

# INDICE

	Página
PRÓLOGO DE LOS AUTORES . . . . .	ix
PRÓLOGO . . . . .	xi
<b>Capítulo I. PRINCIPIOS TEÓRICOS FUNDAMENTALES</b>	
I-1. Introducción . . . . .	1
I-2. Límites de validez de la ley de Darcy . . . . .	4
I-3. Ecuaciones hidrodinámicas que rigen el flujo del agua a través de los suelos . . . . .	5
I-4. Solución de la ecuación de Laplace . . . . .	9
I-5. Soluciones matemáticas a los problemas de flujo . . . . .	12
I-6. La Teoría de la Sección Transformada . . . . .	13
Anexo I-a. Ecuaciones hidrodinámicas que gobiernan el flujo. Potencial de velocidad . . . . .	16
Anexo I-b. La función flujo ( $\Psi = \text{cte}$ ) . . . . .	23
Anexo I-c. Soluciones rigurosas a los problemas de flujo . . . . .	25
<b>Capítulo II. TEORÍA DE LAS REDES DE FLUJO</b>	
II-1. La red de flujo . . . . .	31
II-2. Trazo de la red de flujo. Cálculo del gasto . . . . .	33
II-3. Superficies libres a la presión atmosférica . . . . .	37
II-4. Cuadrados singulares . . . . .	37
II-5. Cálculo de las presiones hidrodinámicas en una red de flujo . . . . .	40
II-6. Cálculo de velocidades y gradientes hidráulicos en los puntos de una red de flujo . . . . .	42
II-7. Fuerzas de filtración. Gradiente crítico de ebullición . . . . .	42
II-8. Efecto del flujo sobre muros de retención . . . . .	47
II-9. Efecto del flujo sobre taludes . . . . .	49
II-10. Efecto del flujo sobre una tablestaca anclada . . . . .	53
II-11. Flujo de agua a través de formaciones heterogéneas . . . . .	53
Anexo II-a. Casos especiales de flujo a través de un talud . . . . .	57
Anexo II-b. Efectos del flujo en la estabilidad de una tablestaca anclada . . . . .	61
Anexo II-c. Flujo de agua a través de suelos estratificados . . . . .	64
<b>Capítulo III. FLUJO DE AGUA A TRAVÉS DE PRESAS DE TIERRA</b>	
III-1. Introducción . . . . .	69
III-2. Condiciones generales de entrada y salida de la línea de corriente superior . . . . .	70
III-3. La Teoría de Dupuit . . . . .	74
III-4. Solución de Schaffernak y Van Iterson para la línea de corriente superior en una presa de tierra . . . . .	80
III-5. Solución de L. Casagrande para la línea de corriente superior en una presa de tierra. $\alpha = < 60$ . . . . .	84

	III-6. Solución de Kozeny para la línea de corriente superior en una presa de tierra $\alpha = 180^\circ$ . . . . .	87
	III-7. Solución de A. Casagrande para la línea de corriente superior en una presa de tierra. $60^\circ < \alpha < 180^\circ$ . . . . .	89
	III-8. Influencia de un tirante de agua en el talud aguas abajo de la presa en la solución de A. Casagrande para $60^\circ < \alpha < 180^\circ$ . . . . .	94
	III-9. Condiciones de transferencia de la línea de corriente superior . . . . .	95
	III-10. Flujo no establecido . . . . .	95
	III-11. Influencia del vaciado rápido en la estabilidad de una presa de tierra . . . . .	97
	III-12. Control de flujo en la cimentación de presas . . . . .	98
Anexo	III-a. Algunas aplicaciones de la Teoría de Dupuit . . . . .	102
Anexo	III-b. Análisis de las condiciones de transferencia de la línea de corriente superior . . . . .	110
Anexo	III-c. Vaciado rápido . . . . .	117
Anexo	III-d. Control de flujo en la cimentación de presas . . . . .	129
Capítulo IV. ANALOGÍAS Y OTROS MÉTODOS APROXIMADOS PARA RESOLVER PROBLEMAS DE FLUJO		
	IV-1. Introducción . . . . .	143
	IV-2. El método de analogía eléctrica con papel conductor . . . . .	144
	IV-3. El método de analogía eléctrica con mallas . . . . .	150
	IV-4. Modelos de laboratorio . . . . .	158
Capítulo V. EL MÉTODO DE RELAJACIONES PARA RESOLVER PROBLEMAS DE FLUJO		
	V-1. Introducción . . . . .	161
	V-2. La ecuación de Laplace expresada en diferencias finitas . . . . .	161
	V-3. Planteamiento del método de las relajaciones. Relajación nodal . . . . .	166
	V-4. Sobre-relajación y sub-relajación . . . . .	169
	V-5. Relajación en grupo . . . . .	171
	V-6. Relajación en nodos de frontera. Ejes de simetría . . . . .	172
	V-7. Influencia del tamaño de la cuadrícula . . . . .	175
	V-8. Aplicación del método de la relajación en suelos anisótropos y en suelos heterogéneos . . . . .	176
	V-9. Superficies libres . . . . .	178
	V-10. Otras aplicaciones del método de relajaciones . . . . .	179
Capítulo VI. DRENAJE Y SUBDRENAJE EN CARRETERAS Y AEROPISTAS		
	VI-1. Introducción . . . . .	185
	VI-2. Drenaje superficial . . . . .	186
	VI-3. Necesidad del subdrenaje . . . . .	194
	VI-4. Subdrenaje en aeropistas . . . . .	197
	VI-5. Subdrenaje en carreteras . . . . .	203
	VI-6. Agua capilar en carreteras y aeropistas . . . . .	216
Anexo	VI-a. Consideraciones geotécnicas para el diseño y construcción de alcantarillas flexibles . . . . .	219
Anexo	VI-b. Consideraciones geotécnicas para el diseño y construcción de alcantarillas rígidas . . . . .	225

