

Laura Scesi
Monica Papini
Paola Gattinoni

Geologia applicata

Applicazione ai progetti
di ingegneria civile



CON CD-ROM

VOLUME 2



Laura Scesi
Monica Papini
Paola Gattinoni

Geologia applicata

Applicazione ai progetti
di ingegneria civile



CASA EDITRICE AMBROSIANA

Indice

	Premessa	11
1	Le acque sotterranee	13
1.1	Principali caratteristiche delle acque sotterranee	13
1.2	La circolazione idrica nelle terre sciolte	14
1.2.1	<i>Gli acquiferi</i>	14
1.2.2	<i>Classificazione degli acquiferi</i>	15
1.3	Il sistema acqua-aria-terreno	16
1.4	Tipi di acqua nel terreno	17
1.5	Proprietà idrogeologiche dei terreni	18
1.5.1	<i>Le falde</i>	21
1.6	Movimenti delle acque sotterranee	22
1.7	Rappresentazione delle falde	23
1.7.1	<i>Utilizzo delle carte a isopieze</i>	24
1.8	Analisi della morfologia della superficie piezometrica	26
1.9	Effetti delle captazioni sulle falde acquifere	31
1.10	Determinazione dei principali parametri idrogeologici	33
1.10.1	<i>Porosità</i>	34
1.10.2	<i>Permeabilità</i>	37
1.10.3	<i>Tramissività</i>	40
1.11	La circolazione idrica nelle rocce	46
1.11.1	<i>Gli acquiferi</i>	48

1.11.2	<i>Determinazione della permeabilità negli ammassi rocciosi tramite rilevamento geologico-strutturale</i>	51
1.11.3	<i>Determinazione della permeabilità negli ammassi rocciosi tramite prove in sito</i>	53
	<i>Bibliografia</i>	55
2	La dinamica dei versanti	57
2.1	Classificazione delle frane	57
2.2	Frane per crollo (Falls)	58
2.3	Frane per ribaltamento (Topples)	60
2.4	Frane per scivolamento (Slides)	61
2.4.1	<i>Frane per scivolamento traslazionale (Translational Slides)</i>	61
2.4.2	<i>Frane per scivolamento rotazionale (Rotational Slides)</i>	62
2.5	Frane per espansione laterale (Lateral Spreads)	62
2.6	Frane per colamento (Flows)	64
2.6.1	<i>Frane per colamento in roccia (Flow in bedrock)</i>	64
2.6.2	<i>Frane per colamento in terreni e in detriti (earth flow, debris flow)</i>	65
2.7	Frane complesse (complex)	68
2.8	Fenomeni di erosione superficiale dei versanti	68
2.9	Metodi di previsione dei fenomeni di erosione superficiale	72
2.9.1	<i>Metodo PSIAC</i>	72
2.9.2	<i>Metodo di Gavrilovic</i>	73
2.9.3	<i>Metodo USLE</i>	76
2.10	Nomenclatura delle frane	76
2.11	Cause di franamento	78
2.12	Indagini da eseguire in aree franose	80
2.13	Rilievi di superficie	81
2.14	Indagini profonde	87
2.15	Rischio idrogeologico	90
2.15.1	<i>Previsione, prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico</i>	92

2.15.2	<i>Procedura generale per la valutazione del rischio</i>	93
2.15.3	<i>Valutazione dell'intensità</i>	94
2.15.4	<i>Valutazione della pericolosità</i>	95
	<i>Bibliografia</i>	96
3	L'analisi di stabilità dei versanti	97
3.1	La resistenza al taglio dei materiali	97
3.1.1	<i>Resistenza al taglio nei terreni</i>	97
3.1.2	<i>Resistenza al taglio in rocce</i>	104
3.1.3	<i>Resistenza al taglio di rocce intatte</i>	104
3.1.4	<i>Resistenza al taglio degli ammassi rocciosi</i>	104
3.2	Analisi di stabilità con i metodi dell'equilibrio limite	115
3.3	Analisi di stabilità per scivolamenti traslazionali	115
3.3.1	<i>Scivolamenti traslazionali in terreni</i>	115
3.3.2	<i>Scivolamenti traslazionali in roccia</i>	118
3.4	Analisi di stabilità per scivolamenti rotazionali	121
3.4.1	<i>Analisi di stabilità in condizioni non drenate</i>	122
3.4.2	<i>Analisi di stabilità in condizioni drenate</i>	125
	<i>Bibliografia</i>	136
4	Le opere di stabilizzazione e sistemazione dei pendii	137
4.1	Interventi che riducono la resistenza al taglio mobilizzata	138
4.1.1	<i>Sbancamenti</i>	138
4.1.2	<i>Riprofilature</i>	138
4.1.3	<i>Modifiche del tracciato stradale, ferroviario e dell'ubicazione di infrastrutture</i>	139
4.1.4	<i>Disgaggio di massi pericolanti</i>	140
4.1.5	<i>Opere per ridurre l'erosione al piede dei versanti da parte dei corsi d'acqua</i>	140
4.2	Interventi che aumentano la resistenza al taglio del materiale	144
4.2.1	<i>Opere di sostegno e/o rilevati al piede del versante</i>	144

