

# Indice

## *XIII Prefazione*

- 3 PARTE PRIMA – Basi del progetto
- 5 CAPITOLO 1 – La Tecnica delle Costruzioni  
*Mauro Mezzina*
  - 5 1.1 Costruzioni e sistemi strutturali
  - 7 1.2 Carattere di una costruzione
  - 9 1.3 La concezione strutturale
  - 13 1.4 La scelta del modello strutturale
    - 1.4.1 Una guida per il progetto, p. 13 – 1.4.2 L'analisi strutturale, p. 14
  - 21 1.5 Strutture efficaci ed efficienti
    - 1.5.1 Efficienza del materiale, p. 22 – 1.5.2 Efficacia dello schema strutturale. Il rapporto forma-struttura, p. 24
  - 26 1.6 Quadro normativo di riferimento
- 27 Riferimenti bibliografici
- 29 CAPITOLO 2 – Analisi lineare delle strutture  
*Alfredo Sollazzo, Mauro Mezzina, MariaLuigia Sangirardi*
  - 29 2.1 Strutture: Concetti fondamentali
    - 2.1.1 Definizioni e richiami, p. 30 – 2.1.2 Spostamenti e rotazioni, p. 33 – 2.1.3 Sistemi piani, p. 34 – 2.1.4 Analisi strutturale elastica di travi e sistemi di travi, p. 36
  - 37 2.2 La trave ad asse rettilineo
    - 2.2.1 La trave inflessa, p. 37 – 2.2.2 Equazione della linea elastica, p. 38
  - 48 2.3 Sistemi di coordinate
    - 2.3.1 Coordinate globali e coordinate locali, p. 48 – 2.3.2 Relazioni di congruenza e di equilibrio, p. 54
  - 58 2.4 Coefficienti di rigidezza e deformabilità
    - 2.4.1 Caratteristiche di risposta strutturale, p. 58 – 2.4.2 Sistemi a più coordinate, p. 60
  - 70 2.5 Il metodo delle forze
  - 77 2.6 L'equazione dei tre momenti

81	2.7	Il metodo degli spostamenti
94		Esercizi
95		Riferimenti bibliografici
97		CAPITOLO 3 – La sicurezza strutturale e le azioni sulle costruzioni <i>di Barbara De Nicolo, Luisa Pani</i>
97	3.1	Considerazioni preliminari 3.1.1 Variabili aleatorie e loro proprietà, p. 98
103	3.2	La misura della sicurezza strutturale
106	3.3	Metodi di verifica agli Stati Limite 3.3.1 Azioni, p. 106 – 3.3.2 Resistenze, p. 106 – 3.3.3 Metodi di verifica, p. 107
110	3.4	Definizione delle Azioni 3.4.1 Carichi permanenti, p. 111 – 3.4.2 Carichi imposti, p. 114 – 3.4.3 Carichi da neve, p. 115 – 3.4.4 Carichi del vento, p. 126 – 3.4.5 Variazioni termiche, p. 139 – 3.4.6 Combinazioni delle Azioni, p. 141
148		Esercizi
148		Riferimenti bibliografici
151		PARTE SECONDA – Costruzioni in cemento armato e precompresso
153		CAPITOLO 4 – Costruire con il cemento armato <i>Mauro Mezzina, Domenico Raffaele</i>
153	4.1	Le ragioni di un successo
157	4.2	Sistemi costruttivi in cemento armato 4.2.1 Sistemi intelaiati, p. 157 – 4.2.2 Sistemi strutturali a pareti o misti (telaio – parete), p. 158
161	4.3	Il calcestruzzo 4.3.1 I componenti del calcestruzzo, p. 163 – 4.3.2 Caratteristiche dello stato fresco, p. 166 – 4.3.3 Caratteristiche dello stato indurito, p. 170 – 4.3.4 Deformazioni del calcestruzzo dipendenti dal tempo, p. 173
176	4.4	Acciaio per cemento armato ordinario
179	4.5	L'aderenza acciaio-calcestruzzo
180	4.6	La durabilità
184		Esercizi
184		Riferimenti bibliografici
185		CAPITOLO 5 – Lo Stato Limite Ultimo per tensioni normali <i>Mauro Mezzina, Domenico Raffaele</i>
185	5.1	Le verifiche allo stato limite ultimo per tensioni normali
188	5.2	Ipotesi di base per la valutazione delle resistenza di calcolo
190	5.3	Leggi costitutive di calcestruzzo e acciaio
192	5.4	Condizioni critiche deformative
195	5.5	Condizioni critiche tensionali
197	5.6	La sezione rettangolare a semplice e doppia armatura

