GIANFRANCO BECCIU ALESSANDRO PAOLETTI



ESERCITAZIONI DI COSTRUZIONI IDRAULICHE

Terza edizione



CASA EDITRICE DOTT. ANTONIO MILANI 2005

Indice generale

Premessa	V
Indice generale	VII
Indice degli esercizi risolti	XV
milet wegit eserving riskuit	71.
Capitolo 1 – Canali e condotte a pelo libero	1
1. Introduzione	1
2. Correnti a pelo libero in moto uniforme	2
3. Dimensionamento di canali e condotte a pelo libero	6
3.1 Sezioni generiche	6
3.2 Sezioni semplici	7
3.3 Formule adimensionali e approssimate	12
3.4 Velocità ammissibili	19
3.5 Efficienza idraulica: sezioni di minima resistenza	20
3.6 Franco di progetto	21
4. Verifica di canali e condotte a pelo libero: moto uniforme	25
5. Verifica di canali e condotte a pelo libero: moto permanente	29
5.1 Il risalto idraulico	36
Canali con sezione composta	37
7. Esercizi aggiuntivi	42
8. Bibliografia	43
 Vertical di avera qui con matine semanti. 	
Capitolo 2 – Alvei fluviali e canali erodibili	45
1. Introduzione	15
	45
Caratteristiche dei sedimenti non coesivi Inizio del magginente	49
3. Inizio del movimento	50
3.1 Casi di alta sommergenza	55
3.2 Casi di bassa sommergenza 3.3 Condizioni d'equilibrio su sponda inclinata	56
4. Cenni sulle modalità del trasporto solido	58
5. Le forme di fondo	59
6. Resistenze al moto	62
6.1 Resistenze in assenza di forme di fondo	65
6.2 Resistenze in presenza di forme di fondo	66
6.3 Resistenze in alvei con macroscabrezze	69
0.5 Resistenze in arver con inacroscapiezze	0)
Esercitazioni di Costruzioni Idrauliche	VII

	7. Condiz	zioni di equilibrio		70
	7.1	Introduzione		70
	7.2	Teoria dell'equilibrio limite		73
		7.2.1 Distribuzione sperimentale delle r		73
		7.2.2 Ipotesi di distribuzione degli sforzi tangenzi	iali al contorno e	
		corrispondenti geometrie (teoria dell'equilib	orio limite)	78
	7.3	Teoria del regime		83
		7.3.1 Canali artificiali		84
		7.3.2 Corsi d'acqua naturali		86
	8. Protezi	oni e scogliere in massi naturali od artificiali alla i	rinfusa	94
	8.1	Criterio di Shields		94
	8.2	"Antica" formula pratica		95
	8.3	Formula di Stevens et al.		95
	8.4	Formula di Izbash		97
	8.5	Formula dell'U.S. Corp of Engineers		98
	8.6	Commenti		98
	9. Bibliog	rafia		104
Capi	tolo 3 – Cor	idotte in pressione: moto permanente		105
13				
	1. Introdu	izione		105
	2. Dimen	sionamento di una condotta tra due serbatoi		105
	2.1	Diametri commerciali		110
	2.2	Pressioni di esercizio		112
	2.3	Scabrezze di progetto		113
	2.4	Velocità in condotta		114
	3. Verific	a di una condotta tra due serbatoi		118
	4. Dimen	sionamento di una rete di condotte con schema ad	albero	121
	5. Verific	a di una rete di condotte con schema ad albero		126
	6. Dimen	sionamento di una rete di condotte a maglie chiuse	e smuchtonal	132
		a di una rete di condotte a maglie chiuse		133
		Metodo di bilanciamento dei carichi di Hardy Cross		135
	7.2	Metodo di bilanciamento delle portate di Hardy Cross		136
		Altri metodi		139
	8. Bibliog	grafía		140
		phylos armetau phyliain		

