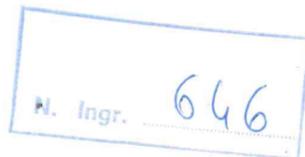


## INDICE

<i>Prefazione</i>	pag 1
<i>Le strutture bidimensionali piane</i>	" 5

### PARTE PRIMA LE LASTRE

I) Impostazione del problema ed equazioni fondamentali	
I.1) Stato piano di tensione	" 7
I.2) Stato piano di deformazione	" 13
I.3) Discussione delle equazioni fondamentali e loro validità	" 15
I.4) La funzione di Airy	" 17
I.5) Il significato meccanico della funzione di Airy al contorno	" 19
I.6) Le equazioni di equilibrio della lastra in termini di componenti dello spostamento	" 26
I.7) Le equazioni della lastra in coordinate polari	" 28
I.8) La lastra a spessore variabile	" 34
II) Soluzioni in forma polinomiale	" 41
II.1) Premesse	" 41
II.2) Alcuni casi particolari	" 42
II.3) Il metodo generale di soluzione	" 47
II.4) Esempi	" 50



Inv. 639

II.4.1) Lastra appoggiata soggetta a carico uniforme	pag 50
II.4.2) Lastra appoggiata con carico bi triangolare	" 59
II.4.3) Lastra a mensola soggetta ad un carico uniforme e ad una forza concentrata all'estremo libero	" 64
II.4.4) lastra a spessore variabile semplicemente appoggiata e soggetta a carico uniforme	" 67
III) Soluzioni in coordinate polari	" 73
III.1) Problemi con simmetria polare	" 73
III.1.1) La condizione di polarsimmetria nelle tensioni	" 74
III.1.2) Gli spostamenti corrispondenti alle tensioni	" 77
III.1.3) Le condizioni di polarsimmetria negli spostamenti corrispondenti ad una distribuzione polarsimmetrica di tensioni	" 79
III.1.4) Alcuni casi particolari di polarsimmetria	" 80
III.1.4.1) La lastra forata soggetta a sforzi radiali	" 80
III.1.4.2) Il tubo spesso	" 82
III.2) Problemi senza simmetria polare	" 91
III.2.1) La trave ad asse curvilineo	" 91
III.2.1.1) Prima condizione di carico espressa dalle [3, 35]	" 93
III.2.1.2) Seconda condizione di carico espressa dalle [3, 35]	" 98

III.2.1.3) Terza condizione di carico espressa dalle [3, 35]	pag. 102
III.2.1.4) Condizione di carico somma di quelle espresse dalle [3, 35]	" 106
III.2.2) L'effetto di piccoli fori circolari sul regime tensionale delle lastre piane	" 107
III.2.3) Il problema della forza concentrata	" 113
III.2.3.1) Il caso del semipiano	" 113
III.2.3.2) Il caso del cuneo	" 120
IV) Soluzioni mediante sviluppi in serie	" 127
IV.1) L'espressione della funzione di Airy	" 127
IV.2) Problemi simmetrici	" 135
IV.2.1) Distribuzione di carico normale	" 135
IV.2.2) Distribuzione di carico tangenziale	" 140
IV.3) Problemi emisimmetrici	" 144
IV.3.1) Distribuzione di carico normale	" 144
IV.3.2) Distribuzione di carico tangenziale	" 147
IV.4) Il caso delle forze di massa	" 150
IV.4.1) Distribuzione costante	" 152
IV.4.2) Distribuzione lineare	" 156
IV.5) Il problema della larghezza collaborante virtuale	" 160