- 199 5.7 La Flessione semplice  
 5.7.1 Flessione semplice retta nelle travi a sezione rettangolare, p. 200 – 5.7.2 Equazioni adimensionali per la valutazione del momento resistente, p. 200 – 5.7.3 La rottura bilanciata, p. 204 – 5.7.4 La rottura duttile della sezione semplicemente armata, p. 205 – 5.7.5 Considerazioni sull'utilizzo dell'armatura in zona compressa, p. 206 – 5.7.6 Progettare sezioni duttili, p. 210 – 5.7.7 Il problema della verifica, p. 215 – 5.7.8 Il caso della sezione a T, p. 216
- 221 5.8 La flessione composta  
 5.8.1 Flessione composta retta negli elementi a sezione rettangolare: equazioni adimensionali per la valutazione di  $N_{Rd}$  ed  $M_{Rd}$ , p. 222 – 5.8.2 Domini di interazione semplificati, p. 225 – 5.8.3 La misura della duttilità delle sezioni presso inflesse, p. 229
- 231 5.9 La pressoflessione deviata
- 237 5.10 S.L.U. di Instabilità  
 5.10.1 Pilastri snelli, p. 241
- 247 Esercizi
- 247 Riferimenti bibliografici
- 249 CAPITOLO 6 – Lo Stato Limite Ultimo per Taglio e Torsione  
*Mauro Mezzina, Domenico Raffaele*
- 249 6.1 Il Taglio  
 6.1.1 La trattazione di Jourawsky e lo sforzo di scorrimento nelle travi, p. 250 – 6.1.2 Analisi dello stato tensionale per flessione e taglio: linee isostatiche, p. 252
- 256 6.2 Meccanismi resistenti di elementi privi di armatura a taglio  
 6.2.1 Il meccanismo resistente «a pettine», l'effetto «spinotto» e l'effetto «ingranamento», p. 258 – 6.2.2 Il meccanismo resistente «ad arco», p. 270 – 6.2.3 Prescrizioni normative, p. 273
- 277 6.3 Meccanismi resistenti di elementi con armatura a taglio  
 6.3.1 Dal traliccio iperstatico modificato al traliccio ad inclinazione variabile, p. 279 – 6.3.2 Valutazione dell'inclinazione del puntone allo SLU, p. 283 – 6.3.3 Prescrizioni normative, p. 289
- 297 6.4 La Torsione  
 6.4.1 Il calcolo del momento torcente resistente allo SLU, p. 299
- 309 Esercizi
- 310 Riferimenti bibliografici
- 311 CAPITOLO 7 – Stati Limite di Esercizio  
*Mauro Mezzina, Domenico Raffaele*
- 311 7.1 Introduzione
- 313 7.2 Stato Limite delle Tensioni di esercizio  
 7.2.1 Il caso della sezione rettangolare inflessa (procedura 1), p. 316 – 7.2.2 La sezione rettangolare pressoinflessa (procedura 1), p. 319 – 7.2.3 La sezione rettangolare tensoinflessa (procedura 1), p. 323 – 7.2.4 Il caso della sezione rettangolare (procedura 2), p. 325 – 7.2.5 Flessione semplice, p. 327 – 7.2.6 Flessione composta, p. 329

