

Indice

1	Fluidi: definizioni, grandezze fisiche e proprietà	1
1.1	Rappresentazione dei solidi e fluidi (liquidi e gas)	1
1.2	La grandezza fisica, l'unità ed i sistemi di misura	1
1.3	Lavoro, energia potenziale ed energia cinetica	3
1.4	Comprimibilità	4
1.5	Tensione superficiale	5
1.6	Fluidi in moto e viscosità	5
2	Idrostatica	7
2.1	Principio di Pascal	7
2.2	Legge dell'idrostatica o di Stevino	8
2.3	Misura della pressione	9
2.4	Capillarità	11
2.5	Spinta su superficie piana generica	11
2.6	Spinta e centro di spinta per superficie piana rettangolare	12
2.7	Spinta su superficie non piana	14
2.8	Spinta su corpi immersi	14
2.9	Paradosso idrostatico di Stevino	16
2.10	Equazione globale all'equilibrio	16
2.11	Esercizi svolti	17
2.12	Esercizi da svolgere con soluzione	26
3	Cinematica	29
3.1	Regimi di moto	30
3.2	Campo di moto	30
3.3	Portata	31
3.4	Equazione di conservazione della massa o di continuità	32
3.5	Analisi cinematica in coordinate intrinseche	33
3.6	Equazione di continuità dei serbatoi	35
4	Dinamica	37
4.1	Le equazioni di Eulero	37
4.2	Teorema di Bernoulli	39
4.3	Applicazione del teorema di Bernoulli per stimare la velocità e la portata	41
4.3.1	Tubo di Pitot	41
4.3.2	Tubo Venturi	42
4.4	Teorema della quantità di moto	42
4.5	Applicazioni del teorema della quantità di moto	45
4.5.1	Spinta sul gomito di una condotta	45

4.5.2	Spinta su di un carrello	45
4.5.3	Funzionamento del motore a reazione	46
4.6	Correnti reali: perdite di carico	46
4.7	Perdita di carico localizzata di Borda	48
4.8	Cavitazione	51
4.9	Esercizi svolti	51
5	Analisi Dimensionale e Similitudine	53
5.1	Analisi Dimensionale	53
5.2	Similitudine	55
6	Efflusso da luci	59
6.1	Introduzione	59
6.2	Luci a battente	61
6.2.1	Luce di fondo	61
6.2.2	Luce in parete verticale	62
6.2.3	Paratoia sollevata a battente	64
6.3	Luci a stramazzo	65
6.3.1	Stramazzo Bazin o Poleni	66
6.3.2	Stramazzi in parete sottile di altri tipi	68
6.3.3	Stramazzo in parete grossa	70
6.4	Luci rigurgitate	72
6.5	Sforatore di superficie	75
6.6	Imbocco di un serbatoio	76
6.7	La bottiglia di Mariotte	77
6.8	Tempo di vuotamento di un serbatoio prismatico	78
6.9	Tempo di vuotamento di un serbatoio non prismatico	79
6.10	Getto liquido in atmosfera	80
7	Fluidi non ideali	81
7.1	Regimi di moto nei fluidi reali	81
7.2	Moto Turbolento	82
7.3	Strato Limite	87
7.4	Separazione dello strato Limite	91
8	Moto Turbolento nelle Condotte	97
8.1	Regime di parete	97
8.2	Moto Uniforme	97
8.3	Correnti in pressione in moto uniforme e gradualmente vario	105
8.4	Correnti in pressione nei cambiamenti di direzione: gomiti e curve	106
8.5	Verifica e progetto di condotte	107
8.5.1	Calcolo di i per assegnati D , e_S (o C o K_S) e Q per moto turbolento	108
8.5.2	Calcolo di Q per assegnati D , e_S (o C o K_S) ed i per moto turbolento	109
8.5.3	Calcolo di D e e_S per assegnate i e Q per moto turbolento	110
8.5.4	Verifica e progetto di condotte mediante la relazione di Hazen-Williams	110
8.6	Bilanci di energia tra serbatoi e condotte	110
8.7	Correnti in depressione nelle condotte per altimetria	114
8.8	Colpo d'ariete	115