Capitolo 4 – Condotte in pressione: moto vario		141	
1. Introduzione		141	1
2. Cenni sulle equazioni del moto vario monodimensionale delle corret	ati		
in pressione		141	1
3. Celerità delle perturbazioni		145	5
4. Sovrappressioni massime di colpo d'ariete		146	5
4.1 Perdite di carico trascurabili		148	3
4.2 Perdite di carico non trascurabili		15	1
 Condizioni iniziali ed al contorno 		154	1
5.1 Condizioni iniziali		154	1
5.2 Condizioni al contorno		154	1
5.2.1 Condizioni al contorno di tipo esplicito		155	5
5.2.2 Condizioni al contorno di tipo differenziale		155	
5.2.2.1 Pozzi piezometrici		156	5
5,2,2,2 Casse d'aria		159)
5.2.2.3 Serbatoi e pozzi piezometrici unidirezionali. Ca	sse	160	
d'acqua	777		30
5.2.2.4 Pompe in fase d'arresto		161	ľ
6. Transitori di tipo anelastico		163	
7. Manovre lineari rapide e lente		165	9
7.1 Manovre rapide		165	
7.2 Manovre lente		166	
8 Piezometriche di colpo d'ariete		168	
8.1 Perdite di carico trascurabili			
8.2 Perdite di carico non trascurabili		169	
9. Provvedimenti per il controllo dei transitori		171	
10. Manovre non lineari		173	53
10.1 Condotte a gravità		174	33
10.1.1 Manovre rapide		175	
10.1.1.1 Sovrappressioni		175	
10.1.1.2 Depressioni		175	
10.1.2 Manovre lente		176	
10.2 Condotte prementi			
10.2.1 Depressioni		178	
10.2.2 Sovrappressioni			
		179	
10.3.1 Condotte a gravità		180	
10.3.2 Condotte prementi		183	
10.3.3 Esempio numerico		185	
11. Bibliografia		196	
11. Dionografia		170	

Capitolo	5 – Serbatoi di compenso		199
1.	Introduzione		199
2.	Determinazione della capacità di c	ompenso	201
	2.1 Regolazione completa	*	202
	2.2 Regolazione con sfiori		203
	2.3 Regolazione con deficit		206
3	Verifica della capacità di compens	0	207
	Capacità di riserva e volume morto		210
	Bibliografia		218
Capitolo	6 – Impianti di sollevamento		219
1.	Introduzione		219
	Valutazione dei costi di impianto e		220
	2.1 Spese d'impianto		220
	2.2 Spese d'esercizio		222
3.	Impianti di sollevamento a servizio	di reti di distribuzione idrica	222
	3.1 Condotta semplice	ragno o umo bazona waa ¹⁸ matee ad al	224
	3.2 Condotta con distribuzione		231
cal 4.	Bibliografia		237
	Ритини очинения в из		
Capitolo	7 – Acquedotti		239
I SAJ			
1.	Impostazione del progetto idraulic	o di un acquedotto	239
		rofilo altimetrico e dimensionamento	
	delle condotte		241
271 3.	Reti di distribuzione: struttura gene	erale stages and the stages and of	243
	3.1 Rete unica		243
	3.2 Reti separate		246
371 4.	Reti di distribuzione: fabbisogni e i	portate di progetto	248
871 5.	Reti di distribuzione: tracciamento,	calcolo delle portate erogate e	
	dimensionamento preliminare delle		253
6.	Reti di distribuzione: verifica	10.2.2 Sovergeressioni	254
RTE 7.	Bibliografia		264
183			

