

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	30
3.4	Equazione di conservazione della massa o di continuità	31
3.5	Analisi cinematica in coordinate intrinseche	32
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	50
4.9	Esercizi svolti	52
5	Analisi Dimensionale e Similitudine	55
5.1	Analisi Dimensionale	55
5.2	Similitudine	57
6	Efflusso da luci	61
6.1	Introduzione	61
6.2	Luci a battente	63
6.2.1	Luce di fondo	63
6.2.2	Luce in parete verticale	64
6.2.3	Paratoia sollevata a battente	66
6.3	Luci a stramazzo	68
6.3.1	Stramazzo Bazin o Poleni	68
6.3.2	Stramazzi in parete sottile di altri tipi	70
6.3.3	Stramazzo in parete grossa	72
6.4	Luci rigurgitate	74
6.5	Sforatore di superficie	76
6.6	Imbocco di un serbatoio	78
6.7	La bottiglia di Mariotte	79
6.8	Tempo di vuotamento di un serbatoio prismatico	80
6.9	Tempo di vuotamento di un serbatoio non prismatico	81
6.10	Getto liquido in atmosfera	82
7	Fluidi non ideali	83
7.1	Regimi di moto nei fluidi reali	83
7.2	Moto Turbolento	84
7.3	Strato Limite	89
7.4	Separazione dello strato Limite	93
8	Moto Turbolento nelle Condotte	99
8.1	Regime di parete	99
8.2	Moto Uniforme	99
8.3	Correnti in pressione in moto uniforme e gradualmente vario	107
8.4	Correnti in pressione nei cambiamenti di direzione: gomiti e curve	108
8.5	Verifica e progetto di condotte	109
8.5.1	Calcolo di i per assegnati D , e_S (o C o K_S) e Q in moto turbolento	110
8.5.2	Calcolo di Q per assegnati D , e_S (o C o K_S) ed i per moto turbolento	111
8.5.3	Calcolo di D e e_S per assegnate i e Q per moto turbolento	112
8.6	Bilanci di energia tra serbatoi e condotte	112
8.7	Correnti in depressione nelle condotte per altimetria	116
8.8	Colpo d'ariete	117
8.9	Misure di portata nelle condotte	120
8.10	Le Pompe	123

8.11	Esercizi svolti	127
8.12	Esercizi da svolgere con soluzione	135
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	148
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	152
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	179
11.4	Energia specifica: comportamento e contributi	185
11.5	Esercizi svolti	186
12	Transizione da corrente lenta a rapida e viceversa in canali prismatici	187
12.1	Passaggio da condizioni di 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	194
12.2.2	Lunghezza del risalto	195
12.3	Esercizi svolti	196
13	Sezioni di controllo del moto e variazioni localizzate in canali prismatici	203
13.1	Sezioni di controllo	203
13.1.1	Sfioratore a valle di uno sbarramento	203
13.1.2	Salto di fondo	205
13.2	Variazioni localizzate	205
13.2.1	Presenza di un gradino sul fondo	206
13.2.2	Presenza di un restringimento	212
13.3	Onde stazionarie in corsi d'acqua	220

13.4	Esercizi svolti	220
13.5	Esercizi da svolgere con soluzione	224
14	Misure di portata nei canali a pelo libero	227
14.1	Stima della portata tramite misure di velocità	227
14.1.1	Calcolo della velocità mediata sulla verticale	227
14.2	Strumenti di misura di velocità puntuale	230
14.2.1	Mulinello idrometrico	230
14.2.2	Correntometro ad induzione magnetica od elettromagnetico	231
14.2.3	Misuratori acustici ad ultrasuoni	232
14.2.4	Misuratore di portata su barca in movimento	243
14.2.5	Misura di portata con tracciante	244
14.2.6	Metodo indiretto dell'area-pendenza per la misura della portata	253
14.3	Misuratore a risalto idraulico	253
14.4	Errori di misura ed analisi degli errori	260
14.4.1	Errori di misura	260
14.4.2	Analisi degli errori	263
15	Calcolo dei profili di moto permanente	267
15.1	Calcolo del profilo di moto permanente mediante bilancio di energia per canali a sezione di forma compatta	267
15.2	Calcolo del profilo di moto permanente mediante bilancio di energia per corsi d'acqua con golene	270
16	Moto vario in modalità graduale	273
16.1	Equazioni di Saint-Venant per il moto unidimensionale (sezioni compatte)	273
16.1.1	Equazione di continuità	273
16.1.2	Equazione di conservazione della quantità di moto	274
16.2	Equazioni di Saint-Venant per il moto unidimensionale in presenza di golene	277
16.3	Scala delle portate in moto vario: coppia di piena	278
16.4	Celerità di propagazione della portata e dell'area liquida/profondità	279
16.5	Onda cinematica, diffusiva, dinamica permanente e dinamica o completa	282
16.5.1	Onda cinematica	283
16.5.2	Onda diffusiva	284
16.6	Soluzione numerica delle equazioni di de Saint Venant che governano il moto	287
16.7	Equazioni per il moto bidimensionale	290
16.8	Metodo dei volumi finiti	291
17	Moto di filtrazione nel terreno e fenomeni di sifonamento	293
17.1	Filtrazione: generalità	293
17.2	Regimi di moto	294
17.3	Stima del coefficiente di filtrazione k	295
17.4	Forza di filtrazione	296
17.5	Moto di filtrazione in regime laminare	297
17.6	Opere di ritenuta ed il fenomeno del sifonamento	301
17.6.1	Sifonamento per sollevamento del piede di valle	302
17.6.2	Sifonamento del terreno di fondazione di un'opera idraulica	304
17.6.3	Sifonamento del corpo filtrante di un'opera idraulica	304

18 Resistenza al moto in corsi d'acqua con fondo in ghiaia	309
18.1 Profili di velocità su fondo scabro per condizioni di sommergenza, intermedia, bassa e parziale	309
18.2 Formule per la stima della resistenza al moto	312
18.3 Utilizzo delle leggi di resistenza per il calcolo della profondità di moto uniforme per sezione di tipo rettangolare	321
18.3.1 Legge di Nikora et al. (2001)	322
18.3.2 Legge di Katul et al. (2002)	323
18.3.3 Legge di Ferguson (2007)	324
18.3.4 Legge di D'Agostino (2005)	324
18.3.5 Legge di Rickenmann e Recking (2011)	325
18.4 Determinazione del coefficiente di scabrezza equivalente, K_{Seq} per fondo ghiaioso in media-bassa sommergenza	325
18.5 Esercizi svolti	327
18.6 Esercizi da svolgere con soluzione	331
Appendice A	333
A.1 Teorema della quantità di moto	333
A.2 Luci a battente: casi particolari	335
A.3 Stramazzi composti in parete grossa	336
A.4 Fronti d'onda di una perturbazione di piccola ampiezza in una corrente a pelo libero	337
Bibliografia	339