



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
IDRAULICA, MARITTIMA, AMBIENTALE E GEOTECNICA



Luigi Da Deppo e Claudio Datei

FOGNATURE



LIBRERIA
INTERNAZIONALE
CORTINA PADOVA

QUINTA EDIZIONE

Indice

PREFAZIONE	V
INDICE	IX
X CAPITOLO 1	1
INTRODUZIONE. NORMATIVA.....	1
1.1 GENERALITÀ	1
1.2 SOMMARIO DEGLI ARGOMENTI TRATTATI. DEFINIZIONI PRINCIPALI. NORMATIVA	3
1.2.1 Piano del lavoro.....	3
1.2.2 Definizioni.....	4
1.2.3 Normativa	5
X CAPITOLO 2	15
CENNI DI IDROLOGIA.....	15
2.1 PREMESSE	15
2.2 ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI	16
2.2.1 Tempo di corriavazione o di concentrazione.....	16
2.2.2 Pluviometria. Definizioni	18
2.2.3 Equazione di possibilità pluviometrica.....	23
2.2.3.1 Generalità. Metodo dei casi critici	23
2.2.3.2 Metodo di <i>Gumbel</i>	25
2.2.3.3 Test di adattamento di <i>Pearson</i>	29
2.2.3.4 Indicazioni sul periodo di ritorno.....	30
2.2.4 Alcune applicazioni	31
2.2.5 Eventi con $T_r = 1$ anno	35
2.2.6 Applicazione. Test di adattamento di <i>Pearson</i> alle precipitazioni di massima intensità registrate a Padova.....	37
X CAPITOLO 3	41
RICHIAMI DI IDRAULICA	41
3.1 PREMESSE	41
3.2 MOTO UNIFORME	42
3.2.1 Formule del moto uniforme	42
3.2.1.1 Canali cilindrici o prismatici	42
3.2.1.2 Canali con sezioni composte	47

3.2.2 Applicazione: calcolo della portata a moto uniforme in un collettore composto	49
3.3 MOTO PERMANENTE.....	49
3.3.1 Moto permanente gradualmente vario a portata costante	50
3.3.1.1 Impostazione differenziale per un collettore cilindrico o prismatico 50	
3.3.1.2 Applicazione: calcolo del profilo di rigurgito in un canale	54
3.3.2 Moto permanente con immissione di portata lungo il percorso	54
3.3.2.1 Generalità.....	54
3.3.2.2 Confluenze	55
3.3.2.3 Moto con portata variabile lungo il percorso	56
3.3.3 Fenomeni localizzati. Processi dissipativi	59
3.3.3.1 Generalità.....	59
3.3.3.2 Risalto	60
3.3.3.3 Applicazione. Progetto di una vasca di dissipazione.....	64
3.3.3.4 Salti di fondo.....	65
3.3.3.5 Applicazione. Dissipazione di un getto libero.....	68
3.4 CENNI SUL TRASPORTO SOLIDO	69
CAPITOLO 4.....	73
RETI DI FOGNATURA: TRACCIATI E PROFILI.....	73
4.1 ELEMENTI FONDAMENTALI PER LA SCELTA DEL TRACCIATO E DEL PROFILO	73
4.2 ANDAMENTO PLANIMETRICO DELLE RETI.....	75
4.3 ANDAMENTO ALTIMETRICO DELLE RETI.....	78
4.4 DELIMITAZIONE DELLE AREE SCOLANTI.....	81
4.5 INSUFFICIENZA DELLE RETI URBANE E PROVVEDIMENTI RELATIVI	82
CAPITOLO 5.....	85
CALCOLO DELLE PORTATE.....	85
5.1 INFLUENZA DELLA SUPERFICIE SCOLANTE	85
5.2 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	86
5.3 METODI DI CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME.....	89
5.3.1 Generalità	89
5.3.2 Metodo cinematico o razionale.....	90
5.3.2.1 Fondamenti del metodo.....	90
5.3.3 Metodo dell'invaso	94
5.3.3.1 Premessa	94
5.3.3.2 Equazioni fondamentali.....	94

