15.6 Conclusiones.....	153
15.7 Informe de práctica de laboratorio.....	154
ENLACES PARA VER VIDEOS DE LOS LABORATORIOS.....	155
Bibliografía.....	156

Lista de figuras

Figura 1. Densidad de los cuerpos.....	28
Figura 2. Caudal de movimiento de fluidos.....	44
Figura 3. Principio de Pascal.....	54
Figura 4. Ley de Arquímedes.....	56
Figura 5. Método volumétrico.....	64
Figura 6. Gráfica del movimiento.....	76
Figura 7. Círculo de velocidades medias.....	117
Figura 8. Curva de calibración de una sección de aforo.....	149