V) Il metodo delle differenze finite	pag. 167
V.1) Generalita'	" 167
V.2) Tipi di approssimazione	" 168
V.2.1) Metodo del trapezio	" 168
V.2.2) Metodo della parabola	" 170
V.2.3) Metodo della parabola di ordine superiore	" 171
V.2.4) Valutazione dell'errore	" 172
V.3) Applicazione del metodo delle differenze finite al caso della funzione dipendente da due variabili	" 174
V.4) Applicazione alle lastre	" 175
V.5) Condizioni ai limiti	" 176
V.6) Esempio	" 177
VI) Il metodo degli elementi finiti	" 185
VI.1) Fichiami sulle matrici	" 185
VI.1.1) Generalita'	" 185
VI.1.2) Tipi di matrici	" 186
VI.1.3) Operazioni sulle matrici	" 187
VI.1.4) Determinanti e sistemi lineari di equazioni	" 191
VI.2) Introduzione al metodo degli elementi finiti	" 194
VI.3) Il calcolo strutturale attraverso il metodo degli elementi finiti	" 197
VI.3.1) Il calcolo della matrice delle rigidzze per un generico elemento di un continuo piano idealizzato	" 204
VI.3.2) Analisi strutturale della lastra idealizzata	" 217
VI.4) Esempio	" 221

**PARTE SECONDA: LE PIASTRE**

VII) La teoria approssimata di Germain-Lagrange	pag. 227
VII.1) Formulazione del problema in coordinate rettangolari	" 227
VII.1.1) Ipotesi preliminari	" 227
VII.1.2) La determinazione delle caratteristiche della sollecitazione su di una qualsiasi giacitura	" 241
VII.1.3) La formulazione del problema attraverso gli invarianti di curvatura e di flessione:	" 243
VII.1.4) L'energia di deformazione	" 245
VII.1.5) Le condizioni al contorno	" 246
VII.1.6) La formulazione del problema per le piastre a spessore variabile	" 257
VII.1.7) La formulazione del problema in presenza di deformazioni anelastiche	" 260
VII.1.8) Il caso delle piastre ortotrope	" 263
VII.2) La formulazione del problema in coordinate oblique	" 266
VII.2.1) L'espressione dell'energia di deformazione in coordinate oblique	" 271
VII.2.3) Le condizioni al contorno in coordinate oblique	" 272
VII.3) La formulazione del problema in coordinate polari	" 275

VII.3.1)	L'equazione fondamentale in coordinate polari	pag. 275
VII.3.2)	L'espressione dell'energia di deformazione in coordinate polari	" 281
VII.3.3)	Le condizioni al contorno in coordinate polari	" 282
VII.4)	La formulazione del problema in presenza di azioni dinamiche	" 283
VIII)	Soluzioni per sviluppi in serie	" 286
VIII.1)	Premesse	" 286
VIII.2)	Il metodo delle serie doppie	" 287
VIII.2.1)	La piastra rettangolare	" 293
VIII.2.1.1)	Le autofunzioni $W_{mn}(xy)$ per la piastra rettangolare appoggiata	" 294
VIII.2.1.2)	La piastra rettangolare appoggiata al contorno e soggetta a carico generico	" 298
VIII.2.1.3)	Condizione di carico uniforme sulla piastra	" 300
VIII.2.1.4)	Condizione di carico uniforme su di un rettangolo parziale	" 304
VIII.2.1.5)	Il concetto di superficie di influenza	" 306
VIII.2.1.6)	Condizione di carico lungo una linea	" 307
VIII.2.2)	Esempi	" 310
VIII.2.2.1)	Piastra rettangolare appoggiata lungo i bordi, rinforzata con travi, sollecitata da un carico uniforme	" 310

