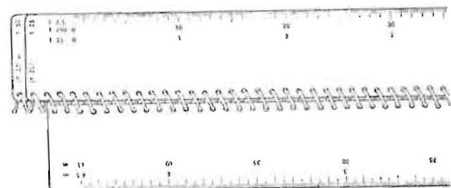


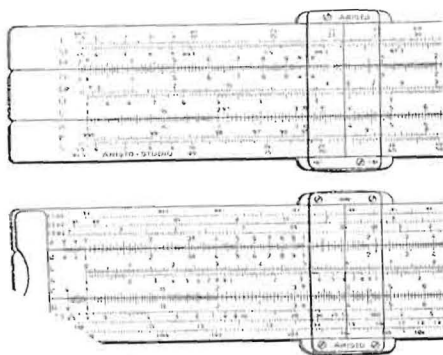
Squadra  
ARISTO-TZ



Scalimetro ARISTO  
a spirale



ARISTO-TRIGON



GIORDANI

UNIVERSITÀ

/A



## SQUADRA ARISTO - TZ

Una squadra per disegno tecnico che si può usare anche come righello graduato, riga parallela, rapportatore a 360° o 400°.

## SCALIMETRO ARISTO A SPIRALE

Questo scalimetro è composto di 3 righelli di ARISTOPAL bianco di 30cm. uniti per la loro lunghezza da una spirale di plastica. Mediante cifrature multiple delle 6 scale questo scalimetro contiene 15 scale di riduzione.

## ARISTO - TRIGON

Goniometro circolare con graduazioni a 360° ed a radianti. Per tracciare e misurare un angolo rispettivamente in gradi o radianti e per convertire da una graduazione all'altra,

## ARISTO - STUDIO

Regolo insuperabile per studenti e professionisti.

La chiarezza delle suddivisioni con grossi numeri offre un'ottima leggibilità delle scale.

Sperimentata disposizione delle scale con scale sfalsate, scale esponenziali in sei parti e pratica disposizione delle scale goniometriche.

I gommini inseriti nei ponticelli di collegamento permettono l'uso con una sola mano nei calcoli di tabelle.

## PRODUZIONE ARISTO

Regoli calcolatori · Righe · Strumenti per disegno · Planimetri · Strumenti cartografici · Piccoli strumenti geodetici per scuole e cantieri · Coordinatografi per usi industriali e topografici.

ARISTO-WERKE · DENNERT & PAPE KG

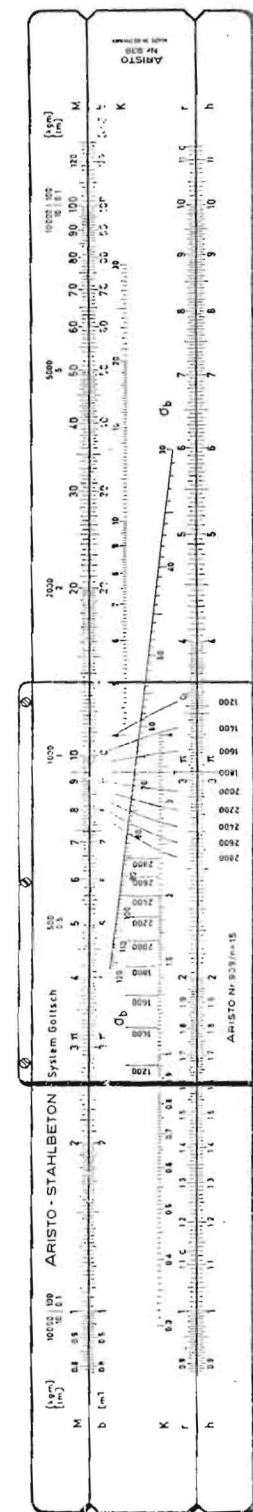
2 HAMBURG 50 - GERMANIA



**CEMENTO  
ARMATO**

**939**

ISTITUTO OTTICO GIORDANI  
PALAZZO UNIVERSITÀ  
PADOVA



## INDICE

	Pagina
1. Generalità .....	3
2. Campo d'applicazioni .....	3
3. Le scale della faccia anteriore .....	4
4. Il corsoio .....	5
5. Lo schema d'impostazione per il calcolo .....	6
6. Fuoriuscita dello scorrevole .....	8
7. Controllo dell'ordine di grandezza .....	8
8. Calcolo della sezione del ferro $F_e$ .....	9
9. Le scale speciali sul retro .....	10
10. Il calcolo (con esempi numerici) .....	11
10.1 Lastre .....	11
10.2 Travi rettangolari con armatura semplice .....	12
10.3 Travi rettangolari con armatura doppia .....	13
10.4 Travi a piastra .....	14
10.5 Flessione con forze longitudinali .....	14
10.6 Pilastri e puntoni .....	15
10.7 Spinta, torsione ecc. ....	15
11. Determinazione delle tensioni .....	15
12. Tensioni eccezionali .....	16
13. La scelta del tondino .....	16
14. La messa in equazione nel calcolo statico .....	18
15. Trattamento del regolo calcolatore .....	18

