PROF. ING. UGO VENTRIGLIA

LEZIONI DI

GEOLOGIA APPLICATA

VOLUME II

PROPRIETA' TECNICHE DELLE ROCCE

IDROGEOLOGIA

TERREMOTI

Edizioni Scientifiche SIDEREA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI BIBLIOTECA

INDICE

PROPRIETÀ TECNICHE DELLE ROCCE LAPIDEE

1. Terminologia 3

2. Petrologia tecnica e suo sviluppo 4

3. Casi nei quali è necessario lo studio petrografico 4

4. Interpretazione dei risultati delle prove meccaniche delle rocce 6

5. Omogeneità, uniformità e continuità 7

6. Peso specifico (reale) 8

7. Peso volume (peso dell'unità di volume, peso specifico apparente, densità apparente) 8

1 - Raccolta dati 10

8. Grado di compattezza e coefficiente di porosità 12

9. Peso dell'unità di volume di pietrischi e ghiaia 12

10. Volume e Forma 14

1 - Monoliti 15

2 - Pietre da taglio 16

3 - Lastre per rivestimento 16

4 - Pietrame 17

11. Colore 17

12. Trasparenza 22

13. Efflorescenze 23

14. Le caratteristiche delle rocce in rispetto all'acqua ed ai gas 23

15. Porosità reale 25

16. Porosità apparente, penetrabilità e imbibizione 27

17. Coefficiente di imbibizione 28

18. Assorbimento di acqua per capillarità e assorbimento dell'acqua dell'atmosfera (assorbimento propriamente detto, igroscopicità, igrometricità) 32

19. Permeabilità 36
1 - Permeabilità all'acqua 36
2 - Permeabilità ai gas 36

20. Proprietà termiche e resistenza al fuoco 37

21. Conducibilità termica 38

22. Dilatazione termica delle rocce 39

23. Resistenza al fuoco e refrattarietà delle rocce 42

24. Durevolezza e gelività 44

25. Resistenza all'insolazione e resistenza alla salsedine 45
1 - Agenti dell'alterazione (esterna) e fattori influenzanti la durevolezza 47
2 - Agenti fisici dell'alterazione esterna 48
3 - Agenti chimici dell'alterazione 48
4 - Agenti organici dell'alterazione 50
5 - Clima 50
6 - Esposizione 51
7 - Ubicazione 52
8 - Stato della superficie della roccia 52
9 - Associazione con altre rocce meno durevoli 52
10 - Rapidità di propagazione del decadimento di una roccia poco durevole 53
11 - Caratteristiche petrografiche 53
12 - Valutazione preventiva della durevolezza di una roccia 54

26. Gelività 55
1 - Costituzione petrografica e gelività 57
2 - Porosità ed imbibizione delle rocce in rapporto alla gelività ed all'acqua di cava 57
3 - Criteri di selezione dei materiali litoidi in rispetto alla gelività 59
4 - Metodi di prove di laboratorio sulla gelività delle rocce 60
5 - Metodi attuali di prova della gelività in laboratorio 60
6 - Mezzi di protezione delle rocce gelive 65

27. Durezze e mezzi di indurimento delle rocce 65
1 - Durezza e tenacità 67
2 - La durezza in rapporto alle caratteristiche petrografiche 68
3 - Durezza e contenuto di acqua 69
4 - Indurimento delle rocce 69
5 - Resistenza all'usura per attrito radente 69
6 - Metodi di prova 72
7 - Rapporto fra la resistenza all'usura per attrito radente e la resistenza a compressione 72
8 - Criterio delle prove di usura per attrito radente ed effettive sollecitazioni del materiale in opera nelle pavimentazioni stradali 73

