

***PROF. ING. CARLO P. PAPALEO***

---

# **COSTRUZIONI RURALI**

**Scienza delle costruzioni  
Tecnologia dei materiali  
Tecnica delle costruzioni  
Cemento armato  
Edilizia rurale  
Edifici zootecnici**

**COSTRUZIONI RURALI**

## **INDICE**

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>PARTE PRIMA</b>   | <b>SCIENZA DELLE COSTRUZIONI</b>           |
| <b>PARTE SECONDA</b> | <b>ELEMENTI GENERALI SULLE COSTRUZIONI</b> |
| <b>PARTE TERZA</b>   | <b>TECNICHE DELLE COSTRUZIONI RURALI</b>   |

## **PARTE PRIMA**

|                             |          |
|-----------------------------|----------|
| <b>ANALISI DIMENSIONALE</b> | <b>7</b> |
| <b>ESERCIZI</b>             | <b>8</b> |

## **FORZE SU CORPI INFINITAMENTE RIGIDI**

LE FORZE, ELEMENTI DI UNA FORZA 9

VERSO CONVENZIONALE 11

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA 12

SEGNO ALGEBRICO DI UNA FORZA 12

ESEMPI 12

SISTEMI DI FORZE COMPLANARI 13

## **COMPOSIZIONE DI FORZE**

COMPOSIZIONE DI FORZE A

COMUNE RETTA D'AZIONE , METODO ANALITICO 14

COMPOSIZIONE DI DUE FORZE CONCORRENTI

METODO GRAFICO DEL PARALLELOGRAMMA 16

METODO ANALITICO 17

CASO PARTICOLARE 18

COMPOSIZIONE DI UN SISTEMA DI FORZE

COMPLANARI E CONCORRENTI METODO

GRAFICO GENERALE DEL PARALLELOGRAMMA RIPETUTO 19

COMPOSIZIONE DI UN SISTEMA DI FORZE COMPLANARI E

CONCORRENTI MEDIANTE IL POLIGONO DELLE FORZE 20

POLIGONO FUNICOLARE E POLIGONO DELLE

FORZE, COMPOSIZIONE DI FORZE PARALLELE 21

COMPOSIZIONE DI DUE FORZE NON CONVERGENTI, METODO

GRAFICO CON POLIGONO FUNICOLARE E POLIGONO DELLE FORZE 23

## **SCOMPOSIZIONE DI FORZE**

SCOMPOSIZIONE DI UNA FORZA SECONDO

DUE DIREZIONI ASSEGNATE " METODO GRAFICO " 28

SCOMPOSIZIONE DI UNA FORZA SECONDO DUE

DIREZIONI ASSEGNATE PROCEDIMENTO ANALITICO 29

CASO PARTICOLARE DI SCOMPOSIZIONE DI UNA FORZA 30

## **MOMENTI**

DISTANZA DI UNA FORZA DA UN PUNTO POLO 31

MOMENTO DI UNA FORZA 31  
VERSO CONVENZIONALE DEL MOMENTO 33  
MOMENTI DI PIU' FORZE E SCHEMI GRAFICI 33  
ESEMPI 33/34  
TEOREMA DI VARIGNON PG.35  
ESEMPIO 36  
SCOMPOSIZIONE DI UNA FORZA  
APPLICANDO IL TEOREMA DI VARIGNON 37  
COPPIE DI FORZE 38

## **BARICENTRI**

FIGURE PIANE 40  
BARICENTRO DI UNA FIGURA PIANA O DI UNA AZIENDA 41  
MOMENTO STATICO DI PRIMO ORDINE E ASSI BARICENTRICI 42  
ASSI BARICENTRICI DI SEZIONI PIU' RICORRENTI 47  
MOMENTO STATICO DI UN SISTEMA CONTINUO 48  
MOMENTO DI INERZIA O DI SECONDO ORDINE 49  
MOMENTO DI INERZIA O DI SECONDO ORDINE DI UN SISTEMA CONTINUO 51

## **FORZE SU CORPI ELASTICI**

**LE SOLLECITAZIONI** 54  
SOLLECITAZIONE DI COMPRESSIONE PURA 55  
SOLLECITAZIONE DI TRAZIONE PURA 56  
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO 57  
SOLLECITAZIONE DI TORSIONE 57  
SOLLECITAZIONE A FATICA 58