5.3.3.3 Sezioni chiuse. Coefficiente udometrico	97
5.3.3.4 Sezioni aperte. Coefficiente udometrico	100
5.3.3.5 Volume d'invaso da assumersi nelle reti di fognatura	104
5.3.3.6 Calcolo della portata di piena per un collettore di fognatura	105
5.3.3.7 Applicazione: dimensionamento della fognatura bianca di un quartiere con il metodo dell'invaso	107
5.4 PORTATA DELLE ACQUE NERE.....	118
5.5 TABELLA TIPO PER LA PRESENTAZIONE DEI CALCOLI	121
CAPITOLO 6	125
CONDOTTE PER FOGNATURA: MATERIALI, CRITERI DI POSA E VERIFICHE STATICHE	125
6.1 INTRODUZIONE	125
6.2 FORMA DELLE SEZIONI	128
* 6.3 MATERIALI PER CONDOTTE DI FOGNATURA NERA.....	129
6.3.1 Premessa	129
6.3.2 Condotte di grès e di conglomerato cementizio con rivestimento di grès	131
6.3.3 Tubazioni di conglomerato cementizio con rivestimento di resina.....	133
6.3.4 Tubazioni di fibrocemento.....	134
6.3.5 Tubazioni d'acciaio.....	137
6.3.6 Tubazioni di ghisa	138
6.3.7 Tubazioni di PVC rigido	140
6.3.8 Tubazioni di polietilene.....	143
6.3.9 Condotte di vetroresina (PRFV)	144
* 6.4 CONDOTTE PER FOGNATURA BIANCA.....	146
6.4.1 Premessa	146
6.4.2 Condotte di conglomerato cementizio	147
6.4.3 Condotte di materiale plastico, vetroresina, fibrocemento e materiale metallico	152
6.5 CONDOTTE PER FOGNATURA MISTA	154
6.6 POSA DELLE CONDOTTE	155
6.6.1 Generalità sugli scavi.....	155
6.6.2 Criteri di posa	161
6.6.3 Posa delle condotte con microtunneling	165
6.7 BLOCCHI D'ANCORAGGIO	166
6.7.1 Analisi statica	166
6.7.2 Applicazione. Blocco d'ancoraggio	170
6.8 COMPORTAMENTO STATICO DELLE CONDOTTE	171
6.8.1 Generalità	171

6.8.2	Classificazione del comportamento statico.....	172
6.8.2.1	Generalità.....	172
6.8.2.2	Tubi rigidi	174
6.8.2.3	Tubi flessibili	174
6.8.2.4	Tubi semi-rigidi.....	175
6.8.3	Criteri di posa. Azione del rinterro e dei sovraccarichi	175
6.8.3.1	Generalità. Tipi di trincea	175
6.8.3.2	Posa in trincea stretta	177
6.8.3.3	Posa in trincea larga	179
6.8.3.4	Posa in trincea stretta con rinterro indefinito	183
6.8.3.5	Caso di due condotte posate nella stessa trincea allo stesso livello.	186
6.8.3.6	Condotte posate nella stessa trincea a livelli differenti	187
6.8.4	Azione dei sovraccarichi verticali	188
6.8.4.1	Generalità.....	188
6.8.4.2	Modalità di diffusione del sovraccarico accidentale	189
6.8.4.3	Carichi concentrati secondo il convoglio tipo	190
6.8.4.4	Convoglio di composizione qualsiasi.....	193
6.8.4.5	Sovraccarichi distribuiti	195
6.8.5	Azioni dovute all'acqua	195
6.8.5.1	Posa in presenza d'una falda.....	195
6.8.5.2	Peso dell'acqua contenuta nel tubo.....	196
6.8.5.3	Alcune caratteristiche delle terre.....	196
6.9	VERIFICHE DI STABILITÀ.....	198
6.9.1	Criteri generali.....	198
6.9.2	Verifica convenzionale	198
6.9.2.1	Modalità di rottura	198
6.9.2.2	Appoggio tipo A.....	199
6.9.2.3	Appoggio tipo B.....	200
6.9.2.4	Appoggio tipo C.....	200
6.9.2.5	Coefficienti di sicurezza.....	201
6.9.3	Statica delle condotte.....	202
6.9.3.1	Generalità.....	202
6.9.3.2	Verifica statica in regime elastico	204
6.9.3.3	Condotte flessibili	205
6.10	APPLICAZIONI.....	208
6.10.1	Condotta flessibile posta in trincea stretta	209
6.10.2	Condotta rigida in trincea larga	210
6.10.3	Condotta rigida in trincea stretta.....	211