# ARISTO-CEMENTO ARMATO SISTEMA GUTTSCH

## 1. Generalità

Il regolo ARISTO per Cemento Armato è un regolo calcolatore per il tecnico specialista in cemento armato, per l'ingegnere civile e per l'architetto.

Le molteplici possibilità d'applicazione delle scale base e dei quadrati sono le stesse come nel sistema Rietz e si suppongono note. Eventualmente si ricorra alle istruzioni per l'uso del regolo ARISTO-Rietz.

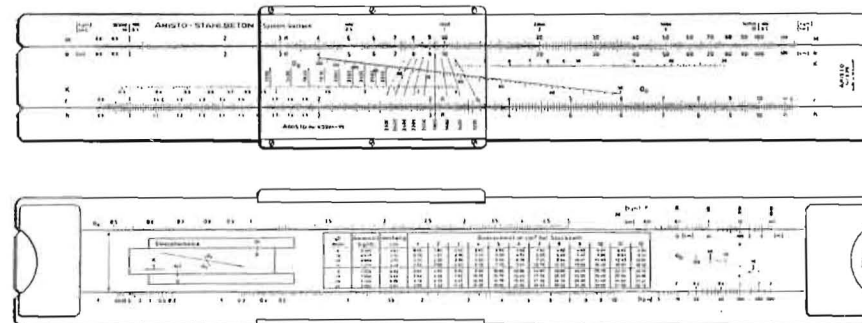


Fig. 1

Il regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato porta scale speciali per il calcolo del cemento armato, scale di cui si fa uso particolarmente frequente nella statica edile. I noti indici  $c$  e le linee del cursore per calcoli di sezioni trasversali sono quelli del sistema Rietz. Per di più si trova a tergo dello scorrevole una tabella di tondini di impiego frequente (cfr. capitolo 13).

## 2. Campo d'applicazioni

### 2.1 Basi di calcolo

Le scale speciali sono basate sulla teoria internazionalmente più corrente per la flessione del cemento armato, secondo la quale l'andamento della tensione si suppone rettilineo e la zona di trazione si suppone spezzata. Del rapporto dei moduli di elasticità si tiene conto con una costante  $n$ .

Il regolo è disponibile in quattro modelli:

Per  $n = 15$ : No 939/15 con corsoio L 939/15 per  $\sigma_c = 1200 - 2800 \text{ kg/cm}^2$   
 No 939/15/35 con corsoio L 939/15/35 per  $\sigma_c = 1200 - 3500 \text{ kg/cm}^2$   
 Per  $n = 10$ : No 939/10 con corsoio L 939/10 per  $\sigma_0 = 800 - 3500 \text{ kg/cm}^2$   
 Per  $n = 8$ : No 939/8 con corsoio L 939/8 per  $\sigma_c = 800 - 2600 \text{ kg/cm}^2$

I singoli modelli sono caratterizzati da corrispondenti diciture stampate sui corsoio. L'impiego di tutti i modelli è in linea di massima la stessa. Le esigue differenze sono segnalate volta a volta nei rispettivi capitoli delle presenti istruzioni.

Le graduazioni del regolo sono esattamente identiche in tutti i modelli. Differiscono a seconda del valore di  $n$  unicamente le linee del corsoio. I cursori sono intercambiabili e si possono anche acquistare isolatamente.



## 2.2 Tensioni del calcestruzzo e del ferro

Il regolo ARISTO-Cemento Armato permette calcoli con qualsiasi tensione dell'acciaio e del calcestruzzo. Di preferenza, vale a dire con particolare semplicità, si possono effettuare i calcoli delle tensioni del calcestruzzo da 30 a 120 kg/cm<sup>2</sup> e delle tensioni del ferro indicate sul corsoio.