## **CORPI**

CORPO RIGIDO. CORPO ELASTICO E DEFORMAZIONE  
ELASTICA, CORPO ANELASTICO E DEFORMAZIONE ANELASTICA 60

## **SOLLECITAZIONE E SFORZO** 64

SOLLECITAZIONE UNITARIA 64  
SOLLECITAZIONE UNITARIA A TRAZIONE 65  
ESERCIZIO 65  
SOLLECITAZIONE UNITARIA A TAGLIO 66  
ESERCIZIO 66  
LEGGE DI HOOKE 67  
MACCHINA UNIVERSALE DELLA PROVA DI TRAZIONE 68  
DIAGRAMMA DEFORMAZIONE - SFORZO. MODULO ELASTICO 69  
SIGMA AMMISSIBILE 71  
FORMULE DI STABILITA' PER SOLLECITAZIONI PURE DI  
TRAZIONE, DI COMPRESSIONE, DI TAGLIO, DI PROGETTO 72  
ESERCIZI 73

## **GRADI DI LIBERTA'** 76

## **VINCOLI E REAZIONI VINCOLARI** 77

TIPI DI VINCOLI 77  
VINCOLO A CARRELLO 77  
VINCOLO A CERNIERA 77  
VINCOLO AD INCASTRO 81

## **TRAVE**

DEFINIZIONE DI TRAVE 82  
ELEMENTI DI UNA TRAVE 83  
CORRELAZIONE TRA GRADI DI LIBERTA' E VINCOLI 84  
CONDIZIONE ISOSTATICA E SCHEMI 84  
CONDIZIONE LABILE E SCHEMI 86  
CONDIZIONE IPERSTATICA E SCHEMI GRAFICI 87  
VINCOLI NON EFFICACI 89

## **CARICHI** 90

PESO PROPRIO 90  
SCHEMA DI CARICO CONCENTRATO  
SCHEMA DI CARICO UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO LINEARMENTE 91  
ESERCIZIO 92  
SISTEMI EQUIVALENTI DI CARICHI PER L'EQUILIBRIO ESTERNO 93  
CONDIZIONI DI EQUILIBRIO DI UN CORPO SOLIDO 94  
EQUAZIONI CARDINALI DELLA STATICA 95  
ESERCIZIO 96  
ESERCIZIO "CALCOLO DELLE REAZIONIVINCOLARI "METO ANALITICO 97  
SOVRAPPOSIZIONE DEGLI EFFETTI 106  
ESERCIZIO 106  
ANALISI DEI CARICHI 106  
POLIGONO DI EQUILIBRIO 113  
TRIANGOLO DI EQUILIBRIO INTRINSECO 119  
TRIANGOLO DI EQUILIBRIO ESTRINSECO " CON REAZIONI VINCOLARI" 120

## **SOLLECITAZIONI E DIAGRAMMI** 125

DIAGRAMMA DELLA SOLLECITAZIONE ASSIALE 125  
ESERCIZI 127  
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO E SCHEMI 128  
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO IN UNA TRAVE A SBALZO 129  
ESERCIZI 131  
DIAGRAMMA DELLA SOLLECITAZIONE DI TAGLIO IN  
UNA TRAVE ISOSTATICA CON PIU' CARICHI CONCENTRATI 136  
ESERCIZI 137  
SOLLECITAZIONE DI TAGLIO CON CARICHI DISTRIBUITI 140  
ESERCIZI 142

## **FLESSIONE** 143

MOMENTO FLETTENTE 144  
DIAGRAMMI DEL MOMENTO FLETTENTE 145  
ESERCIZI 146  
SOLLECITAZIONE COMPOSTA DI FLESSIONE E TAGLIO 159  
ESERCIZI 161  
EQUAZIONE DI STABILITA' 172  
TENSIONI INTERNE E DISTRIBUZIONE IN UNA SEZIONE 172  
MODULO DI RESISTENZA A FLESSIONE 176  
PROGETTAZIONE E VERIFICA DI STRUTTURE 177  
ESERCIZI 178  
CALCOLO DELLE DIMENSIONI DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE 185  
PROGETTAZIONE DI UNA TRAVE IN FERRO A DOPPIA T 186

## **PRESSO - FLESSIONE** 187

PICCOLA ECCENTRICITA' 190  
TERZO MEDIO 191  
ESEMPIO 191

## **CARICO DI PUNTA** 193

## PARTE SECONDA

|   |     |
|---|-----|
| SCRITTURAZIONE DEGLI ELABORATI GRAFICI  | 195 |
| SISTEMI USUALI DI QUOTATURE DEI DISEGNI | 196 |