- 334 7.3 Stato Limite di Fessurazione  
 7.3.1 Calcolo tecnico della deformazione media dell'armatura  $\varepsilon_{sm}$ , p. 337 –  
 7.3.2 Calcolo tecnico della distanza media fra le fessure  $\Delta_{sm}$ , p. 340 – 7.3.3 Il  
 controllo dell'ampiezza delle fessure, p. 341 – 7.3.4 La verifica a fessurazione  
 senza calcolo diretto, p. 342
- 345 7.4 Stato Limite di Deformazione  
 7.4.1 Casi in cui può essere omissa il calcolo delle deformazioni, p. 351
- 355 Esercizi  
 356 Riferimenti bibliografici
- 357 CAPITOLO 8 – Fasi progettuali e dettagli di un edificio multipiano a struttura in-  
 telaiata in c.a.  
*Mauro Mezzina, Domenico Raffaele*
- 357 8.1 Criteri di scelta nella progettazione strutturale  
 8.1.1 Funzioni e caratteristiche degli impalcati negli edifici multipiano, p. 359
- 366 8.2 Il dimensionamento degli elementi strutturali  
 8.2.1 La modellazione strutturale, p. 367 – 8.2.2 Modelli parziali per il calcolo  
 dei solai, p. 368 – 8.2.3 Modelli parziali per il calcolo dei telai, p. 375
- 378 8.3 Gli elaborati esecutivi  
 8.3.1 I disegni di tracciamento, p. 379 – 8.3.2 I disegni di carpenteria, p. 381 –  
 8.3.3 Il disegno delle armature, p. 383 – 8.3.4 I dettagli costruttivi, p. 386 –  
 8.3.5 Armatura delle travi, p. 397 – 8.3.6 Armatura dei pilastri, p. 400 – 8.3.7  
 Prescrizioni aggiuntive in zona sismica, p. 403
- 407 Esercizi  
 408 Riferimenti bibliografici
- 409 *Capitolo 9 – Strutture in calcestruzzo precompresso*  
*Luca Giordano, Giuseppe Mancini*
- 409 9.1 Introduzione
- 411 9.2 Sistemi di precompressione  
 9.2.1 Pre-tensione, p. 411 – 9.2.2 Post-tensione, p. 412 – 9.2.3 Precompressione  
 esterna, p. 413
- 414 9.3 Criteri generali di progetto della precompressione  
 9.3.1 Scelta del tracciato cavi, p. 415
- 418 9.4 Trasferimento della precompressione  
 9.4.1 Trasferimento della precompressione tramite post-tensione, p. 418 – 9.4.2  
 Trasferimento della precompressione tramite pre-tensione, p. 424
- 428 9.5 Perdite e cadute di tensione  
 9.5.1 Perdite dovute alla deformazione elastica della struttura ( $\Delta P_e$ ), p. 428 –  
 9.5.2 Perdite per attrito ( $\Delta P_m$ ), p. 429 – 9.5.3 Perdite per rientro ancoraggio  
 ( $\Delta P_{sl}$ ), p. 435 – 9.5.4 Cadute di tensione ( $\Delta P_{f+s+tr}$ ), p. 440
- 442 9.6 Analisi degli effetti della precompressione  
 9.6.1 Valutazione degli effetti della precompressione tramite la teoria delle co-  
 azioni, p. 443 – 9.6.2 Valutazione degli effetti della precompressione tramite  
 carichi equivalenti, p. 445

- 453 9.7 Stati limite di esercizio  
9.7.1 Stato limite di controllo del livello tensionale, p. 454 – 9.7.2 Stato limite di fessurazione, p. 454 – 9.7.3 Stato limite di deformazione, p. 455 – 9.7.4 Stato limite di vibrazione, p. 455
- 456 9.8 Stati limite ultimi  
9.8.1 Stato limite ultimo per sollecitazioni normali, p. 456 – 9.8.2 Stato limite ultimo di taglio e torsione, p. 463 – 9.8.3 Stato limite ultimo di punzonamento, p. 464 – 9.8.4 Rottura fragile, p. 465
- 466 Esercizi  
466 Riferimenti bibliografici
- 467 PARTE TERZA – Costruzioni in acciaio e acciaio-calcestruzzo
- 469 CAPITOLO 10 – Costruire con l'acciaio  
*Raffaele Landolfo, Gianmaria di Lorenzo, Francesco Portioli*
- 469 10.1 Prerogative del materiale e normative di riferimento
- 470 10.2 Il materiale  
10.2.1 Cenni storici, p. 470 – 10.2.2 Tipi di acciaio e composizione, p. 471 – 10.2.3 Prove di qualificazione, p. 473
- 480 10.3 Le membrature
- 486 10.4 Unioni e collegamenti  
10.4.1 Classificazione, p. 486 – 10.4.2 Le unioni bullonate, p. 490 – 10.4.3 Le unioni saldate, p. 491
- 494 10.5 I sistemi strutturali in acciaio  
10.5.1 La concezione strutturale, p. 494 – 10.5.2 Le tipologie ricorrenti: edifici, coperture e ponti, p. 494
- 502 10.6 Durabilità, resistenza al fuoco e sistemi di protezione
- 504 Esercizi  
466 Riferimenti bibliografici
- 507 CAPITOLO 11 – Le membrature in acciaio: Stati Limite Ultimi e di Esercizio  
*Raffaele Landolfo, Gianmaria di Lorenzo, Francesco Portioli*
- 507 11.1 Stati Limite
- 508 11.2 Verifiche agli Stati Limite Ultimi  
11.2.1 Ipotesi di base e modelli costitutivi, p. 508 – 11.2.2 L'instabilità dell'equilibrio e sua classificazione, p. 509 – 11.2.3 La classificazione delle sezioni trasversali, p. 511 – 11.2.4 Coefficienti di sicurezza e resistenza di calcolo, p. 517 – 11.2.5 Le aste tese, p. 518 – 11.2.6 Le aste compresse, p. 521 – 11.2.7 Verifica a flessione semplice, p. 536 – 11.2.8 Verifica a taglio, p. 545 – 11.2.9 Cenni sulle verifiche per sollecitazioni composte, p. 549
- 553 11.3 Verifiche agli Stati Limite di Esercizio  
11.3.1 Spostamenti verticali, p. 553
- 556 Esercizi