28. Usura al getto di sabbia 75

29. Perforabilità 76

30. Resistenza al rotolamento e coefficiente di qualità 78

31. Resistenze a compressione - Trazione - Taglio e Flessione e Deformabilità corrispondenti 79

32. Resistenza alla compressione e compressibilità 79
1 - Fattori determinanti e fattori influenzanti la resistenza a compressione delle rocce - Rapporti con le altre resistenze 81
2 - Variazione della resistenza a compressione con la direzione di sollecitazione 82
3 - Influenza delle venature 82
4 - Influenza dell'umidità 82
5 - Rottura per compressione in dipendenza del modulo E, della rapidità di incremento del carico e in rapporto alla resistenza al taglio 83
6 - Influenza della durata del carico sulla resistenza a compressione 84
7 - Influenza della modalità della prova 85
8 - Influenza della forma e delle dimensioni dei provini 86
9 - Norme ufficiali e modalità di prove 88
10 - Carichi di sicurezza 89
11 - Compressione con dilatazioni laterali parzialmente o totalmente impedite 92
12 - Compressibilità lineare delle rocce lapidee 92
13 - Costante di rigidezza alla compressione 92
14 - Compressibilità cubica delle rocce lapidee 93
15 - Resistenza a compressione e compressibilità dei pietrischi 93

33. Resistenza a trazione 95

34. Resistenza al taglio 97

35. Meccanica degli sforzi di taglio nelle rocce 98

36. Diagramma di Mohr 100

37. Resistenza a flessione e flessibilità delle rocce 102

1 - Influenza della tessitura sulla resistenza a flessione 105

2 - Influenza dell'umidità 106

3 - Influenza della direzione di sollecitazione 106

4 - Influenza dello stato di alterazione 107

5 - Metodi e norme per le prove di resistenza a flessione 107

6 - Dati sperimentali sulla resistenza a flessione 107

7 - Aliquota della deformazione permanente nelle rocce sollecitate a flessione 108