4.2.2	<i>Opere di drenaggio superficiali</i>	151
4.2.3	<i>Opere di drenaggio profonde</i>	152
4.2.4	<i>Opere che migliorano la caratteristiche geotecniche dei terreni</i>	159
4.3	Interventi di stabilizzazione dei versanti rocciosi soggetti a fenomeni di ribaltamento e di crollo	161
5	Le strade	169
5.1	Premessa	169
5.2	Scelta del tracciato e studio della sede stradale	169
5.3	Ricerca del materiale da costruzione	172
5.4	Classificazione delle strade in base all'assetto geomorfologico	173
5.4.1	<i>Strade in aree di pianura</i>	179
5.4.2	<i>Strade in aree montuose</i>	182
5.4.3	<i>Strade in aree prealpine</i>	187
5.5	Modalità costruttive di una strada	188
5.5.1	<i>Strada in trincea</i>	188
5.5.2	<i>Strade in rilevato</i>	189
5.5.3	<i>Strade su viadotto o in galleria</i>	190
5.6	Fattori di instabilità di una strada	190
5.7	Opere di difesa di una strada	192
5.8	Studi e indagini che vengono effettuati per la realizzazione di una strada	194
	Bibliografia	196
6	Le opere in sotterraneo	197
6.1	Premessa	197
6.2	Indagini geognostiche per la realizzazione di gallerie	200
6.2.1	<i>Indagini geognostiche finalizzate alla scelta del tracciato</i>	200
6.2.2	<i>Indagini geognostiche per la realizzazione dello scavo di una galleria</i>	202
6.2.3	<i>Indagini idrogeologiche</i>	205

6.3	Problematiche di natura geologica riscontrabili durante l'esecuzione di una galleria	207
6.3.1	<i>Problematiche legate alla natura litologica e all'assetto stratigrafico-tettonico</i>	207
6.3.2	<i>Problematiche legate alle condizioni morfologiche</i>	213
6.3.3	<i>Problematiche legate alle condizioni idrogeologiche</i>	217
6.3.4	<i>Problematiche connesse al reperimento di gas</i>	217
6.3.5	<i>Problematiche connesse al rinvenimento di acque aggressive</i>	218
6.3.6	<i>Problematiche connesse al rinvenimento di materiali rigonfianti</i>	219
6.4	Soluzioni progettuali	220
6.4.1	<i>Considerazioni preliminari</i>	220
6.4.2	<i>Definizione della qualità degli ammassi</i>	221
6.4.3	<i>Definizione del comportamento degli ammassi soggetti a escavazione</i>	234
6.4.4	<i>Metodologie progettuali</i>	238
6.5	Mezzi di scavo, metodologie di avanzamento e tecniche costruttive	251
6.5.1	<i>Mezzi di scavo</i>	251
6.5.2	<i>Metodologie di avanzamento</i>	262
6.5.3	<i>Tecniche costruttive</i>	267
6.6	Controllo in corso d'opera	269
	Bibliografia	272
7	Le tecniche di consolidamento	275
7.1	Premessa	275
7.2	Interventi migliorativi	275
7.2.1	<i>Iniezioni</i>	276
7.2.2	<i>Jet-grouting</i>	279
7.2.3	<i>Congelamento</i>	286
7.2.4	<i>Compattazione</i>	290
7.2.5	<i>Drenaggio</i>	298
7.3	Interventi conservativi	301

7.3.1	<i>Armature</i>	301
7.3.2	<i>Pretaglio meccanico</i>	306
7.3.3	<i>Arco cellulare</i>	309
	<i>Bibliografia</i>	311
8	Le dighe	313
8.1	<i>Premessa</i>	313
8.2	<i>Scelta dell'ubicazione di una diga di ritenuta</i>	315
8.3	<i>Problemi geologici relativi alle dighe</i>	319
8.3.1	<i>Impermeabilità dell'invaso</i>	320
8.3.2	<i>Stabilità delle sponde e dei versanti che sovrastano l'invaso e lo sbarramento</i>	325
8.3.3	<i>Interrimento dell'invaso</i>	326
8.3.4	<i>Stabilità del substrato di fondazione della diga</i>	329
8.3.5	<i>Impermeabilità della soglia sulla quale va ubicata la diga</i>	331
8.3.6	<i>Reperimento di inerti da costruzione</i>	333
8.3.7	<i>Condizioni geologiche inerenti alle opere ausiliarie</i>	335
8.4	<i>Dighe di subalveo</i>	335
8.5	<i>Dighe in materiale sciolto</i>	338
8.5.1	<i>Dighe in pietrame a secco</i>	338
8.5.2	<i>Dighe in terra</i>	339
8.6	<i>Studi e indagini che vengono effettuati per la realizzazione di una diga</i>	341
	<i>Bibliografia</i>	343
	Indice analitico	345