

CONTENIDO

CAPÍTULO 1. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS	19
1.1 Clasificación de los errores	23
1.2 Análisis de los errores de una variable	25
1.3 Histograma y curva de Gauss	28
1.3.1 Significado de la función de Gauss	32
1.4 Error cuadrático medio y error estándar	32
1.5 Uso y utilidad de la determinación de los errores en procesos de muestreo	35
1.5.1 Número de medidas muy pequeño	35
1.5.2 Experimento con muchas variables	37
1.6 Ejemplos	41
1.7 Trabajo de laboratorio	46
1.8 Bibliografía	47
CAPÍTULO 2. EL VENTURÍMETRO	51
2.1 Generalidades	53
2.2 Geometría	53
2.3 Ecuación general	54
2.4 Calibración	57
2.5 Descripción del sistema	58
2.6 Desarrollo de la práctica	61
2.7 Preguntas	62
2.8 Bibliografía	63
CAPÍTULO 3. EXPERIMENTO DE REYNOLDS	67
3.1 Generalidades	69
3.2 Experimento de Reynolds	71
3.3 Descripción del sistema	73
3.4 Procedimiento	74

3.5 Preguntas	75
3.6 Bibliografía	75
CAPÍTULO 4. ESTUDIO DE UNA EXPANSIÓN BRUSCA	79
4.1 Generalidades	81
4.2 Análisis de fuerzas	82
4.3 Caso especial	85
4.4 Descripción del sistema	85
4.5 Desarrollo de la práctica	88
4.6 Preguntas	88
4.7 Bibliografía	89
CAPÍTULO 5. BOQUILLA DE FLUJO	93
5.1 Generalidades	95
5.2 Ecuación general del dispositivo	95
5.3 Esquema de la instalación	99
5.4 Desarrollo de la práctica	99
5.5 Bibliografía	101
CAPÍTULO 6. ORIFICIOS DE DESCARGA LIBRE	105
6.1 Generalidades	107
6.2 Ecuación general para un orificio con descarga libre	108
6.3 Determinación experimental de los coeficientes C_c , C_v y C_d	112
6.4 Pérdidas de energía	114
6.5 Orificios con carga variable	114
6.6 Esquema de la instalación	116
6.7 Desarrollo de la práctica	117
6.8 Preguntas	119
6.9 Bibliografía	119
CAPÍTULO 7. PÉRDIDAS DE ENERGÍA POR FRICCIÓN EN CONDUCTOS DE PRESIÓN	123
7.1 Generalidades	125
7.2 Flujo laminar en tuberías de presión de sección circular. Ecuación de Hagen-Poiseuille	126
7.3 Flujo turbulento en conductos de presión de sección circular	127
7.4 Resistencia al flujo en tubos comerciales	130
7.5 Fórmulas empíricas de fricción	132
7.5.1 Fórmula de Hazen-Williams	133
7.5.2 Otras fórmulas	134
7.5.3 Fórmula Rodríguez	134
7.6 Esquema de la instalación	136
7.7 Procedimiento	136
7.8 Bibliografía	137

CAPÍTULO 8. ANÁLISIS DE PÉRDIDAS POR ACCESORIOS O PÉRDIDAS LOCALIZADAS		141
<hr/>		
8.1	Generalidades	143
8.2	Ecuación general para la estimación de las pérdidas localizadas	143
8.3	Tipos de pérdidas localizadas	145
8.4	Esquema de la instalación	147
8.5	Procedimiento	147
8.6	Preguntas	150
8.7	Bibliografía	150
 CAPÍTULO 9. BOMBAS CENTRÍFUGAS		 153
<hr/>		
9.1	Generalidades	155
9.2	Potencia útil	156
9.3	Potencia mecánica	157
9.4	Potencia eléctrica	157
9.5	Rendimiento	158
9.6	Principales tipos de bombas	158
9.7	Establecimiento de la ecuación fundamental de una bomba centrífuga	160
9.8	Curva característica real	163
9.9	Banco de pruebas. Determinación de la curva característica. Eficiencia	164
9.10	Condiciones en la succión	165
9.11	Bombas en serie	166
9.12	Bombas en paralelo	166
9.13	Esquema de la instalación	167
9.14	Procedimiento	167
9.15	Recomendaciones	169
9.16	Preguntas	169
9.17	Bibliografía	169
 CAPÍTULO 10. ENERGÍA ESPECÍFICA		 173
<hr/>		
10.1	Generalidades	175
10.2	Curva de energía específica	177
10.3	Estado crítico del flujo	179
10.4	La energía específica y las transiciones	181
10.5	Controles. Ocurrencia del flujo crítico	184
10.6	Descripción del sistema	187
10.7	Procedimiento y desarrollo de la práctica	187
10.8	Preguntas	190
10.9	Bibliografía	190