8 - Rigidità (o rigidezza) e costante di indeformabilità alla flessione 109

9 - Flessibilità delle rocce 110

38. Tenacità (resistenza agli urti) 111

1 - Tenacità determinata con l'urto di provini cubici e cilindrici 113

2 - Tenacità determinata con l'urto di lastre 116

3 - Tenacità dei "pietrischi" 117

39. Elasticità 118

1 - Caratteristiche elastiche delle rocce 121

2 - Coefficiente di Poisson 123

3 - Legge di Hooke 124

4 - Fattori influenzanti il valore di E delle rocce 124

5 - Natura petrografica e modulo E 124

6 - Influenza della porosità, contenuto di sostanze estranee e della umidità 125

7 - Anisotropia elastica delle rocce 126

8 - Influenza della profondità 126

9 - Grado di elasticità 126

10 - Elasticità susseguente delle rocce 127

11 - Elasticità delle rocce sottoposte a pressione "idrostatica" 129

12 - Modulo di elasticità e velocità di propagazione di onde elastiche 129

40. Aderenza con le malte 134

41. Potere legante e grado di idrofilia 135

42. Resistenza agli agenti chimici 136

43. Difetti delle rocce e prove atte a mettersi in vista 137

44. Le proprietà fisiche delle formazioni nella loro sede, tenendo conto specialmente della profondità 138

IDROGEOLOGIA

1. GENERALITA' 143

1 - Suddivisione generale delle acque terrestri 143

2 - I cicli dell'acqua 144

3 - Classifica genetica delle acque sotterranee 147

4 - Principali caratteri chimici e fisici delle acque litosferiche 148

1 - Residuo fisso 149

2 - Durezza 149

3 - Acidità 151

4 - Temperatura 152

5 - Torbidità 153

6 - Colore 153

7 - Sapore 154

8 - Odore 154

5 - Altri caratteri delle acque sotterranee 154

6 - Potabilità ed impiegabilità diverse delle acque sotterranee 155

2. ACQUE SUPERFICIALI

1 - I corsi d'acqua 156

1 - Bacini idrografici 156

2 - Movimenti delle acque incanalate 159

3 - Principali caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua 160

4 - Coefficiente di deflusso 165

5 - Torrente e fiume 169

6 - Fiumi di risorgiva 170

7 - Classificazione dei bacini e dei corsi d'acqua in rapporto al regime 171

8 - Variazioni di regime dei corsi d'acqua 177

2 - Laghi 179

1 - Definizione 179

2 - Temperatura dei laghi 180

3 - Movimenti delle acque dei laghi 182

4 - Variazioni di livello dei laghi 184

5 - Regime idrologico dei laghi 185

6 - Funzione idrologica dei laghi 186

7 - Utilizzazione dei laghi attuali come serbatoi 186

8 - Stagni, paludi ed acquitrini 187

3 - Bonifiche idrauliche ed irrigazioni 190
1 - Definizione 190
2 - Cause geologiche della formazione di stagni, paludi ed acquitrini 191
3 - Bonifiche per drenaggio 191
4 - Bonifiche per colmata 192
5 - Bonifiche in terreni impermeabili 193
6 - Bonifiche in terreni permeabili 193
7 - Irrigazioni 194
8 - Problemi idrogeologici dell'irrigazione 195
9 - Le irrigazioni nei riguardi della composizione geologica del suolo 197

4 - I ghiacciai 199
1 - Il limite delle nevi persistenti 199
2 - Tipi di glaciazioni e di ghiacciai 200
3 - Funzione idrologica dei ghiacciai 201
4 - Afflussi 202
5 - Deflusso 203
6 - Ablazione 204
7 - Relazioni fra contributo ed ablazione 204
8 - Bilancio idrologico di un ghiacciaio 205

3. ACQUE SOTTERRANEE 206

1 - Cenni generali 206
1 - Tappe o fasi della circolazione sotterranea delle acque di origine meteorica 206
2 - Fattori determinanti la circolazione delle acque nel sottosuolo 206
3 - Fattori influenzanti la circolazione delle acque nel sottosuolo 209
4 - La gravità e la capillarità nella circolazione sotterranea delle acque 210
5 - Principali proprietà idrogeologiche del terreno 211
6 - Permeabilità ed impermeabilità delle rocce 212
7 - Cicrolazione per filtrazione e circolazione per fratture 215
8 - Regime carsico 218
9 - Origine delle acque sotterranee 219
10 - Condizioni di esistenza delle acque nel sottosuolo 219
11 - Nomenclatura delle acque sotterranee 221
12 - Superficie freatica 228

2 - Le acque nei terreni permeabili per porosità 228
1 - Le isofreatiche 228
2 - Morfologia della superficie freatica 229
3 - Bacini idrografico, orografico (topografico), imbrifero e idrologico 232
4 - Relazioni fra spartiacque superficiali e spartiacque sotterranei 234
5 - Falde acquifere 237
6 - Relazioni fra acqua di fondo e falde acquifere 240
7 - Falda freatica 241
8 - Superficie idrostatica di una falda sotterranea a pelo libero 243

9 - Tipi particolari di formazioni freatiche 244
10 - Rapporti fra acque di salinità diverse 249
11 - Regime della falda freatica 250
12 - Falde artesiane 254
13 - Regime delle falde acquifere profonde 256
14 - Ravvenamento delle falde acquifere 257
15 - Falde acquifere ultraprofonde (geotermali) 258

3 - Le acque nei terreni permeabili per fessurazione 259
1 - Fessurazione delle rocce 259
2 - Permeabilità per fessurazione 260
3 - Penetrazione dell'acqua nei terreni calcarei 262
4 - Concezioni sulla distribuzione delle acque sotterranee nelle regioni carsiche 263
5 - Circolazione delle acque sotterranee nei terreni calcarei 264
6 - Oscillazioni del livello freatico nei terreni calcarei 266
7 - Corsi d'acqua sotterranei 267
8 - Circolazione delle acque sotterranee nei terreni fessurati insolubili 268
9 - Relazioni fra acque sotterranee e acque marine nei territori costieri 269
10 - Circolazione delle acque sotterranee in rocce permeabili sia per porosità, che per fessurazione 270
11 - Metodi per il riconoscimento di comunicazioni idriche sotterranee 271