6.11 Ispezione e Pulizia delle condotte fognarie	211
6.11.1 Ispezione delle condotte fognarie	211
6.11.2 Pulizia delle condotte fognarie	213
CAPITOLO 7	217
OPERE D'ARTE RICORRENTI	217
7.1 PREMESSE	217
7.2 CUNETTE	217
7.2.1 Pendenza trasversale delle strade	217
7.2.2 Idraulica delle cunette.....	219
7.2.3 Applicazione. Calcolo della portata di una cunetta	224
7.3 CADITOIE STRADALI	224
7.3.1 Tipi di caditoie	224
7.3.2 Norme	233
7.3.3 Idraulica delle caditoie	238
7.3.3.1 Efficienza e rendimento	238
7.3.3.2 Dimensioni di una grata	240
7.3.3.3 Applicazione. Efficienza di una caditoia; lunghezza della grata	246
7.3.3.4 Dimensioni di una bocca di lupo.....	248
7.3.3.5 Applicazione. Caditoia a bocca di lupo; calcolo della lunghezza dalla luce	251
7.3.3.6 Portata captata dalle caditoie in un avvallamento	252
7.3.3.7 Applicazione. Scala delle portate di una caditoia posta in un avvallamento	255
7.4 POZZETTI.....	258
7.4.1 Pozzetti d'ispezione	258
7.4.2 Pozzetti di alloggio dei sifoni di cacciata	263
7.4.2.1 Generalità.....	263
7.4.2.2 Sifone <i>Contarino</i>	271
7.4.2.3 Sifone <i>Milano</i>	273
7.4.3 Pozzetti da neve.....	275
CAPITOLO 8	277
OPERE D'ARTE PARTICOLARI.....	277
8.1 GENERALITÀ	277
8.2 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO PER FOGNATURE.....	277
8.2.1 Tipi d'impianto.....	277
8.2.2 Criteri di progetto delle opere civili	302
8.2.3 Volumi da assegnare alle vasche di raccolta.....	305

8.2.3.1	Applicazione: dimensionamento di una vasca per stazione di sollevamento	314
8.2.4	Restituzione delle acque sollevate	318
8.2.5	Impianto di sollevamento a un corso d'acqua con eventuale funzionamento dell'immissione a sifone	318
8.2.6	Affidabilità e ridondanza	319
8.2.6.1	Generalità	319
8.2.6.2	Affidabilità degli elementi in serie	322
8.2.6.3	Affidabilità degli elementi in parallelo	323
8.2.6.4	Affidabilità di sistemi in parallelo per produzioni comprese tra la minima e la massima	324
8.2.6.5	Ridondanza	326
8.2.6.6	Costo dell'affidabilità ottenuta per ridondanza	327
8.2.6.7	Applicazione	329
8.2.7	Considerazioni sulla disponibilità dei volumi d'invaso nelle stazioni di sollevamento	330
8.2.8	Scarico d'emergenza negli impianti di sollevamento	331
8.2.9	Ventilazione	332
8.2.10	Griglie	332
8.3	OPERE ELETTROMECCANICHE DEI SOLLEVAMENTI. CENNI	338
8.3.1	Premesse	338
8.3.2	Generalità sul rapporto pompa-motore	338
8.3.3	Motori elettrici. Cenni	340
8.3.4	Tensione di alimentazione del motore	341
8.3.5	Potenza di progetto e struttura dell'impianto elettrico	342
8.3.6	Scelta della tensione di alimentazione dell'impianto	344
8.3.7	Influenza delle caratteristiche del sistema di alimentazione sui motori. Alimentazione di riserva	346
8.3.7.1	Effetti delle variazioni di tensione e frequenza	347
8.3.7.2	Effetto di tensioni e correnti non sinusoidali o dissimmetriche	348
8.3.7.3	Commutazione dell'alimentazione fra sorgenti diverse	348
8.3.8	Azionamento elettrico: regolazione e controllo. Automazione	349
8.4	SCOLMATORI	351
8.4.1	Generalità	351
8.4.2	Scolmatore a stramazzo laterale	352
8.4.3	Scolmatore a luce di fondo	356
8.5	VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	356
8.5.1	Generalità	356