2. Tempo di ritorno e rischio d'insufficienza 3. Stima delle portate di piena a partire da osservazioni idrometriche 3.1 Bacini con misure delle portate di piena 3.2 Bacini privi di misure delle portate di piena: metodi di regionalizzazione 4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 Ietogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 2.4 A.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 319 Capitolo 9 – Fognature 1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 346 5. Verifica di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione	Capit	olo	8 – Portate di piena	265
3. Stima delle portate di piena a partire da osservazioni idrometriche 3.1 Bacini con misure delle portate di piena 3.2 Bacini privi di misure delle portate di piena: metodi di regionalizzazione 4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Itri modelli 3.3.5 Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.45 Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.46 Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione		1.	Introduzione.	265
3.1 Bacini con misure delle portate di piena 3.2 Bacini privi di misure delle portate di piena: metodi di regionalizzazione 4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.3. Perdite idrologiche. 4.4. Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5. L'evento critico 5. Bibliografia 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Velori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.46 4. Progetto di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.5 Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.46 4. Progetto di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.5 Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione		2.	Tempo di ritorno e rischio d'insufficienza	265
3.2 Bacini privi di misure delle portate di piena: metodi di regionalizzazione 4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 22.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Volori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 346		3.	Stima delle portate di piena a partire da osservazioni idrometriche	267
3.2 Bacini privi di misure delle portate di piena: metodi di regionalizzazione 4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 2.1 Sechta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 346				267
4. Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 288 4.3 Perdite idrologiche. 294 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 305 5. Bibliografia 219 Capitolo 9 – Fognature 321 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343 445 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 346				274
afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 228 239 240 250 261 278 285 286 287 286 287 287 288 288 288				
afflussi-deflussi. 4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 228 239 240 250 261 278 285 286 287 286 287 287 288 288 288		4.	Stima delle portate di piena a partire dalle precipitazioni: modelli	
curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 288 4.3 Perdite idrologiche. 294 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 300 5. Bibliografia 319 Capitolo 9 – Fognature 321 2.1 Introduzione 3.2 Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343				278
curve di possibilità pluviometrica 4.2 letogrammi di progetto 4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 288 4.3 Perdite idrologiche. 294 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 300 5. Bibliografia 319 Capitolo 9 – Fognature 321 2.1 Introduzione 3.2 Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343			4.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense: determinazione delle	
4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3. Perdite idrologiche. 4.4. Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5. L'evento critico 5. Bibliografia 220 231 231 232 234 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343				278
4.2.1 Rappresentazione in forma discreta 4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 300 4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 221 1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343				285
4.3 Perdite idrologiche. 4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 300 4.5 L'evento critico 309 5. Bibliografia 319 Capitolo 9 – Fognature 321 1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343				288
4.4 Trasformazione degli afflussi netti in deflussi 4.5 L'evento critico 309 5. Bibliografia 319 Capitolo 9 – Fognature 321 1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 336			.545	294
4.5 L'evento critico 5. Bibliografia 2. Bibliografia 3. Bibliografia 3. Bibliografia 3. Bibliografia 3. Bibliografia 3. Brogetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 3. Belta del tipo di rete 3. Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3. Acque metoriche 3. Acque metoriche 3. Acque metoriche 3. Brogetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3. Stationaria di suppressimati del coefficiente udometrico 3. Stationaria di suppressimati del coefficiente udometrico 3. Stationaria di simulazione 3. Stationaria di stationaria di simulazione 3. Stationaria di simula di simula di simu				300
5. Bibliografia Capitolo 9 – Fognature 1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 356				309
1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 321 322 323 326 326 327 327 328 329 329 329 329 329 329 329 329 329 329		5.		319
1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 326 327 328 329 329 320 320 320 320 320 321 321 322 323 324 325 326 327 327 328 329 329 329 329 329 329 320 320 320 320 320 320 320 320 320 320				
1. Introduzione 2. Progetto di una rete di fognatura: elaborazioni preliminari 2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 326 327 328 329 329 320 320 320 320 320 321 321 322 323 324 325 326 327 327 328 329 329 329 329 320 320 320 320 320 320 320 320 320 320				
2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 3.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 324 325 326 327 328 328 329 329 329 329 329 329 329 329 329 329	Capit	olo	9 – Fognature	321
2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 3.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 324 325 326 327 328 329 329 329 329 329 329 329 329 329 329				
2.1 Scelta del tipo di rete 2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 343				321
2.2 Analisi urbanistica 2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 325 326 327 328 329 329 329 329 329 329 329 329 329 329		2.		
2.3 Studio di massima dell'andamento planimetrico ed altimetrico della rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 326 327 328 329 329 329 329 331 341 341 342 342 343 356 367 376 377 378 378 378 378 37				
rete 2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 329 329 329 329 329 329 32			2.2 Analisi urbanistica	325
2.4 Analisi idrologica 3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 3.43 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 329 329 329 329 329 329 32				325
3. Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto 3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 329 329 329 329 329 329 329 329 329				
3.1 Acque nere civili ed industriali 3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 3.43 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.56			2.4 Analisi idrologica	326
3.2 Acque di infiltrazione 3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 3.43 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 331 332 331 331 332 334 336 336 347 348 349 349 340 340 340 340 340 341 341 341 342 343		3.	Progetto di una rete di fognatura: calcolo delle portate di progetto	328
3.3 Acque metoriche 3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 3.43 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 329 331 332 334 334 345 346 347 348 348				329
3.3.1 La Formula Razionale 3.3.2 Modello della corrivazione 3.3.4 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 343 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 356			3.2 Acque di infiltrazione	329
3.3.2 Modello della corrivazione 3.4 3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.6 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 343 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 356			3.3 Acque metoriche	329
3.3.3 Modello dell'invaso lineare 3.3.6 3.3.4 Altri modelli 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 3.42 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 3.43 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 3.56				331
3.3.4 Altri modelli 341 3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 342 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 343 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 356			3.3.2 Modello della corrivazione	334
3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 342 343 343 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343			3.3.3 Modello dell'invaso lineare	336
 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343 356 			3.3.4 Altri modelli male il maggiori di suo	341
 4. Progetto di una rete di fognatura: dimensionamento e verifica delle condotte. 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 343 356 			3.3.5 Valori approssimati del coefficiente udometrico	342
condotte. 343 5. Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione 356		4.		
9				343
		5.	Verifica di una rete di fognatura: modelli di simulazione	356
				357

