

In copertina: mareggiata a Santa Maria di Leuca, 1991



Sandro Longo si è laureato in Ingegneria Civile Idraulica e ha conseguito il dottorato di ricerca in Idrodinamica. Attualmente è professore associato di Idraulica presso l'Università degli Studi di Parma. È coautore dei volumi *Misure e Controlli Idraulici*, McGraw-Hill, Milano, 2006 e *Esercizi di Idraulica e di Meccanica dei Fluidi*, Springer, Milano, 2009. È autore del volume *Analisi Dimensionale e Modellistica Fisica*, Springer, Milano, 2011.

<http://www2.unipr.it/~slongo/>

A Maria Rosaria e a Francesca

Indice

Premessa	iii
1 I campi vettoriali	1
1.1 Definizione dell'operatore divergenza e rotore	1
1.2 La decomposizione di Helmholtz di un campo vettoriale	2
1.3 Il potenziale scalare	3
1.4 Il potenziale vettore	8
1.5 Il campo irrotazionale e solenoidale	10
1.6 Il campo a rotore e divergenza non nulli	14
1.7 Una ulteriore classificazioni dei campi	19
2 Le onde di gravità	21
2.1 Le onde lineari	21
2.1.1 Le onde di piccola ampiezza	24
2.1.2 Le onde di forma costante	26
2.1.3 La soluzione del problema differenziale	28
2.1.4 La celerità di propagazione, il profilo del pelo libero e il potenziale di velocità	30
2.1.5 Discussione dei risultati	31
2.1.6 Il campo di velocità	32
2.1.7 Le traiettorie delle particelle	33
2.1.8 La pressione	35
2.2 La sovrapposizione di onde infinitesime e la celerità di gruppo	37
2.2.1 La celerità di gruppo	40
2.2.2 Le onde infinitesime in due dimensioni	43
2.3 Le onde lineari in acque profonde	44
2.4 Le onde lineari in acque intermedie	46
2.5 Le onde lineari in acque basse	47
2.6 Le medie temporali delle onde lineari unidirezionali	50
2.6.1 La portata massica	50
2.6.2 Il flusso di quantità di moto totale - <i>radiation stress</i> -	53
2.6.3 L'energia delle onde	55
2.6.4 La propagazione dell'energia	56

3	Le onde di ampiezza finita	63
3.1	Le onde di Stokes	63
3.1.1	L'approssimazione al secondo ordine	66
3.1.2	Il campo di pressione	72
3.1.3	La portata volumetrica e il significato di K	73
3.1.4	La velocità e le traiettorie delle particelle	76
3.1.5	Le onde di Stokes al terzo ordine	78
3.2	Le onde lunghe	80
3.2.1	Le equazioni di Boussinesq	84
3.2.1.1	L'ordine di approssimazione più piccolo	87
3.2.1.2	Il caso in cui risulti $\delta \ll \mu^2$	89
3.2.1.3	Il caso in cui risulti $\delta \gg \mu^2$	89
3.2.2	Il caso in cui risulti $\delta = O(\mu^2)$	91
3.2.2.1	Le onde cnoidali	92
3.2.2.2	La velocità orizzontale nelle onde cnoidali	99
3.2.2.3	La distribuzione della pressione	101
3.2.2.4	La portata media, la <i>radiation stress</i> e il flusso di energia	102
3.2.3	Le onde infinitamente lunghe: l'onda solitaria	103
4	Le onde su un fondale non orizzontale, la diffrazione e il frangimento	107
4.1	Lo <i>shoaling</i>	107
4.2	La rifrazione	110
4.2.1	La rifrazione nel caso di isobate parallele	113
4.3	L'espressione del potenziale complesso	118
4.4	La diffrazione delle onde di gravità	119
4.4.1	La diffrazione di una diga a parete verticale di lunghezza semi-infinita con onda incidente ortogonalmente	120
4.4.2	La diffrazione dovuta a un ostacolo di dimensione finita	122
4.4.3	L'agitazione interna dei bacini	129
4.4.3.1	La riflessione parziale	129
4.4.3.2	Il modello per lo studio dell'agitazione interna dei bacini	130
4.4.4	Le sesse nei bacini	136
4.5	Le onde frangenti	139
4.5.1	I frangenti di tipo <i>spilling</i>	142
4.5.2	I frangenti di tipo <i>plunging</i>	142
4.5.3	I frangenti di tipo <i>surging</i>	142
4.5.4	Il calcolo dell'altezza d'onda al frangimento	143

Premessa

Questo volume è una raccolta delle lezioni di Idraulica Marittima, da me tenute nell'Insegnamento di Complementi di Idraulica. È qui trattata la teoria delle onde di gravità, con un'introduzione alla Teoria dei campi nel Capitolo 1, seguita dai Modelli di onde lineari nel Capitolo 2 e di Onde non lineari nel Capitolo 3. Il Capitolo 4 affronta degli argomenti applicativi, analizzando alcuni dei fenomeni di trasformazione delle onde che trovano riscontro nella pratica progettuale degli Ingegneri Marittimi e Costieri.

È questa la prima parte di un progetto editoriale che prevede, in futuro, la trattazione degli altri temi classici dell'Idraulica Marittima, incluse le applicazioni all'Ingegneria Marittima e Costiera. La complessità delle equazioni e i dettagli analitici hanno suggerito un editing accurato, con numerose figure e ancor più numerose equazioni. La bibliografia è stata volontariamente omessa, in attesa di un inquadramento più generale del volume, e solo saltuariamente sono richiamati nel testo alcuni Autori, ben noti agli studiosi del settore.

Ringrazio Luca Chiapponi che mi ha aiutato nella selezione della veste grafica e nella realizzazione delle immagini. Nonostante le numerose revisioni, potrebbero ancora essere presenti degli errori. Invito il lettore a segnalarli.

Parma, ottobre 2011

Sandro Longo