

Contenido

1 Ingeniería geotécnica: desde el principio 1

- 1.1 Introducción 1
- 1.2 La ingeniería geotécnica antes del siglo XVIII 1
- 1.3 Periodo Preclásico de la mecánica de suelos (1700-1776) 5
- 1.4 Mecánica de suelos Clásica-Fase I (1776-1856) 5
- 1.5 Mecánica de suelos Clásica-Fase II (1856-1910) 6
- 1.6 Mecánica de suelos moderna (1910-1927) 7
- 1.7 La ingeniería geotécnica después de 1927 7
- 1.8 Fin de una era 12
- Referencias 14

2 Origen de los depósitos del suelo, tamaño de grano y forma 16

- 2.1 Introducción 16
- 2.2 Ciclo de las rocas y origen del suelo 16
- 2.3 Depósitos de suelo en general 22
- 2.4 Suelos residuales 22
- 2.5 Depósitos transportados por gravedad 23
- 2.6 Depósitos aluviales 23
- 2.7 Depósitos lacustres 25
- 2.8 Depósitos glaciares 25
- 2.9 Depósitos de suelo eólicos 26
- 2.10 Suelo orgánico 27
- 2.11 Tamaño de partícula de suelo 28
- 2.12 Minerales de arcilla 29

2.13	Gravedad específica (G_e)	33
2.14	Análisis mecánico de suelo	33
2.15	Tamaño efectivo, coeficiente de uniformidad y coeficiente de gradación	40
2.16	Forma de la partícula	45
2.17	Resumen	46
	Problemas	46
	Referencias	48

3 Relaciones peso-volumen y plasticidad 49

3.1	Introducción	49
3.2	Relaciones peso-volumen	49
3.3	Relaciones entre peso unitario, relación de vacíos, contenido de humedad y gravedad específica	52
3.4	Relaciones entre peso unitario, porosidad y contenido de humedad	55
3.5	Densidad relativa	62
3.6	Consistencia del suelo	64
3.7	Actividad	71
3.8	Índice de liquidez	73
3.9	Carta de plasticidad	73
3.10	Resumen	74
	Problemas	74
	Referencias	76

4 Clasificación de suelos 78

4.1	Introducción	78
4.2	Sistema de clasificación AASHTO	78
4.3	Sistema unificado de clasificación de suelo	82
4.4	Resumen	89
	Problemas	90
	Referencias	90

5 Compactación de suelos 91

5.1	Introducción	91
5.2	Principios generales de compactación	91
5.3	Prueba Proctor estándar	92
5.4	Factores que afectan la compactación	96

5.5	Prueba Proctor modificada	98
5.6	Relaciones empíricas	102
5.7	Compactación en campo	105
5.8	Especificaciones para la compactación en campo	107
5.9	Determinación del peso unitario de campo después de la compactación	108
5.10	Efecto de la compactación en las propiedades cohesivas del suelo	111
5.11	Resumen	113
	Problemas	114
	Referencias	116

6 Conductividad hidráulica 117

6.1	Introducción	117
6.2	Ecuación de Bernoulli	117
6.3	Ley de Darcy	120
6.4	Conductividad hidráulica	121
6.5	Determinación de la conductividad hidráulica en laboratorio	123
6.6	Relaciones empíricas para la conductividad hidráulica	128
6.7	Conductividad hidráulica equivalente en suelos estratificados	133
6.8	Pruebas de permeabilidad en campo por bombeo de pozos	135
6.9	Resumen	138
	Problemas	138
	Referencias	141

7 Filtración 142

7.1	Introducción	142
7.2	Ecuación de continuidad de Laplace	142
7.3	Redes de flujo	144
7.4	Cálculo de la filtración a partir de una red de flujo	146
7.5	Redes de flujo en un suelo anisotrópico	150
7.6	Resumen	153
	Problemas	153

8 Esfuerzos en una masa de suelo 155

8.1	Introducción	155
	<i>Concepto de esfuerzo efectivo</i>	155

x Contenido

8.2	Esfuerzos en suelos saturados sin filtración	155
8.3	Esfuerzos en suelos saturados con filtración	159
8.4	Fuerza de filtración	164
8.5	Oscilaciones en suelos debidas al flujo en torno a pilotes	166
	<i>Aumento vertical del esfuerzo debido a distintos tipos de carga</i>	168
8.6	Esfuerzo causado por una carga puntual	168
8.7	Esfuerzo vertical causado por una carga lineal	170
8.8	Esfuerzo vertical bajo un área circular uniformemente cargada	171
8.9	Esfuerzo vertical causado por un área rectangular cargada	173
8.10	Resumen	178
	Problemas	178
	Referencias	182