## 2.3 Sezioni

Col regolo ARISTO-Cemento Armato in acciaio si possono calcolare in modo molto rapido e comodo:

- Le lastre di cemento armato
- Le travi rettangolari con armatura semplice
- Le travi rettangolari con armatura doppia
- Le travi a piastra
- I solai a nervature

## 2.4 Tipi di sollecitazioni

Le sezioni menzionate al punto 2.3 si possono calcolare per:

- Flessione monoasse
- Flessione con forza longitudinale
- Spinta

Inoltre i pilastri rettangolari per compressione mediana come usuale. Le tabelle altrimenti in uso per il calcolo sono del tutto superflue quando i calcoli sopra accennati si effettuano tutti con il regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato. E' necessaria soltanto la conoscenza delle tensioni ammissibili volta a volta prescritte, come sono fissate nelle prescrizioni di calcolo valevoli.

## 2.5 Dimensioni

Il regolo ARISTO-Cemento Armato è applicabile per:

- Momenti di flessione  $M$  in kgm e tm
- Larghezze di sezioni  $b$  in m e cm
- Altezze di sezioni  $h$  in m e cm
- Tensioni del calcestruzzo e del ferro  $\sigma_b$  e  $\sigma_e$  in kg/cm<sup>2</sup>

## 3. Le scale della faccia anteriore

Le scale base e dei quadrati corrispondono a quelle del sistema Rietz e si possono impiegare, per tutti i problemi di moltiplicazione e di divisione, per la formazione dei quadrati e delle radici ecc.

Ma per i problemi di calcolo ognuna di tali scale possiede anche un significato speciale:

3.1 La scala dei quadrati sul fisso è la scala dei momenti di flessione  $M$ . La corretta impostazione o lettura dei momenti di flessione  $M$  in kgm e in tm è facilitata da indicazioni numeriche esatte, univoche in quanto a posti decimali, quale complemento della scala vera e propria. Così p.es.  $M = 4000$  kgm oppure, che è la stessa cosa,  $M = 4,0$  tm si deve impostare sul 40 della scala  $M$ .

Non sono indicati direttamente ma cionondimeno impostabili univocamente i momenti di più di 10.000 kgm (10 tm). L'estremo destro della scala termina bensì con tale valore, ma lo stesso valore è ripetuto all'estremo sinistro della scala. Si comprende facilmente che quindi p.es.  $M = 20.000$  kgm si può impostare in 2,  $M = 30.000$  kgm in 3 ecc. Analogamente quanto detto vale per tm.

Per momenti inferiori a 100 kgm (0,1 tm) dicasi analogamente: l'estremo sinistro della scala comincia bensì con 100 kgm, ma lo stesso valore è ripetuto all'estremo destro della scala. Vi si può quindi impostare p. es.  $M = 100$  kgm in 100, a sinistra di questo  $M = 80$  kgm in 80 ecc. A questo modo di impostare i momenti ci si abitua prestissimo. Si prenda fin da principio l'abitudine di fare i calcoli sempre con la stessa unità di misura (kgm o tm).

3.2 La scala dei quadrati sullo scorrevole serve nei calcoli specialmente per l'impostazione e la lettura delle larghezze  $b$  delle sezioni. E precisamente si impostano o si leggono:

Sulla metà destra della scala: 10, 20, 30, 40 ..... 100 cm  
Sulla metà sinistra della scala: 1, 2, 3, 4 ..... 10 m

3.3 La scala fondamentale sullo scorrevole fornisce valori ausiliari  $r$  per il calcolo come se ne usano frequentemente nelle tabelle di calcolo. Anche se questi coefficienti non occorrono mai nell'impiego del regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato, è però bene fare la lettura dei valori di  $r$  e di indicarli sempre nei calcoli. L'ingegnere che controlla, se non possiede anche lui il regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato, sarà - grazie a questi  $r$  - ugualmente in grado di controllare i risultati in base alle sue tabelle.

I valori  $r$  si scrivono mettendovi davanti la virgola decimale. Dunque p.es.: lettura 358, si scrive  $r = 0,358$ . Fanno eccezione il numero terminale a destra 10 della scala, che va scritta  $r = 1,0$ , e i numeri della sovra-graduazione rossa, che vanno scritti  $r = 1, \dots$

3.4 La scala fondamentale sul fisso serve per l'impostazione e la lettura delle altezze utili  $h$  di travi e di lastre. L'unità di misura (cm o m) qui è senza importanza.

3.5 La scala speciale obliqua dello scorrevole serve per l'impostazione e la lettura di tensioni del calcestruzzo,  $\sigma_b$ . Per l'impostazione o la lettura servono le linee del corsoio relative alla tensione del ferro ( $c$  nella Fig.2). Questi trattini sono più o meno fortemente curvi e obliqui e ciò tanto più quanto più stanno lontani dalla linea principale ( $a$  nella Fig.2) del corsoio.

Ricordare: Scala obliqua - trattini di lettura obliqui.