### **MATERIALI DA COSTRUZIONE**

|  |     |
|--|-----|
| ROCCE VULCANICHE                                 | 194 |
| ROCCE SEDIMENTARIE                               | 199 |
| ROCCE METAMORFICHE                               | 200 |
| MATERIALI ARTIFICIALI DA COSTRUZIONE             |     |
| LATERIZI   | 201 |
| MATTONE PIENO                                    | 202 |
| MATTONE FORATO PER TAMPONATURA                   | 203 |
| MATTONE FORATO PER TRAMEZZATURA                  | 203 |
| TAVELLONI E TAVELLE                              | 204 |
| PIGNATTA   | 205 |
| FONDELLO PER TRAVETTI IN c. a. NORMALE PER SOLAI | 206 |
| TEGOLA MARSIGLIESE                               | 207 |
| TEGOLA CURVA "COPPO".                            | 208 |
| TEGOLA PIANA " EMBRICE"                          | 209 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>PIETRAME</b> NATURALE PER OPERE EDILI  | 210 |
| BLOCCHI IN TUFO E BLOCCHI IN CALCESTRUZZO | 211 |

### **GLI ACCIAI** DA COSTRUZIONE 212

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| LAMIERE               | 212 |
| MAGLIE ELETTROSALDATE | 212 |

### **LEGNAMI** 212

### **LEGANTI** 213

|  |     |
|--|-----|
| CALCE AEREA                            | 213 |
| CALCE IDRAULICA                        | 214 |
| GESSO                                  | 214 |
| CEMENTI                                | 215 |
| CEMENTO PORTLAND                       | 215 |
| CEMENTO POZZOLANICO                    | 215 |
| CEMENTO D'ALTOFORNO                    | 215 |
| CEMENTO ALLUMINOSO                     | 216 |
| PRESA DEI CEMENTI                      | 216 |
| TITOLO E CLASSIFICAZIONE DEI CEMENTI   | 216 |
| MALTE                                  | 218 |
| CALCESTRUZZO                           | 220 |
| RESISTENZA A TRAZIONE DEL CALCESTRUZZO | 222 |

### **FONDAZIONI** 225

|  |     |
|--|-----|
| NORMATIVA DELLE COSTRUZIONI              | 225 |
| FONDAZIONE IN MURATURA ORDINARIA E       |     |
| CORDOLO DI CORONAMENTO IN CEMENTO ARMATO | 226 |

CALCOLO DELLO SPESSORE  
DI UNA FONDAZIONE IN MURATURA 229  
FONDAZIONE A TRAVE ROVESCIA 231  
RIGIDEZZA DI UNA TRAVE 231  
PROGETTO DELLA FONDAZIONE 235  
FONDAZIONI A PLINTI 241  
FONDAZIONE A PLATEA 244  
FONDAZIONE INDIRETTA SU PALI 245  
PORTANZA DEL PALO 247

## **COSTRUZIONI IN MURATURA ORDINARIA 248**

TIPI DI MURATURA ORDINARIA 248  
PESI PROPRI DEI MATERIALI 249  
MURATURA IN MATTONI PIENI 252  
MURATURA IN PIETRA CON RICORSI DI MATTONI PIENI 253  
MURATURA IN BLOCCHI DI TUFO E DI CEMENTO 254

## **COSTRUZIONI IN c. a. 255**

STRUTTURA IN c. a. 257  
SOLAIO IN FERRO 260  
CARICHI ACCIDENTALI su solai, scale, balconi, terrazzi, tetti 260  
SOLAIO IN c. a. ( con travetti normali: non precompressi ) 261  
SOLAIO IN c.a. (con travetti precompressi ) 262

## **CEMENTO ARMATO 263**

CEMENTO ARMATO: CALCOLO 266  
AREA MINIMA DI STAFFE NELLE TRAVI 267  
Normativa 268  
ARMATURA DEI PILASTRI 268  
SISMA E FONDAZIONE 268  
STRUTTURE A SBALZO IN ZONA SISMICA 269  
CALCOLO DELL'ALTEZZA DI UNA SEZIONE DI TRAVE 270  
VERIFICA DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE A SEMPLICE ARMATURA 273  
PROGETTO DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE A DOPPIA ARMATURA 276  
GEOMETRIA ED INDICAZIONI DELLA SEZIONE DI UNA TRAVE 277  
CALCOLO DELLA POSIZIONE DELL'ASSE NEUTRO 280  
ELABORAZIONI DI VERIFICA DI UNA SEZIONE 281  
PROGETTAZIONE DI UN BALCONE A  
SOLETTA PIENA IN ZONA SISMICA, INDICAZIONE DEI CARICHI 286  
VERIFICA E CALCOLO DI UN SOLAIO IN c.a . 288  
CALCOLO DELLA SEZIONE DI UN PILASTRO 288  
CALCOLO DI UN SOLAIO IN FERRO 295