8.9	Misure di portata nelle condotte	118
8.10	Le Pompe	120
8.11	Esercizi svolti	125
8.12	Esercizi da svolgere con soluzione	134
9	Moto uniforme nei canali a pelo libero	137
9.1	Leggi di moto uniforme per canali a sezione di forma compatta	137
9.2	Estensione delle leggi di moto uniforme a sezioni con golene	140
9.3	Estensione delle leggi di moto uniforme a sezioni di forma compatta ed a scabrezza variabile: metodo di Einstein-Horton	142
9.4	Calcolo della profondità di moto uniforme per canali a sezione rettangolare, trapezia e di forma compatta generica	144
9.4.1	Sezione rettangolare	144
9.4.2	Sezione trapezia	145
9.4.3	Sezione di forma generica	146
9.5	Scala delle portate	146
9.6	Progetto della sezione di un canale	149
9.6.1	Larghezza o profondità note	149
9.6.2	Sezione di minima resistenza	149
9.6.3	Sezione di minima resistenza e velocità limitata superiormente . . .	153
9.7	Profilo di velocità	155
9.8	Esercizi svolti	156
9.9	Esercizi da svolgere con soluzione	163
10	Celerità delle perturbazioni nei canali a pelo libero	167
10.1	La celerità delle piccole perturbazioni in un canale a pelo libero	167
10.2	La celerità delle perturbazioni finite in un canale a pelo libero	169
10.3	Esercizi svolti	170
11	Profilo del pelo libero in regime di moto permanente gradualmente vario	173
11.1	Energia specifica	173
11.2	Profondità critica	174
11.3	Profilo della corrente	180
11.4	Energia specifica: comportamento e contributi	185
11.5	Esercizi svolti	186
12	Transizioni corrente lenta-rapida e rapida-lenta in canali prismatici	187
12.1	Passaggio da corrente lenta a rapida	187
12.2	Passaggio da condizioni di corrente rapida a lenta: il risalto	188
12.2.1	Risalto idraulico su fondo scabro	196
12.2.2	Lunghezza del risalto	197
12.3	Esercizi svolti	198
12.4	Esercizi da svolgere con soluzione	203
13	Sezioni di controllo del moto e variazioni localizzate in canali prismatici	205
13.1	Sezioni di controllo	205
13.1.1	Sfioratore a valle di uno sbarramento	205
13.1.2	Salto di fondo	207
13.2	Variazioni localizzate	207

13.2.1	Presenza di un gradino sul fondo	208
13.2.2	Presenza di un restringimento	215
13.3	Onde stazionarie in corsi d'acqua	229
13.4	Esercizi svolti	230
13.5	Esercizi da svolgere con soluzione	236
14	Misure di portata nei canali a pelo libero	239
14.1	Stima della portata tramite misure di velocità	239
14.1.1	Calcolo della velocità mediata sulla verticale	239
14.1.2	Calcolo della portata tramite la velocità mediata sulla verticale: metodo I	240
14.1.3	Calcolo della portata tramite la velocità mediata sulla verticale: metodo II	241
14.1.4	Calcolo della portata tramite le curve isotachie	242
14.2	Strumenti di misura di velocità puntuale	242
14.2.1	Mulinello idrometrico	242
14.2.2	Correntometro ad induzione magnetica od elettromagnetico	244
14.2.3	Misuratori acustici ad ultrasuoni	244
14.2.4	Misuratore di portata su barca in movimento	256
14.2.5	Misura di portata con tracciante	256
14.2.6	Metodo indiretto dell'area-pendenza per la misura della portata	265
14.3	Misuratore a risalto idraulico	266
14.4	Errori di misura	272
14.5	Analisi degli errori	275
15	Calcolo dei profili di moto permanente	279
15.1	Calcolo del profilo di moto permanente mediante bilancio di energia per canali a sezione di forma compatta	279
15.2	Calcolo del profilo di moto permanente con bilancio di energia per corsi d'acqua con golene	282
16	Derivazioni ed immissioni di portata	283
16.1	Derivazioni di portata da serbatoio mediante un canale	283
16.1.1	Derivazione di portata tramite canale rettangolare con $i_F < i_C$	284
16.1.2	Derivazione di portata tramite canale rettangolare con $i_F > i_C$	286
16.1.3	Determinazione dell'inclinazione critica i_C in un canale di deriva- zione a sezione rettangolare	287
16.2	Derivazioni di portata da corso d'acqua/canale	289
16.2.1	Derivazione continua di portata	289
16.2.2	Derivazione localizzata di portata	298
16.3	Immissioni di portata da corso d'acqua/canale	300
16.3.1	Immissione continua di portata da corso d'acqua/canale	300
16.3.2	Immissione localizzata di portata	304
16.4	Esercizi svolti	306
17	Moto di filtrazione nel terreno, fenomeni di sifonamento e drenaggio	315
17.1	Filtrazione: generalità	315
17.2	Regimi di moto	316
17.3	Stima del coefficiente di conducibilità idraulica k	317