CAPÍTULO 11. FUERZA ESPECÍFICA	193
11.1 Generalidades	195
11.2 La función de momento o fuerza específica	195
11.3 Curva de fuerza específica	197
11.4 Aplicaciones prácticas	199
11.5 Descripción del sistema	202
11.6 Desarrollo de la práctica	202
11.7 Bibliografía	203
CAPÍTULO 12. ESTUDIO DEL FLUJO CRÍTICO Y DE LAS CONDICIONES CRÍTICAS. ESTUDIO DEL FLUJO UNIFORME	207
12.1 Generalidades	209
12.2 Ocurrencia del flujo crítico	213
12.3 Flujo uniforme	214
12.4 Ecuaciones de resistencia. Expresiones de la velocidad en flujo uniforme	216
12.4.1 Ecuación de Darcy	218
12.4.2 Ecuación de Chèzy	219
12.4.3 Ecuación de Manning	223
12.5 Esquema de la instalación	224
12.6 Desarrollo de la práctica	225
12.7 Bibliografía	225
CAPÍTULO 13. ANÁLISIS DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO	229
13.1 Generalidades	231
13.2 Pendientes subcrítica, crítica y supercrítica	232
13.3 Flujos acelerados o retardados	233
13.4 Flujos subnormal, normal y supernormal	233
13.5 Flujos subcríticos, críticos y supercríticos	234
13.6 Ecuación general del flujo gradualmente variado	235
13.7 Tipos de pendiente y regiones para flujo gradualmente variado	240
13.8 Clasificación de los perfiles de flujo gradualmente variado	244
13.8.1 Perfiles tipo M	244
13.8.2 Perfiles tipo S	247
13.8.3 Perfiles tipo C	248
13.8.4 Perfiles tipo H	248
13.8.5 Perfiles tipo A	249
13.9 Descripción del sistema	252
13.10 Desarrollo de la práctica	252
13.11 Bibliografía	254

CAPÍTULO 14. RESALTO HIDRÁULICO	257
14.1 Generalidades	259
14.2 Ecuación del resalto en un canal horizontal y con sección rectangular	261
14.3 Pérdida de energía	263
14.4 Longitud del resalto	263
14.5 Tipos de resaltos	264
14.6 Cálculo de un perfil de flujo gradualmente variado con la presencia de un resalto hidráulico	264
14.7 Esquema de la instalación	265
14.8 Procedimiento	265
14.9 Bibliografía	266
CAPÍTULO 15. ESTUDIO DE UN VERTEDERO	271
15.1 Generalidades	273
15.2 Vertedero de pared delgada	274
15.3 Vertedero rectangular	276
15.4 Vertedero triangular	277
15.5 Esquema de la instalación	279
15.6 Procedimiento	279
15.7 Bibliografía	280
CAPÍTULO 16. ESTUDIO DE UNA COMPUERTA PLANA	283
16.1 Generalidades	285
16.2 Compuerta con descarga libre. Ecuación general	285
16.3 Compuerta con descarga sumergida	289
16.4 Esquema de la instalación	291
16.5 Procedimiento	291
16.6 Bibliografía	293
CAPÍTULO 17. CÁLCULO DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO	297
17.1 Generalidades	299
17.2 Análisis de la ecuación diferencial para el cálculo del flujo gradualmente variado	300
17.3 Métodos de solución de la ecuación diferencial del flujo gradualmente variado	303
17.4 Cálculo del perfil de flujo a partir de la ecuación de energía	304
17.4.1 Método directo	305
17.4.2 Método de las iteraciones progresivas	307
17.5 Esquema de la instalación	308
17.6 Desarrollo de la práctica	308
17.7 Bibliografía	310

CAPÍTULO 18. ESTUDIO DE UN MEDIDOR DE RÉGIMEN CRÍTICO	313
18.1 Generalidades	315
18.2 Ecuación general del flujo en un medidor de régimen crítico	316
18.3 Características de la descarga	320
18.4 Esquema de la instalación	321
18.5 Procedimiento	321
18.6 Preguntas	323
18.7 Bibliografía	323