Capit	olo	10 – Sifoni e scaricatori di piena nelle fognature		361
	1.	Introduzione.		361
	2.	Sifoni fognari.		361
		2.1 Dimensionamento della tubazione di diametro minore		364
		2.2 Dimensionamento della tubazione di diametro maggiore		364
		2.3 Verifica delle condizioni di funzionamento		365
	3.	Scaricatori di piena		368
		3.1 Sfioratore laterale		370
		3.1.1 Sfioratore laterale semplice		370
		3.1.2 Sfioratore laterale con paratoia a valle		377
		3.1.3 Sfioratore laterale con paratoia e restringiment	to a valle	378
		3.2 Scaricatori a salto	1	387
		3.3 Scaricatori frontali		392
		3.3.1 Vena inferiore ben areata		394
		3.3.2 Vena inferiore in pressione		396
		3.3.3 Determinazioni sperimentali		396
		3.4 Scaricatori a bacino di calma		398
		3.5 Scaricatori a sifone		399
		3.6 Scaricatori a vortice		400
	4	571		401
		Diologiana		
Capite	olo	11 – Invasi di laminazione		403
166				
	1.	Introduzione.		403
	2.	Laminazione di tipo statico		404
		2.1 Rappresentazione matematica		404
		2.2 Opere di scarico		409
		2.3 Laminazione ottimale		413
		2.4 Invasi fuori linea		413
	3.	Modelli semplificati di calcolo dei volumi di laminazione		415
		3.1 Modello dell'invaso		415
		3.2 Modello cinematico		418
		3.3 Formula di Marone		420
		3.4 Modello delle sole piogge		421
		3.5 Validità dei modelli semplificati di dimensionamento		423
	4.	Rischio di insufficienza di un invaso di laminazione		424
		Laghi ob collings o ottomacolanomita contracot ib session		426
		Vasche volano di reti fognarie		432
		6.1 Valori orientativi del volume d'invaso di vasche volano		433
	7.	Bibliografia		436

Capitolo	12 – Verifica statica di una diga a gravità	437
1.	Introduzione.	437
2.	Definizioni relative alle opere di sbarramento	439
3.	Forze agenti sulla struttura	437
	3.1 Peso proprio	440
	3.2 Peso del coronamento	442
	3.3 Spinta idrostatica	442
	3.4 Sottospinta	442
	3.5 Spinta del ghiaccio	444
	3.6 Spinte dinamiche di origine sismica	444
4.	Dimensionamento di massima.	445
5.	Verifiche statiche.	446
	5.1 Verifica di resistenza	446
	5.2 Verifica allo scorrimento	448
6.	Bibliografia	451
Capitolo	13 – Scarichi di superficie e di fondo nelle dighe	453
7. A. I.		
1.	Introduzione.	453
	Scarichi di superficie	453
	2.1 Sfioratori a stramazzo	454
	2.2 Scaricatori a pozzo	459
	2.3 Scaricatori a sifone	468
	2.4 Scaricatori con paratoie	469
3.	Scarichi di fondo.	470
	Bibliografia	477
Capitolo	14 – Vasche di dissipazione	479
1.	Introduzione.	479
2.	Vasche di dissipazione	481
	2.1 Vasche a fondo piatto	481
	2.1.1 Calcolo dell'altezza del gradino di valle	481
	2.1.2 Calcolo della lunghezza della vasca	484
	2.2 Vasche con dissipatori (tipo USBR)	484
3.	Opere di dissipazione a scalinata o gradinate	490
	3.1 Dimensionamento con regime di vena	492
	3.2 Dimensionamento con regine di corrente areata	492
4.	Opere di dissipazione a pozzo	494
	Bibliografia	496
Esercitaz	ioni di Costruzioni Idrauliche	XIII