- 557    **CAPITOLO 12 – Le unioni: verifiche di resistenza**  
*Raffaele Landolfo, Gianmaria di Lorenzo, Francesco Portioli,  
Caterina Antonia Dattilo*
- 557    12.1    Tipi di unione e coefficienti di sicurezza
- 557    12.2    Verifica delle unioni bullonate  
12.2.1 Generalità, p. 557 – 12.2.2 Unioni a taglio, p. 560 – 12.2.3 Unioni a tra-  
zione, p. 566 – 12.2.4 Unioni a taglio e trazione, p. 568 – 12.2.5 Le unioni a ta-  
taglio con più bulloni, p. 569
- 569    12.3    Verifica delle unioni saldate  
12.3.1 Verifica dei cordoni d'angolo, p. 569
- 573    Esercizi
- 573    Riferimenti bibliografici
- 575    **CAPITOLO 13 – Costruire in acciaio-calcestruzzo**  
*Riccardo Zandonini, Edoardo Cosenza, Stefano Gasperetti*
- 575    13.1    Cenni storici e riferimenti normativi  
13.1.1 Lo sviluppo storico delle strutture composte, p. 575 – 13.1.2 L'azione  
composta, p. 577 – 13.1.3 Il progetto e la normativa italiana ed europea, p. 579  
– 13.1.4 Il presente capitolo, p. 581
- 581    13.2    Materiali  
13.2.1 I materiali, p. 581 – 13.2.2 La lamiera grecata, p. 584 – 13.2.3 I connet-  
tori a taglio, p. 585
- 591    13.3    Le travi in semplice appoggio  
13.3.1 Introduzione, p. 591 – 13.3.2 Le proprietà della sezione e la connessione  
a taglio, p. 592 – 13.3.3 Flessione: l'analisi elastica, p. 594 – 13.3.4 Flessione:  
l'analisi plastica, p. 595 – 13.3.5 La resistenza a taglio verticale, p. 598 – 13.3.6  
Lo stato limite di servizio, p. 598 – 13.3.7 Progetto e modalità costruttive, p.  
599
- 606    13.4    Le travi continue  
13.4.1 Progetto e modalità costruttive, p. 606 – 13.4.2 La larghezza collaboran-  
te, p. 607 – 13.4.3 Instabilità locale e classificazione della sezione, p. 608 –  
13.4.4 L'analisi della sezione a momento negativo, p. 609 – 13.4.5 L'analisi  
della trave, p. 610 – 13.4.6 Lo stato limite di servizio, p. 614 – 13.4.7 Strategia  
di progetto, p. 616
- 623    13.5    Le solette nelle strutture composte  
13.5.1 Considerazioni generali, p. 623 – 13.5.2 Meccanismi locali e armatura  
trasversale, p. 624
- 626    13.6    Le colonne composte  
13.6.1 Vantaggi e tipologie, p. 626 – 13.6.2 L'analisi della sezione, p. 627 –  
13.6.3 L'analisi della colonna, p. 630 – 13.6.4 L'instabilità locale, p. 633 –  
13.6.5 La resistenza a taglio, p. 634 – 13.6.6 L'introduzione dei carichi, p. 634
- 639    Esercizi
- 641    Riferimenti bibliografici