4 - Sorgenti 273
1 - Definizioni 273
2 - Caratteri chimici delle acque sorgive 275
3 - Caratteri fisici delle acque sorgive 277
4 - Portata e regime delle sorgenti 278
5 - Schema di classifica naturale delle sorgenti 281
6 - Significato di alcuni nomi dati alle sorgenti 290
7 - Aggruppamento ed allineamento di sorgenti 297
8 - Orizzonti sorgentiferi 298
9 - Fontanili 299
10 - Studio idrogeologico delle sorgenti 301
11 - Delimitazione del bacino idrogeologico di una sorgente 304
12 - Sistemazione delle sorgenti 304
13 - Mezzi per attingere le acque sotterranee 307
14 - Le acque sotterranee negli scavi di gallerie, pozzi etc. e nelle fondazioni 307

5 - Sorgenti termominerali 309
1 - Cenni generali 309
2 - Caratteri chimici delle acque termominerali 310
3 - Classificazione chimica 315
4 - Depositi concrezionari 317
5 - Fanghi termominerali 317
6 - Caratteri fisici delle acque termominerali 317
7 - Origine delle acque termominerali 318
8 - Schemi di circolazione idrotermale 321
9 - Rapporti fra acque termominerali ed acque vadose 323
10 - Studio idrogeologico di una sorgente termominerale 324

6 - Ricerche d'acqua 325
1 - Quantità d'acqua impiegate nelle più comuni utilizzazioni 327
2 - Le qualità dell'acqua in rapporto con l'utilizzazione 328
3 - Utilizzazione delle acque meteoriche 331
4 - Utilizzazione delle acque superficiali 332
5 - Metodi empirici per ricerche d'acqua 333
6 - Ricerche d'acqua con mezzi geofisici 334
7 - Ricerca delle sorgenti 335
8 - Ricerche d'acqua sotterranee 338
9 - Territori montuosi: ricerche d'acqua sotterranee in terreni coerenti 339
10 - Territori montuosi: ricerche d'acqua sotterranee in terreni incoerenti 342
11 - Ricerche d'acqua in territori di pianura 348
12 - Ricerche d'acqua in territori costieri 352
13 - Ricerche d'acqua in territori aridi 353

4. RICERCA E PROSPEZIONE IDROGEOLOGICA 357
1 - Premessa 357
2 - Carte idrogeologiche 357
1 - Tipi di carte idrogeologiche e metodi per la loro esecuzione 358
3 - Composizione chimica delle acque 360
1 - Classifica delle acque in base alla composizione chimica 361
2 - Rappresentazione grafica della composizione chimica dell'acqua 363
3 - Carte idrochimiche 364
4 - Sondaggi nella prospezione idrogeologica 365
1 - Procedimento di perforazione e di isolamento degli orizzonti acquiferi 365
2 - Osservazioni sul livello di acqua 365
3 - Osservazioni sulla temperatura dell'acqua 367
4 - Prelevamenti dei campioni d'acqua per analisi chimiche 367
5 - Metodi geofisici nella prospezione delle acque sotterranee 367
1 - Nozioni sul metodo delle resistività e sul campo elettrico naturale 367
2 - Profili di resistività e sondaggi elettrici di ricerca e di prospezione delle acque sotterranee 369
3 - Carotaggio elettrico in sondaggi 370
4 - Determinazione della zona di afflusso dell'acqua nel pozzo con l'aiuto di un resistivimetro o di una sonda termometrica 370
5 - Prove e ricerche di laboratorio nel corso della prospezione di acque sotterranee 371
6 - Studio del regime delle acque sotterranee nelle ricerche idrogeologiche 371
1 - Il regime delle acque sotterranee
2 - Osservazioni sul regime delle acque superficiali 373

5. METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA DIREZIONE DELLA CORRENTE SOTTERRANEA E DELLA VELOCITA' REALE DEL MOVIMENTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE 376
1 - Premessa 376
2 - Apparecchi di misura del livello d'acqua 377
3 - Determinazione della direzione del moto delle acque sotterranee con tre punti di misura 378
4 - Determinazione della velocità reale di scorrimento delle acque sotterranee 379
1 - Determinazione con sale di cucina 379
2 - Determinazione con l'aiuto di materie coloranti 380
3 - Determinazione con il metodo elettrico 381
4 - Determinazioni con l'impiego degli isotopi 381

6. METODI IMPIEGATI SUL TERRENO PER DETERMINARE LA PERMEABILITA' DELLE ROCCE 382
1 - Prove di pompaggio 382
1 - Scelta e sistemazione del terreno per la prova 382
2 - Attrezzature 384
3 - Esecuzione delle prove di pompaggio 385
4 - Elaborazione dei risultati della prova 386
2 - Prove di assorbimento 389
1 - Esecuzione della prova 390
2 - Elaborazione dei risultati della prova 390
3 - Prove di iniezioni 391
1 - Pozzo e tamponaggio dei pozzi per le prove di iniezioni 391
2 - Esecuzione della prova 392
3 - Esecuzione dell'iniezione 393
4 - Elaborazione dei risultati di prova 393
4 - Infiltrazione da una fossa 395

7. CENNI SULLA DINAMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE 397
1 - Legge di Darcy 397
2 - Principali caratteristiche di una corrente 402
1 - Linee di corrente e curve di eguale pressione 402
2 - Pressione piezometrica 404
3 - Circolazione delle acque sotterranee non in pressione in strati omogenei 405
1 - Relazione fra portata, pendenza idraulica e spessore della falda e coefficiente di permeabilità del terreno 405
2 - Caratteristiche del moto uniforme e non uniforme delle acque sotterranee 407
3 - Portata di una falda piana che si muove con moto uniforme 409
4 - Portata di una falda che si muove con moto non uniforme 410
5 - Portata di una falda radiale 410
6 - Andamento della curva di depressione delle acque sotterranee 413

8. MOTO DELLE ACQUE SOTTERRANEE VERSO LE OPERE DI PRESA 416
1 - Afflusso dell'acqua in una galleria collettrice 416
2 - Afflusso dell'acqua nei pozzi in falda non in pressione 418
1 - Pozzo completo 418
2 - Pozzo incompleto 424
3 - Afflusso d'acqua nei pozzi artesiani 430
1 - Pozzo artesiano completo 430
2 - Pozzo artesiano incompleto 434
3 - Pozzo artesiano a solo fondo filtrante 435
4 - Moto dell'acqua sotterranea nelle rocce fratturate 436
1 - Calcolo della velocità e della portata 436
2 - Pozzo ordinario 437
3 - Pozzo artesiano 438
5 - Pozzi e fosse a perdere nelle rocce granulari e fratturate 439

TERREMOTI

1. GENERALITA' 445
2. CENNI STORICI 446
3. DEFINIZIONE E SISTEMATICA DEI TERREMOTI 448
1. Terremoti artificiali 448
2. Terremoti naturali 449
1 - Terremoti di crollo, franamenti etc.. 449
2 - Terremoti vulcanici 449
3 - Terremoti tettonici 451
1 Profondità dei sismi 451
2 Genesi delle montagne 451
3 Origine dei terremoti tettonici 453
4 Forze che provocano la formazione delle faglie ed il verificarsi dei sismi 455
4. SCOSSE PREMONITRICI E REPLICHE 457
5. EFFETTI DEI TERREMOTI 458
1. Effetti macrosismici 458
2. Rumori premonitori 459
3. Barlumi misteriosi 460
4. Altri effetti non spiegabili 461
6. CARATTERISTICHE DEI TERREMOTI 462
1. Onde sismiche 462
1 - Generalità 462
2 - Lunghezze d'onda 463
3 - Velocità delle onde 463
4 - Periodi delle varie onde e periodi pericolosi 464