17.4	Forza di filtrazione	319
17.5	Moto di filtrazione in regime laminare	320
17.6	Opere di ritenuta ed il fenomeno del sifonamento	324
17.6.1	Sifonamento per sollevamento del piede di valle	324
17.6.2	Sifonamento del terreno di fondazione di un'opera idraulica	325
17.6.3	Sifonamento del corpo filtrante di un'opera idraulica	327
17.6.4	Collasso di un corpo arginale/sbarramento composto da materiale di pezzatura grossolana	330
17.7	Emungimento di portata da falda freatica ed artesiane in terreno isotropico ed omogeneo	332
17.7.1	Moto in un acquifero inconfinato ed ipotesi di Dupuit-Forchheimer	332
17.7.2	Trincea filtrante in falda freatica od acquifero non confinato	334
17.7.3	Pozzo in falda freatica od acquifero non confinato	334
17.7.4	Pozzo in falda artesiane od acquifero confinato	336
17.7.5	Pozzo in acquifero confinato con campo di moto parzialmente in acquifero non confinato	338
17.8	Dreni sottosuperficiali in falda freatica od acquifero non confinato	339
17.9	Esercizi svolti	342
18	Moto vario in modalit� graduale	345
18.1	Equazioni di Saint-Venant per il moto unidimensionale (sezioni compatte)	345
18.1.1	Equazione di continuit�	345
18.1.2	Equazione di conservazione della quantit� di moto	346
18.2	Equazioni di Saint-Venant per il moto unidimensionale in presenza di golene	349
18.3	Scala delle portate in moto vario: coppia di piena	350
18.4	Celerit� di propagazione della portata e dell'area liquida/profondit�	352
18.5	Onda cinematica, diffusiva, dinamica permanente e dinamica o completa	355
18.5.1	Onda cinematica	355
18.5.2	Onda diffusiva	357
18.6	Soluzione numerica delle equazioni di de Saint Venant che governano il moto	359
18.7	Equazioni per il moto bidimensionale	363
18.8	Metodo dei volumi finiti	363
19	Resistenza al moto in corsi d'acqua con fondo in ghiaia	365
19.1	Profili di velocit� su fondo scabro per condizioni di sommergenza, interme- dia, bassa e parziale	365
19.2	Formule per la stima della resistenza al moto	368
19.3	Calcolo della profondit� di moto uniforme per sezione di tipo rettangolare mediante le leggi di resistenza	377
19.3.1	Legge di Nikora et al. (2001)	378
19.3.2	Legge di Katul et al. (2002)	379
19.3.3	Legge di Ferguson (2007)	380
19.3.4	Legge di Rickenmann e Recking (2011)	380
19.3.5	Legge di D'Agostino (2005)	381
19.4	Determinazione del coefficiente di scabrezza equivalente, K_{Seq} per fondo ghiaioso in bassa-media sommergenza	382
19.5	Esercizi svolti	383
19.6	Esercizi da svolgere con soluzione	388

20 Il dimensionamento idraulico delle briglie	389
20.1 Le briglie di consolidamento	389
20.2 Le briglie di trattenuta	398
20.2.1 La briglia a fessura	400
20.2.2 La briglia a finestre	410
20.3 Esercizi svolti	411
20.4 Esercizi da svolgere con soluzione	427
21 Laminazione delle piene	431
21.1 Serbatoi di laminazione	431
21.1.1 Metodo di risoluzione delle equazioni che governano il moto	437
21.1.2 Efficacia della laminazione: coefficiente ed indici di laminazione . .	438
21.1.3 Dimensionamento ottimale delle luci di scarico	446
21.2 Casse di espansione	454
21.2.1 Modalità di laminazione per cassa di espansione in derivazione . . .	460
21.2.2 Predimensionamento del volume di una cassa di espansione	462
21.3 Opere di derivazione	465
Appendice A	467
A.1 Teorema della quantità di moto	467
A.2 Luci a battente: casi particolari	469
A.3 Stramazzi composti in parete grossa	470
A.4 Fronti d'onda di una perturbazione di piccola ampiezza in una corrente a pelo libero	471
A.5 Immissione continua per canale a sezione compatta e variabile	472
A.6 Immissione continua: calcolo semplificato per canale rettangolare a sezione rettangolare	473
A.7 Integrazione numerica con il metodo di Runge-Kutta	474
A.8 Caratteristiche di un'onda di piena in funzione della durata e forma dello ietogramma di precipitazione	475
A.9 Curva di riduzione dei colmi di piena e determinazione degli idrogrammi sintetici	475
A.10 Curva di durata delle portate di piena	479
Bibliografia	481