	VI-b.1	Estudio de cargas muertas . . . . .	225
	VI-b.2	Estudio de cargas vivas . . . . .	236
Anexo	VI-c.	Análisis del proceso de drenaje en bases de aeropistas . . . . .	240
	VI-c.1	Bases horizontales . . . . .	240
	VI-c.2	Bases con pendiente transversal . . . . .	245

## Capítulo VII. POZOS DE BOMBEO

	VII-1.	Generalidades y definiciones . . . . .	251
	VII-2.	Reseña histórica . . . . .	255
	VII-3.	Flujo establecido unidireccional en acuíferos artesianos . . . . .	258
	VII-4.	Flujo establecido radial en pozos con penetración total en acuíferos artesianos . . . . .	259
	VII-5.	Flujo establecido radial en pozos con penetración parcial en acuíferos artesianos . . . . .	264
	VII-6.	Flujo establecido radial en pozos con penetración total en acuíferos libres . . . . .	267
	VII-7.	Flujo establecido radial en pozos con penetración parcial en acuíferos libres . . . . .	270
	VII-8.	Abatimiento del nivel freático en la inmediata vecindad de un pozo en un acuífero libre con flujo establecido . . . . .	270
	VII-9.	Pérdidas de carga en los pozos de bombeo . . . . .	272
	VII-10.	Acuíferos limitados por una frontera infinita con agua permanente. Método del pozo imagen . . . . .	274
	VII-11.	Conjuntos de pozos de bombeo . . . . .	281
	VII-12.	Pozos de recarga . . . . .	283
	VII-13.	Flujo no establecido hacia pozos de bombeo . . . . .	285
	VII-14.	Construcción de pozos de bombeo y exploraciones para detección de agua subterránea . . . . .	286
Anexo	VII-a.	Pruebas de bombeo . . . . .	286
	VII-a.1	Descripción de la prueba . . . . .	286
	VII-a.2	Observaciones especiales . . . . .	288
	VII-a.3	Ejecución de la prueba . . . . .	288
	VII-a.4	Presentación de datos . . . . .	290
	VII-a.5	Posibles aplicaciones . . . . .	290
	VII-a.6	Casos de flujo establecido y no establecido . . . . .	292
Anexo	VII-b.	Problemas de flujo no establecido hacia pozos de bombeo . . . . .	292
	VII-b.1	Planteamiento del problema . . . . .	292
	VII-b.2	Forma general de las soluciones. Análisis dimensional . . . . .	299
	VII-b.3	Clasificación de problemas . . . . .	301
	VII-b.4	Flujo confinado y semiconfinado. Generalidades . . . . .	302
	VII-b.5	Flujo confinado y semiconfinado. Acuíferos horizontales de espesor constante . . . . .	303
	VII-b.6	Acuíferos inclinados y/o de espesor variable . . . . .	311
	VII-b.7	Flujo no confinado. Acuíferos libres . . . . .	311
Anexo	VII-c.	Construcción de pozos de bombeo . . . . .	311
	VII-c.1	Generalidades . . . . .	311
	VII-c.2	Pozos poco profundos . . . . .	312
	VII-c.3	Pozos profundos . . . . .	313
	VII-c.4	Acabado del pozo . . . . .	315
Anexo	VII-d.	Exploraciones para detección de agua subterránea . . . . .	316
	VII-d.1	Exploración superficial . . . . .	316
	VII-d.2	Exploración profunda . . . . .	317

Capítulo VIII.	ABATIMIENTO DEL NIVEL FREÁTICO EN EXCAVACIONES	
VIII-1.	Introducción . . . . .	321
VIII-2.	Métodos sencillos para control de flujo hacia excavaciones poco profundas . . . . .	322
VIII-3.	Métodos modernos comunes para control del flujo de agua hacia excavaciones . . . . .	323
Apéndice I.	TEORÍA DE GRIETAS DE TENSIÓN	
A-I.1	Introducción . . . . .	329
A-I.2	Esfuerzos generados en una masa de arcilla saturada por evaporación superficial . . . . .	332
A-I.3	Esfuerzos inducidos en la masa de arcilla al ser anulada la tensión natural producida por evaporación superficial . . . . .	339
A-I.4	Aplicación de la teoría de grietas de tensión al caso del Valle de México . . . . .	342
Apéndice II.	ELECTRÓSMOSIS	
A-II.1	Generalidades . . . . .	347
A-II.2	Cambios en el contenido de agua del suelo durante el fenómeno electrosmótico . . . . .	352
A-II.3	Formación de grietas y fisuras . . . . .	355
A-II.4	Aplicaciones de la electrósmosis a la ingeniería . . . . .	356
Apéndice III.	SOCAVACIÓN	
A-III.1	Tipos de socavación . . . . .	361
A-III.2	Socavación general del cauce . . . . .	366
A-III.3	Socavación local en las pilas de los puentes . . . . .	378
A-III.4	Socavación al pie de estribos . . . . .	394
A-III.5	Métodos para reducir la socavación . . . . .	396
Apéndice IV.	ARCILLAS EXPANSIVAS	
A-IV.1	Generalidades . . . . .	401
A-IV.2	Identificación de las arcillas expansivas . . . . .	403
A-IV.3	Efecto de las construcciones sobre arcillas expansivas . . . . .	404
A-IV.4	Levantamientos y asentamientos de estructuras . . . . .	405
INDICE . . . . .		411