2. Durata dei terremoti 468
3. Profondità dell'ipocentro 469
4. Frequenze, ampiezze ed accelerazioni dei terremoti forti 469
5. Variazioni delle caratteristiche del terremoto con la distanza dall'epicentro 470
6. Intensità di un terremoto 472
7. Energia di un sisma 474
8. Magnitudo dei terremoti 476
9. Relazione fra intensità e magnitudo 479
10. Relazione fra magnitudo ed energia liberata 481
11. Relazioni fra accelerazione e intensità e fra accelerazione e magnitudo 482
12. Relazione fra intensità e periodo 487
7. GRADO DI SISMICITA' E "ZONIZZAZIONI" SISMICHE 489
1. Fattori che concorrono a determinare il carattere sismico locale 489
2. Norme e categorie sismiche; "regionalizzazione", "zonizzazione", "microzonizzazione" 491
8. INFLUENZA DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E MORFOLOGICHE, REGIONALI E LOCALI, SUGLI EFFETTI SISMICI 493
1. Forze sismiche reali ed apparenti 493
2. Caratteristiche dei terreni che influenzano gli effetti sismici 494
3. Caratteristiche "sismiche" delle rocce 495
1 - Caratteristiche intrinseche 495
2 - Caratteristiche estrinseche 496
4. Elementi influenzati dalle caratteristiche dei terreni 496
5. Primi criteri sull'influenza del terreno sulle azioni sismiche 497
1 - Danni e tipi di terreni 498
2 - Stato di "consistenza" del sottosuolo, grado di rigidità delle strutture e danni sismici 498
3 - Ampiezza delle vibrazioni e tipi di terreni 499
4 - Acqua del sottosuolo 499
5 - Sabbie in prossimità della spiaggia e delle rive di bacini e di corsi d'acqua 500
6. Criteri più recenti 500
1 - Generalità 500
2 - Spettri del suolo e reticoli di intensità 506
3 - Distanza dall'epicentro 506
4 - Attenuazione dell'intensità con la distanza 507
5 - Attenuazione dell'accelerazione con la distanza 509
6 - Tipi di terreni, tipi di strutture e delle loro parti e comportamenti sismici dell'assieme e alle varie altezze 510

7. Conclusioni sulle caratteristiche geologiche e morfologiche influenzanti gli effetti sismici 512
1 - Natura dei terreni 512
2 - Stato di continuità dei corpi geologici 513
3 - Caratteristiche geometriche 513
4 - Giacitura dei corpi stratiformi 513
5 - Spessori dei terreni sciolti (incoerenti) 513
6 - Contenuto d'acqua dei terreni sciolti 514
7 - Profondità della falda freatica 514
8 - Morfologia dei terreni sciolti (o lapidei instabili) tendenti a franare, scoscendere o "lamare" 514
9 - Aree in fase di subsidenza sensibili agli scuotimenti 515
10 - Faglie 515
11 - Mezzi e metodi per valutare preventivamente il "carattere sismico di un terreno e di un'area 516
12 - Criteri geologico-tecnici nella scelta del terreno di fondazione e nel progetto della fondazione della struttuta 518

9. BREVI CENNI SULLE AZIONI SISMICHE SUI MANUFATTI 520
1. Effetti dei terremoti sulle costruzioni 520
2. Influenza delle caratteristiche costruttive e dello stato di conservazione degli edifici 520
3. Forza sismica orizzontale 521
1 - Formule "statiche" 523
2 - Formule statiche "corrette" 524
3 - Metodo dinamico 524
4 - Modello semplice di riferimento - Spettro di risposta 525
5 - Utilità degli spettri ed applicabilità del criterio anche ad edifici con più di un modo di vibrazione 529

UNIVERSITA' D. STUDI DI TRENTO
BIBLIOTECA
N. 251766