VIII.2.2.2)	Piastra appoggiata lungo i bordi e su quattro pilastri distanti $a$ ed $b$ dai bordi, sollecitata da un carico uniforme	" 315
VIII.2.2.3)	Piastra rettangolare forata soggetta ad un carico uniformemente ripartito	" 318
VIII.2.3)	La piastra circolare	" 321
VIII.2.3.1)	Le autofunzioni $W_{np}(r, \theta)$ per la piastra circolare	" 321
VIII.2.3.2)	Le autofunzioni per la piastra circolare incastrata	" 329
VIII.2.3.3)	La piastra circolare incastrata soggetta a carico concentrato	"
VIII.2.3.4)	Le autofunzioni per la piastra circolare libera	" 333
VIII.2.3.5)	La funzione di influenza della piastra circolare libera	" 335
VIII.2.3.6)	Esempi	" 339
VIII.2.3.6.1)	Piastra circolare vincolata al contorno su appoggi puntiformi e soggetta ad una forza $F$ concentrata al centro	" 339
VIII.2.3.6.2)	Piastra circolare incastrata al contorno e vincolata elasticamente al centro ed ivi soggetta ad un carico concentrato $F$	" 344
VIII.2)	Il metodo delle serie semplici	"
VIII.3.1)	La piastra rettangolare	" 350
VIII.4.1.1)	La piastra rettangolare appoggiata al contorno e soggetta ad un carico uniformemente distribuito	" 352

VIII.3.1.2)	La piastra rettangolare semplicemente appoggiata soggetta a carico idrostatico	pag.356
VIII.3.1.3)	La piastra rettangolare appoggiata al contorno e caricata parzialmente	" 358
VIII.3.1.4)	La piastra rettangolare sollecitata da distribuzioni di momenti lungo i lati	" 364
VIII.3.1.5)	La piastra rettangolare variamente vincolata	" 371
VIII.3.1.6)	Esempi	" 386
VIII.3.1.6.1)	Piastra rettangolare appoggiata al contorno e uniformemente caricata.	" 386
VIII.3.1.6.2)	Piastra rettangolare appoggiata al contorno e parzialmente caricata	" 388
VIII.3.1.6.3)	Piastra rettangolare con tre lati appoggiati ed uno incastrato e uniformemente caricata	" 393
VIII.3.2)	La piastra circolare	" 395
VIII.3.3.1)	La piastra circolare con carico variabile linearmente	" 398
VIII.3.2.2)	La piastra circolare incastrata soggetta ad un carico concentrato.	" 402
VIII.3.2.3)	La piastra circolare su appoggi puntiformi disposti sul contorno	" 409
VIII.3.2.4)	Esempi	" 432
VIII.3.2.4.1)	Piastra circolare incastrata	

	soggetta ad un carico concentrato	pag.432
VIII.3.2.4.2)	Piastra circolare su quattro appoggi puntiformi uniformemente caricata	" 436
VIII.4)	Il metodo delle serie semplici generalizzato	" 437
VIII.4.1)	Il caso della piastra rettangolare	" 437
VIII.4.2)	Il caso della piastra obliqua	" 444
VIII.4.2.1)	La piastra obliqua semplicemente appoggiata soggetta a carico uniformemente distribuito	" 448
VIII.4.2.2)	La piastra obliqua incastrata soggetta a carico uniformemente distribuito	" 449
IX)	Applicazioni dei metodi dell'energia	" 451
IX.1)	Il principio dei lavori virtuali	" 451
IX.2)	Il metodo di Ritz	" 453
IX.3)	Il metodo di Galerkin	" 455
X)	Le soluzioni in forma chiusa	" 460
X.1)	Premesse	" 460
X.2)	Il caso della piastra circolare caricata con simmetria polare	" 460
X.2.1)	La piastra circolare appoggiata al contorno sollecitata da una forza concentrata nel centro	" 463
X.2.2)	La piastra circolare appoggiata al contorno sollecitata da una distribuzione di momenti al contorno.	" 464
X.2.3)	La piastra circolare incastrata al contorno e sollecitata da un carico uniforme	" 465