8.5.2 Posizione del problema.....	358
8.5.3 Qualità delle acque di prima pioggia	360
8.5.3.1 Fonti dell'inquinamento	360
8.5.3.2 Relazione tra intensità di pioggia e concentrazione di inquinanti ...	362
8.5.3.3 Dati sull'inquinamento delle acque di drenaggio urbano	363
8.5.4 Vasche di prima pioggia. Schemi	366
8.5.5 Terminali portuali e fognature bianche.....	369
8.5.6 Vasche di laminazione nelle reti di fognatura.....	373
8.6 ATTRAVERSAMENTI	377
8.6.1 Attraversamenti dei corsi d'acqua.....	377
8.6.2 Attraversamenti stradali.....	379
8.6.3 Attraversamenti ferroviari	381
8.7 MISURA DELLE PORTATE NEI COLLETTORI DI FOGNATURA.....	382
8.7.1 Normativa di riferimento	383
8.7.2 Misura delle portate in canali a pelo libero	385
8.7.3 Misura della portata in condotte a pressione	388
8.8 DISSABBIATORI	388
8.8.1 Dissabbiatori longitudinali	390
8.8.2 Dissabbiatore circolare	393
8.8.3 Idroestrattori	394
8.8.4 Teoria elementare dei dissabbiatori longitudinali.....	396
8.8.4.1 Impostazione elementare	396
8.8.4.2 Impostazione secondo <i>Camp</i>	401
8.9 DISOLEATORI	403
8.9.1 Generalità	403
8.9.2 Richiami legislativi.....	406
8.9.3 Normativa di riferimento per il dimensionamento del disoleatore	407
8.9.4 Idraulica delle vasche disoleatrici.....	409
8.9.5 Tipi di disoleatori	412
8.9.6 Criteri progettuali	419
8.9.7 Applicazione. Dimensionamento di un disoleatore a servizio di una piccola comunità.....	421
8.9.8 Applicazione. Dimensionamento di un disoleatore a servizio di un piazzale portuale.....	422
8.10 RESTITUZIONE DELLE ACQUE DI FOGNA.....	424
8.11 OPERE DI DISSIPAZIONE	425
8.11.1 Dissipatori <i>U.S.B.R.</i>	427
8.11.2 Applicazione. Dimensionamento di una vasca di dissipazione.....	429

8.11.3 Dissipatore a denti	430
8.11.4 Dissipatore a griglia.....	432
CAPITOLO 9	433
FOGNATURE IN DEPRESSIONE	433
9.1 Generalità e principio di funzionamento	433
9.2 Descrizione del sistema.....	435
9.2.1 Funzionamento	435
9.2.2 Campi d'applicazione	443
9.2.3 Stazione del vuoto	445
CAPITOLO 10	449
IMPIANTI DI SCARICO DELLE ACQUE DAGLI EDIFICI	449
10.1 PREMESSE.....	449
* 10.2 SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE.....	451
10.2.1 Portata da smaltire	451
→ 10.2.2 Applicazione: calcolo della portata meteorica scolante dal tetto di un edificio e dall'insieme tetto-cortile dell'edificio	454
→ 10.2.3 Dimensionamento della grondaia	454
10.2.3.1 Applicazione: calcolo della pendenza media da assegnare a una grondaia	458
10.2.3.2 Disposizione dei pluviali e forma delle grondaie	459
→ 10.2.4 Dimensionamento del pluviale	462
10.2.5 Collettori delle acque pluviali.....	464
10.2.6 Applicazione: calcolo della tensione tangenziale in una condotta per vari gradi di riempimento	466
10.2.7 Condotte per collettori e pluviali. Loro ancoraggio.....	467
10.2.8 Applicazione: calcolo di una grondaia e di un pluviale per un edificio industriale	467
10.2.9 Manutenzione delle grondaie.....	471
10.2.10 Materiali da adottare per i collettori di acque bianche	472
10.2.11 Pozzetti d'ispezione nelle reti interne.....	472
10.2.12 Dispersione delle acque meteoriche	477
* 10.3 RACCOLTA E ALLONTANAMENTO DELLE ACQUE NERE.....	483
10.3.1 Ventilazione degli impianti di scarico	483
10.3.1.1 Condotte di ventilazione	491
10.3.2 Portata delle acque usate	493
10.3.3 Dimensionamento delle colonne di acque usate	495
10.3.4 Dimensionamento dei collettori di acque usate	497