## **SCALE 297**

PROGETTO DELLA SCALA E DEL VANO SCALA 298

## **TETTI**

FALDA, COSTITUZIONE DEI MANTI DI COPERTURA, CARICHI 301  
TETTO A TERRAZZO NON PRATICABILE 303  
TETTO A TERRAZZO PRATICABILE 304  
TETTO AD UNA FALDA 305  
COPERTURA A DUE FALDE 306  
COPERTURA A DUE FALDE SFALSATE 307  
COPERTURA A QUATTRO FALDE IN  
MURATURA E ORDITURA IN LEGNO 308

TETTO A QUATTRO FALDE IN CEMENTO ARMATO 309  
STRUTTURE PER GRANDI LUCI  
CAPRIATA IN LEGNO 310  
CAPRIATA IN FERRO 312

## **IMPOSTAZIONE DI UN PROGETTO PER CIVILE ABITAZIONE 313**

ELABORATI GRAFICI DI UN PROGETTO 316  
PIANTE 319  
PIANTA DI COPERTURA 322  
PROSPETTI 323  
SEZIONI 326  
SCHEMA DI RELAZIONE TECNICA 330  
SCHEMA DI RELAZIONE GEOLOGICA 332  
STRALCIO DEL FOGLIO DI MAPPA 333  
PARTICELLA E UBICAZIONE DEL FABBRICATO 334

## **PARTE TERZA**

### **ABITAZIONI RURALI**

INDICAZIONI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO DI UNA CASA RURALE 335  
CALCOLO DEL NUMERO DI LAVORATORI FISSI DI UN'AZIENDA 338  
TEMI DA SVILUPPARE 339  
ABITAZIONE PER LA DIREZIONE AZIENDALE 347  
CALCOLO DEL BARICENTRO DI UN'AZIENDA 349

### **STALLE**

**STALLA DA LATTE A STABULAZIONE FISSA, RAZZE BOVINE 351**  
MANGIATOIA, CORSIA DI ALIMENTAZIONE, BATTIFIANCHI, TAZZE 352  
ATTACCO ALLA MANGIATOIA 353  
DISPOSIZIONE SEMPLICE E MANGIATOIA A PARETE 354  
DISPOSIZIONE DOPPIA GROPPA  
A GROPPA, MANGIATOIA A PARETE CON CORSIA DI SERVIZIO 355  
STALLA DOPPIA, DISPOSIZIONE  
GROPPA A GROPPA, POSTA LUNGA,  
CORSIA DI SERVIZIO E DI ALIMENTAZIONE 356  
SCHEMA DELL'IMPIANTO DI ADDUZIONE DELLE  
DEIEZIONI ALLA CONCIMAIA E ALLA VASCA DELLE URINE 357  
STALLA DOPPIA A STABULAZIONE FISSA,  
DISPOSIZIONE TESTA A TESTA, POSTA LUNGA,  
CON DUE CORSIE DI SERVIZIO E UNA DI ALIMENTAZIONE 358  
PROGETTO DA REDIGERE 358  
STABULAZIONE FISSA CON POSTA  
CORTA, DISPOSIZIONE GROPPA A GROPPA 359  
ORIENTAMENTO DELLA STALLA 361

### **STABULAZIONE SEMILIBERA 361**

COMPLESSO DI STALLA DA LATTE A  
STABULAZIONE SEMILIBERA E DISPOSIZIONE TESTA A TESTA 362

## **STALLE DA LATTE A STABULAZIONE LIBERA 364**

- STALLA PER BOVINE DA LATTE 364
- PAVIMENTO FESSURATO E FOSSA DI RACCOLTA DELLE DEIEZIONI 365
- ZONA DI RIPOSO A LETTIERA PERMANENTE 365
- ZONA DI RIPOSO A CUCLETTE, PAVIMENTO FESSURATO E STRUTTURE ANNESSE 368
- ZONA DI RIPOSO A PADIGLIONE, PAVIMENTO PIENO, LETTIERA GIORNALIERA CON ZONA DI ALIMENTAZIONE E FIENILE 369
- ZONA DI RIPOSO A PADIGLIONE CON PAVIMENTO FESSURATO E ANNESSI ZONA DI ALIMENTAZIONE, FIENILE E RECINTO SCOPERTO 370
- ZONA DI RIPOSO A CUCLETTE CON PAVIMENTO PIENO 371
- ZONA DI RIPOSO A CUCLETTE CON PAVIMENTO FESSURATO 372
- ZONA DI ALIMENTAZIONE 372
- MANGIATOIA A TERRA 373
- RECINTO SCOPERTO 375
- ESTENSIONE DEL RECINTO SCOPERTO 376
- COMPLESSO DI STALLA PER BOVINE DA LATTE CON ANNESSI I REPARTI DI MUNGITURA 377
- SOLUZIONE D'INSIEME 378
- SCHEMA DI STALLA A STABULAZIONE LIBERA
- PLANIMETRIA GENERALE 379