9 Consolidación 183

9.1	Introducción	183
9.2	Principios de consolidación	183
9.3	Prueba de consolidación de laboratorio unidimensional	187
9.4	Índice de vacíos-puntos de presión	189
9.5	Arcillas normalmente consolidadas y sobreconsolidadas	191
9.6	Efecto de las perturbaciones en la relación índice de vacíos-presión	193
9.7	Cálculo de asentamiento a partir de una consolidación primaria en una dimensión	194
9.8	Índice de compresión (C_c) e índice de abultamiento (C_s)	196
9.9	Asentamiento a partir de la consolidación secundaria	201
9.10	Tasa de consolidación	204
9.11	Coefficiente de consolidación	209
9.12	Cálculo de la consolidación primaria de un asentamiento bajo una cimentación	215
9.13	Modificación Skempton-Bjerrum para asentamientos de consolidación	218
9.14	Resumen	222
	Problemas	223
	Referencias	226

10 Resistencia cortante del suelo 228

10.1	Introducción	228
10.2	Criterio de falla de Mohr-Coulomb	228
10.3	Inclinación del plano de falla causado por cortante	231
	<i>Determinación en laboratorio de los parámetros de resistencia cortante</i>	232
10.4	Prueba de corte directo	233

10.5	Prueba triaxial de corte	239
10.6	Prueba consolidada-drenada	241
10.7	Prueba consolidada-no drenada	249
10.8	Prueba no consolidada-no drenada	254
10.9	Prueba de compresión no confinada en arcilla saturada	256
10.10	Sensitividad y tixotropía de las arcillas	259
10.11	Anisotropía en el esfuerzo cortante no drenado	260
10.12	Resumen	262
	Problemas	262
	Referencias	265

11 Mejoramiento del suelo 266

11.1	Introducción	266
	<i>Estabilización química</i>	267
11.2	Estabilización con cal	267
11.3	Estabilización con cemento	269
11.4	Estabilización con ceniza volante	270
	<i>Estabilización mecánica</i>	270
11.5	Vibroflotación	270
11.6	Compactación dinámica	274
11.7	Blasting	274
11.8	Pre-compresión	274
11.9	Drenes de arena	279
11.10	Resumen	285
	Problemas	285
	Referencias	286

12 Exploración del subsuelo 287

12.1	Introducción	287
12.2	Programa de exploración del subsuelo	288
12.3	Perforaciones exploratorias en campo	290
12.4	Procedimientos para muestrear el suelo	293
12.5	Muestreo con tubo muestreador de media caña	293
12.6	Muestreo con tubo de pared delgada	299
12.7	Observación de los niveles de agua	300
12.8	Prueba de corte con veleta	300
12.9	Prueba de penetración de cono	306

12.10	Prueba del presurímetro (PMT)	312
12.11	Prueba del dilatómetro	314
12.12	Extracción de núcleos de roca	316
12.13	Preparación de los registros de perforación	318
12.14	Exploración geofísica	318
12.15	Informe de la exploración del suelo	326
12.16	Resumen	327
	Problemas	328
	Referencias	331

13 Estabilidad de taludes 334

13.1	Introducción	334
13.2	Factor de seguridad	335
13.3	Estabilidad de taludes infinitos	336
13.4	Taludes finitos	340
13.5	Análisis de un talud finito con una superficie cilíndrica de falla general	344
13.6	Procedimiento de masa del análisis de estabilidad (superficie circular de falla cilíndrica)	345
13.7	Método de las dovelas o rebanadas	362
13.8	Método de dovelas simplificado de Bishop	365
13.9	Análisis de taludes simples con filtración estacionaria	369
13.10	Procedimiento de masa de estabilidad de taludes arcillosos con fuerzas sísmicas (suelo $c'-\phi'$)	373
13.11	Resumen	373
	Problemas	375
	Referencias	378

14 Presión lateral de tierra 379

14.1	Introducción	379
14.2	Presión de tierra en reposo	379
14.3	Teoría de Rankine de las presiones activa y pasiva de la tierra	383
14.4	Diagramas para la distribución de la presión lateral de tierra en función de los muros de contención	390
14.5	Presión activa Rankine con relleno granular inclinado	403
14.6	Teoría de Coulomb de la presión de tierra sobre muros de contención con fricción	405
14.7	Presión pasiva suponiendo una superficie curva de falla en suelos	412
14.8	Resumen	414