10.3.4.1 Diramazioni di scarico dagli apparecchi	497
10.3.4.2 Collettori di scarico interni ai fabbricati	498
10.3.4.3 Collettori di scarico esterni ai fabbricati	498
10.3.4.4 Formazione di schiuma e sua prevenzione	500
10.3.4.5 Ispezione di colonne e collettori	501
10.3.4.6 Uscita dei collettori dai muri perimetrali	501
10.3.4.7 Isolamento acustico delle colonne di scarico	501
10.3.4.8 Applicazione: dimensionamento dell'impianto di scarico delle acque nere da un edificio civile.....	505
10.3.5 Materiali per le condotte di scarico di acque nere	506
10.3.6 Vasche condensagrassi per gli edifici.....	507
10.4 IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO INTERNI.....	510
10.4.1 Applicazione: dimensionamento di un impianto di sollevamento per acque nere interno a un edificio.....	515
CAPITOLO 11	517
IMPIANTI DI WELL-POINT NELLE COSTRUZIONI IDRAULICHE	517
11.1 INTRODUZIONE	517
11.2 Caratteristiche e proprietà delle terre. L'acqua nel terreno	518
11.2.1 Proprietà indici	518
11.2.2 Classificazione granulometrica.....	520
11.2.3 Pressione totale. Pressione effettiva	522
11.3 Moti filtranti	524
11.3.1 Leggi di resistenza al moto	524
11.3.2 Coefficiente di filtrazione	526
11.3.3 Nota: Moto dell'acqua negli acquiferi naturali.....	530
11.4 DRENAGGIO DELLA FALDA.....	533
11.4.1 Premessa.....	533
11.4.2 Metodo well-point	535
11.4.2.1 Generalità.....	535
11.4.2.2 Well-point con eduttore a getto.....	540
11.4.2.3 Drenaggio eseguito mediante la creazione del vuoto	542
11.4.3 Pozzi profondi	544
11.4.4 Pozzi di sfogo	545
11.5 APPLICAZIONE DELLA TEORIA IDRAULICA IN CONDIZIONI DI MOTO PERMANENTE.....	547
11.5.1 Abbassamento della falda freatica e calcolo della portata da emungere..	547
11.5.2 Applicazione. Calcolo della portata da un dreno	552
11.5.3 Abbassamento della piezometrica nella falda artesiana.....	552

11.5.4 Moto vario in un sistema di pozzi (well-point).....	553
11.5.4.1 Transitorio in un sistema di dreni.....	553
11.5.4.2 Applicazione. Calcolo del drenaggio del terreno per la costruzione di un canale	557
11.5.4.3 Transitorio in un pozzo freatico	560
11.5.4.4 Applicazione. Calcolo del drenaggio del terreno per la costruzione delle fondamenta di un edificio	561
11.5.5 Disposizione delle punte di well-point	563
11.5.5.1 Disposizione planimetrica.....	563
11.5.5.2 Disposizione altimetrica.....	564
11.5.5.3 Disattivazione degli impianti.....	566
APPENDICE	569
A.1. Presentazione.....	569
A.2. Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto	571
A.3. Norme tecniche relative alle tubazioni	587
A.4. Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni. Decreto ministero dei lavori pubblici, 12 dicembre 1985	601
A.5. Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto	609
A.6. Delibera 4 febbraio 1977. Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e) della legge 10 maggio 1976, n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento	629
A.7. Tabelle degli elementi idraulici delle condotte circolari, ovoidali e a ferro di cavallo, con riempimento parziale	639
A.8. Simboli da usare nei progetti di fognatura.....	663
BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE	667
INDICE ANALITICO	669