## **MUNGITURA 380**

- FOSSA DEL MUNGITORE 380
- POSTA DI MUNGITURA 380
- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SALA DI MUNGITURA ED INDICAZIONI GENERALI 381
- SALA DI MUNGITURA A TRE POSTE IN FILA TANDEM SEMPLICE 382
- DISPOSIZIONE A TANDEM A L, DISPOSIZIONE A TANDEM A C 383
- DISPOSIZIONE PLANIMETRICA A SPINA DI PESCE SU DUE LATI 384
- DISPOSIZIONE PLANIMETRICA A SPINA DI PESCE SU 4 LATI 385
- DISPOSIZIONE A PIATTAFORMA ROTANTE 386

## **PARTICOLARI DELLA MUNGITURA 387**

- GRUPPO PRENDICAPEZZOLI, SVILUPPO DELL'EFETTO DINAMICO DELLA MUNGITURA 387
- CONFIGURAZIONE GRAFICA DELL'INIZIO DELLA 1° FASE 388
- CONFIGURAZIONE GRAFICA DELLA FINE DELLA 1° FASE 389

## **STALLE PER BOVINI DA CARNE 391**

- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE FISSA DISPOSIZIONE TESTA A TESTA POSTA LUNGA 391
- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE FISSA DISPOSIZIONE GROPPA A GROPPA POSTA LUNGA 393
- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE FISSA DISPOSIZIONE TESTA A TESTA POSTA CORTA (MANGIATOIA BASSA) 394
- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE FISSA DISPOSIZIONE GROPPA A GROPPA POSTA CORTA MANGIATOIA BASSA 395
- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE LIBERA 396
- STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE LIBERA ZONA DI RIPOSO A LETTIERA PERMANENTE 396

STALLA PER BOVINI DA CARNE A STABULAZIONE LIBERA,



ZONA DI RIPOSO A PAVIMENTO FESSURATO E CUCLETTE 398  
ZONA DI RIPOSO A PADIGLIONE CON PAVIMENTO  
FESSURATO E DISPOSIZIONE GROPPA A GROPPA 400

**STALLA PER VITELLI FINO A 3 MESI 401**

ALLEVAMENTO INTENSIVO IN GABBIE 402

STALLA PER VITELLI DA 3 A 6 MESI 404

**IMPIANTI RASCHIATORI DELLE DEIEZIONI 406**

**CONCIMAIE 408**

VASCA DELLE URINE , VASCA DEL COLATICCIO 409

TIPI DI LETAME 409

CONCIMAIA A FOSSA 410

CONCIMAIA A PLATEA 411

CONCIMAIA A TRINCEA 412

**FIENILE 413**

**SILOS VERTICALI IN c. a. 414**

SILOS ORIZZONTALI IN TRINCEA 416

CALCOLO DEL VOLUME DI UN SILO IN TRINCEA 418

SILO VERTICALE INTERRATO 419

SILI MULTIPLI A CARICAMENTO

MECCANICO PER CEREALI E MANGIMI 420

SILO A CARICAMENTO PNEUMATICO 422

**STALLE PER L'ALLEVAMENTO DI SUINI**

FECONDAZIONE 423

GESTAZIONE 424

PARTO E LATTAZIONE 426

SVEZZAMENTO 428

INGRASSO 430

**STALLE PER OVINI**

TIPI DI ALLEVAMENTO 434

MUNGITURA 438

TOSATURA 439

EDIFICIO PER AGNELLI DA CARNE 440

STALLE PER OVINI DA INGRASSO 443

STALLA TRADIZIONALE 445

**POLLAI 446**

POLLAIO PER LA PRODUZIONE DI CARNE E DI UOVA 448

POLLAIO CON POSATOIO PER LA PRODUZIONE DI CARNE 449

POLLAIO PER OVAIOLE CON POSATOIO 450

POLLAIO A DUE STALLI PER LA PRODUZIONE DI UOVA 452

POLLAIO PER LA PRODUZIONE DI CARNE CON ALLEVATRICI MOBILI 453

**STALLA PER CONIGLI 454**

**FRANTOIO OLEARIO IN LINEA AD ACQUA CALDA 447**

I diritti di riproduzione e adattamento totale o parziale ,  
con qualsiasi mezzo, sono consentiti solo previa  
autorizzazione scritta dell'autore.