Problemas	415
Referencias	417

15 Muros de contención y cortes apuntalados 418

15.1 Introducción 418

Muros de contención 418

15.2 Muros de contención en general 418

15.3 Dosificación de los muros de contención 420

15.4 Aplicación de las teorías de presión lateral de tierra al diseño 421

15.5 Comprobación de vuelco 423

15.6 Comprobación de deslizamiento a lo largo de la base 426

15.7 Comprobación de la falla de capacidad de carga 428

Muros de contención de tierra mecánicamente estabilizados 436

15.8 Tierra mecánicamente estabilizada 436

15.9 Consideraciones generales de diseño 437

15.10 Muros de contención reforzados con varilla 437

15.11 Procedimiento de diseño paso a paso utilizando tiras metálicas de refuerzo 440

15.12 Muros de contención con refuerzo geotextil 445

15.13 Muros de contención reforzados con geomalla 451

Cortes apuntalados 455

15.14 Cortes apuntalados en general 455

15.15 Presión lateral de tierra sobre cortes apuntalados 460

15.16 Parámetros del suelo para cortes en suelos estratificados 462

15.17 Diseño de varios componentes de un corte apuntalado 469

15.18 Levantamiento del fondo de un corte en arcilla 469

15.19 Flexibilidad lateral de los pilotes y asentamiento del terreno 471

15.20 Resumen 473

Problemas 473

Referencias 477

16 Cimentaciones poco profundas: capacidad de carga 478

16.1 Introducción 478

16.2 Capacidad última de carga de cimentaciones poco profundas: conceptos generales 479

16.3 Teoría de Terzaghi de la capacidad última de carga 481

16.4 Modificación de la ecuación de capacidad de carga de Terzaghi 482

16.5 Modificación de las ecuaciones de capacidad de carga para el nivel freático 486

16.6 El factor de seguridad 487
16.7 Cimentaciones cargadas excéntricamente 490
**16.8 Método del factor de reducción de la excentricidad de carga sobre
cimentaciones continuas en un suelo granular 493**
16.9 Cimentaciones con excentricidad bidireccional 495
16.10 Losas de cimentación: tipos comunes 503
16.11 Capacidad de carga de una malla de cimentación 504
16.12 Cimentaciones compensadas 506
16.13 Resumen 508
Problemas 509
Referencias 510

17 Asentamiento de cimentaciones poco profundas 512

17.1 Introducción 512
17.2 Asentamiento elástico de cimentaciones en suelo de arcilla saturada ($\mu_s = 0.5$) 512
17.3 Asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad 515
17.4 Rango de parámetros de los materiales para el cálculo del asentamiento elástico 522
**17.5 Asentamiento de suelo arenoso: uso del factor de influencia de la deformación
unitaria 523**
17.6 Carga admisible para zapatas continuas en arena considerando el asentamiento 528
17.7 Presión de carga admisible de una losa de cimentación en arena 529
17.8 Resumen 530
Problemas 530
Referencias 532

18 Pilotes de cimentación 533

18.1 Introducción 533
18.2 Necesidad de los pilotes de cimentación 533
18.3 Tipos de pilotes y sus características estructurales 535
18.4 Estimación de la longitud de un pilote 542
18.5 Instalación de pilotes 544
18.6 Mecanismo de transferencia de carga 546
18.7 Ecuaciones para la estimación de la capacidad del pilote 547
18.8 Método de Meyerhof para el cálculo de q_p 549
18.9 Resistencia a la fricción, Q_s 551
18.10 Capacidad admisible del pilote 556
18.11 Capacidad de carga de la punta de un pilote apoyado sobre roca 557
18.12 Asentamiento elástico de pilotes 566

18.13	Pruebas de carga de pilote	569
18.14	Fórmulas para la colocación de pilotes	572
18.15	Fricción superficial negativa	576
18.16	Pilotes agrupados: eficiencia	578
18.17	Asentamiento elástico de un grupo de pilotes	582
18.18	Asentamiento de consolidación de un grupo de pilotes	583
18.19	Resumen	586
	Problemas	587
	Referencias	591

19 Pozos perforados 592

19.1	Introducción	592
19.2	Tipos de pozos perforados	593
19.3	Procedimientos de construcción	593
19.4	Estimación de la capacidad de soporte de carga	596
19.5	Pozos perforados en arena: carga última neta	599
19.6	Pozos perforados en arcilla: carga última neta	603
19.7	Asentamiento de pozos perforados	607
19.8	Capacidad de soporte de carga basada en el asentamiento	607
19.9	Resumen	615
	Problemas	615
	Referencias	617

Apéndice: Geosintéticos 619

Respuestas a problemas seleccionados 624

Índice 630