- 643 PARTE QUARTA – Costruzioni in muratura
- 645 CAPITOLO 14 – La progettazione degli edifici in muratura: criteri e regole generali  
*Giuseppina Uva, Rita Greco, Alfredo Cundari, Francesco Porco*
- 645 14.1 La costruzione in muratura portante tra tradizione e innovazione
- 649 14.2 Sistemi costruttivi  
14.2.1 Un breve sguardo ai sistemi costruttivi tradizionali, p. 650 – 14.2.2 Sistemi contemporanei in muratura portante, p. 652
- 654 14.3 Quadro normativo di riferimento
- 654 14.4 Caratteristiche dei componenti  
14.4.1 Gli elementi resistenti in muratura, p. 655 – 14.4.2 Le malte per muratura, p. 659
- 661 14.5 Murature  
14.5.1 Tipologie di muri, p. 661 – 14.5.2 Caratteristiche meccaniche delle murature, p. 663 – 14.5.3 Requisiti specifici per la progettazione antisismica, p. 666
- 667 14.6 La concezione strutturale dell'edificio in muratura portante
- 669 14.7 Criteri di progetto generali e requisiti geometrici  
14.7.1 Semplicità e regolarità, p. 669 – 14.7.2 Comportamento scatolare, p. 670 – 14.7.3 Distribuzione delle rigidezze e resistenze, p. 671 – 14.7.4 Orizzontamenti e coperture, p. 672 – 14.7.5 Fondazioni, p. 673
- 673 14.8 Metodi di analisi strutturale
- 675 14.9 Fattori di comportamento in funzione della tipologia costruttiva
- 676 14.10 Il caso degli «Edifici semplici»
- 679 Riferimenti bibliografici
- 681 CAPITOLO 15 – Regole di progetto specifiche e modalità di verifica per gli edifici in muratura ordinaria ed armata  
*Alfredo Cundari, Francesco Porco, Giuseppina Uva*
- 681 15.1 Introduzione
- 681 15.2 Modellazione ed analisi degli edifici in muratura portante  
15.2.1 Analisi per azioni non sismiche, p. 682 – 15.2.2 Analisi per azioni sismiche, p. 686
- 689 15.3 Costruzioni in muratura ordinaria  
15.3.1 L'Organizzazione strutturale dell'edificio in muratura ordinaria, p. 689 – 15.3.2 Criteri di progetto e requisiti geometrici, p. 692 – 15.3.3 Particolari costruttivi, p. 692 – 15.3.4 Regolarità degli edifici, distanze ed altezze massime, p. 694 – 15.2.5 Verifiche di sicurezza, p. 695
- 699 15.4 Costruzioni in muratura armata  
15.4.1 Introduzione, p. 699 – 15.4.2 Regole specifiche di progettazione per la muratura armata, p. 701 – 15.4.3 Regole di dettaglio, p. 702 – 15.4.4 Verifiche di sicurezza, p. 704 – 15.4.5 Stato limite ultimo per tensioni normali su sezioni in muratura armata, p. 705 – 15.4.6 Verifiche allo stato limite ultimo per edifici studiati mediante analisi lineare, p. 714

727	Esercizi
727	Riferimenti bibliografici
729	PARTE QUINTA – Strutture di fondazione
731	CAPITOLO 16 – Le Strutture di Fondazione <i>Fabrizio Palmisano, Sergio Tattoni, Claudia Vitone</i>
731	16.1 Introduzione
732	16.2 Criteri di progettazione delle strutture di fondazione 16.2.1 I cedimenti delle strutture di fondazione, p. 736
742	16.3 Carico limite delle fondazioni superficiali 16.3.1 Meccanismo di rottura generale del terreno, p. 744 – 16.3.2 Fondazioni superficiali. Meccanismo di rottura del terreno per punzonamento, p. 751
752	16.4 Carico limite dei pali di fondazione
755	16.5 Interazione terreno-struttura 16.5.1 Il problema di Boussinesq, p. 756 – 16.5.2 Il modello di Winkler, p. 757
760	16.6 Il progetto delle armature delle strutture di fondazione 16.6.1 Considerazioni generali sul progetto delle armature delle strutture di fondazione, p. 763 – 16.6.2 Plinti (o blocchi) di fondazioni dirette, p. 767 – 16.6.3 Blocchi di fondazione su pali, p. 772 – 16.6.4 Travi di fondazione, p. 778
779	16.7 Verifiche di sicurezza agli stati limite ultimi ai sensi delle NTC 16.7.1 Fondazioni superficiali, p. 781 – 16.7.2 Fondazioni su pali, p. 782
795	Esercizi
796	Riferimenti bibliografici