X.2.4) La piastra circolare incastrata al contorno e sollecitata da un carico concentrato in mezzeria	pag. 467
X.2.5) La piastra circolare forata appoggiata lungo il contorno e sollecitata da un carico uniforme	" 468
X.2.6) La piastra circolare incastrata lungo il contorno e sollecitata da un carico uniforme	" 470
X.3) La piastra ellittica incastrata al contorno e sollecitata da un carico uniforme	" 471
X.4) La piastra triangolare	" 475
X.5) Esempi	" 480
X.5.1) Piastra circolare forata	" 480
X.5.2) Piastra circolare incastrata e vincolata elasticamente al centro	" 484
X.5.3) Piastra circolare incastrata e poggata lungo una circonferenza	" 486
X.5.4) Piastra circolare incastrata e vincolata elasticamente lungo una circonferenza	" 488
XI) Il metodo delle differenze finite	" 496
XI.1) La piastra a spessore costante	" 496
XI.2) La piastra a spessore variabile	" 508
XI.3) Le condizioni al contorno	" 519
XI.4) Esempio	" 520
XI.5) La piastra obliqua	" 532

XI.6) Esempio	pag. 553
XII) Il metodo degli elementi finiti	" 556
XII.1) Premesse	" 556
XII.2) Il calcolo della matrice delle rigidità per un generico elemento di una piastra idealizzata	" 558
XII.3) Esempi	" 571
XII.3.1) Il caso della piastra quadrata appoggiata o incastrata e soggetta a carico uniforme	" 571
XII.3.2) Il caso della piastra quadrata appoggiata o incastrata con carico concentrato in mezzeria	" 573
XII.3.3) Il caso della soletta a sbalzo soggetta a carico uniforme	" 574
XIII) I metodi approssimati	" 576
XIII.1) Premesse	" 576
XIII.2) Il metodo di Grashof	" 578
XIII.3) Il metodo di Guidi	" 586
XIII.4) Il metodo di Marcus	" 590
XIII.5) Il metodo di Bäch	" 593
XIII.6) Esempi	" 597
XIII.6.1) Metodo di Grashof	" 597
XIII.6.2) Confronto fra i metodi di Grashof, Guidi, Marcus	" 598
XIII.6.3) Metodo di Bäch	" 602
XIII.6.4) Metodo di Bäch	" 604
XIII.6.5) Metodo di Bäch	" 607
XIV) Il graticcio di travi	" 610
XIV.1) Premesse	" 610

XIV.2) Impostazione di calcolo	pag. 611
XIV.3) Il calcolo del graticcio come insieme discreto di travi	" 612
XIV.3.1) Il coefficiente di influenza per le travi appoggiate	" 615
XIV.3.2) L'esame di alcuni casi particolari	" 621
XIV.3.2.1) Solaio nervato a pianta quadrata	" 621
XIV.3.2.2) Graticci simmetrici su pianta quadrata	" 624
XIV.4) Il calcolo del graticcio come piastra ortotropa	" 627
XIV.4.1) L'equazione differenziale $d^2$ e $l$ problema	" 627
XIV.4.2) Le soluzioni in serie doppia del graticcio rettangolare al contorno	" 629
XIV.5) Esempio	"
XV) Aspetti duali nel calcolo delle lastre e delle piastre	" 641
XV.1) Premesse	" 641
XV.2) Condizioni di dualita'	" 642
XV.3) Impostazione dei metodi duali di soluzione	" 645
XV.4) Il problema della lastra-piastra	" 650
XV.4.1) Fichiami	"
XV.4.2) Scelta del legame fra le componenti speciali di tensione e le funzioni di tensione	" 655
XV.4.2.1) Effetto lastra	" 655
XV.4.2.2) Effetto piastra	" 656

XV.4.3) Esempi	pag. 665
XV.4.3.1) Soluzione mediante il legame [15.31]	" 666
XV.4.3.2) Soluzione mediante il legame [15.40]	" 668
XV.4.3.3) Soluzione mediante il legame [15.47]	" 669
XVI) Le piastre sottilissime	" 671
XVI.1) Premesse	" 671
XVI.2) Il problema geometrico	" 672
XVI.3) Il problema statico	" 677
XVI.3.1) Gli sforzi estensionali	" 677
XVI.3.2) Le azioni flessionali	" 680
XVI.4) Le equazioni fondamentali delle piastre sottilissime	" 681
XVI.5) Il caso della piastra appoggiata soggetta a carico uniforme.	" 683
FINISSEPIA	" 692
INFIN	" 702