3.6 La scala speciale orizzontale dello scorrevole,  $K$ , serve per la lettura dei valori  $K$  per il calcolo della sezione del ferro  $F_e$  necessaria. Per ragioni di spazio è un po' spostata verso l'alto a partire da  $K = 4$ .

La lettura della scala  $K$  si fa con un secondo gruppo di linee del corsoio ( $e$  nella Fig.2), che portano come leggenda numeri indicanti tensioni del ferro. Sono verticali e di lunghezza appena sufficiente per intersecare agli estremi i due rami della scala  $K$ .

Ricordare: Scala diritta - trattini di lettura dritti.

## 4. Il corsoio

Il corsoio del regolo ARISTO-Cemento Armato (Fig. 2) porta una linea principale lunga verticale  $a$  per impostazioni sulle scale base e dei quadrati. In alto a sinistra e in basso a destra rispetto a tale linea principale sono previsti due trattini corti  $d$  che si usano per calcoli di sezioni e di pesi dei ferri tondi (cfr. cap.13). Le linee di lettura  $c$  lievemente curve cooperano con la scala  $\sigma_b$  e le linee di lettura  $e$  cooperano con la scala  $K$ .

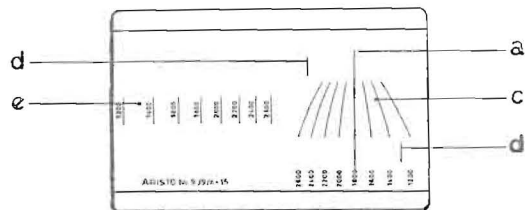


Fig. 2  
Corsoio L 939/15

Nei corsoi L 939/10 ed L 939/8 (cfr. cap. 2.1) i gruppi di linee  $c$  ed  $e$  sono un po' più spostati l'uno rispetto all'altro che non nel corsoio L 939/15 (Fig. 2). In linea di massima la disposizione delle linee del corsoio però è la stessa come descritto sopra. Solo è previsto in più un trattino per il calcolo della sezione del ferro  $F_e$  (cfr. cap. 8.2).

#### 5. Lo schema d'impostazione per il calcolo

Per il calcolo di una sezione rettangolare (lastra o trave) interessano precipuamente i valori seguenti:

- M momento di flessione
- b larghezza della sezione trasversale
- h altezza utile
- $\sigma_e$  tensione del ferro
- $\sigma_b$  tensione del calcestruzzo
- r coefficiente di tabella per l'ingegnere addetto ai controlli
- K coefficiente per il calcolo della sezione trasversale  $F_e$

Tutti i valori suelencati si possono leggere contemporaneamente sul regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato, quando lo scorrevole e il corsoio siano stati messi a posto. La Fig. 3 mostra lo schema d'impostazione con le letture correlate. Lo stesso schema è riportato sul retro del regolo (Fig. 1), onde essere sempre disponibile.

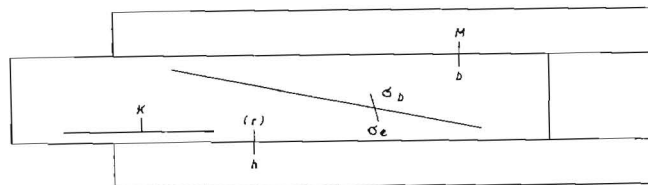


Fig. 3

Lo stesso metodo d'impostazione è esemplificato nella Fig. 4 per i valori numerici seguenti:

- M = 4100 kgm
- b = 24 cm
- h = 42 cm
- $\sigma_b = 58 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$
- r = 0,321
- K = 1,26

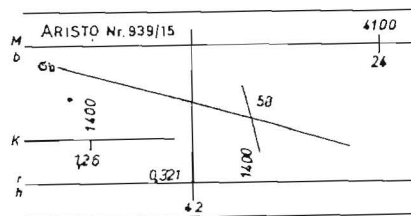


Fig. 4

L'ordine di successione con cui tale impostazione va effettuata dipende da quale sia il valore incognito cercato, a parte  $r$  e K.

Si eseguiscano le successioni d'impostazione da 5.1 a 5.4 per l'esempio numerico della Fig. 4 (Nei casi da 5.2 a 5.4 si accettino le tensioni indicate come tensioni ammissibili). Si otterrà allora in ogni caso l'impostazione mostrata nella Fig. 4.

Ricordare: Lo schema d'impostazione è invertibile in tutti i sensi.

#### 5.1 La grandezza cercata è la tensione nel calcestruzzo $\sigma_b$

Si portino anzitutto i valori M e b esattamente uno sotto l'altro (spostamento dello scorrevole), eventualmente ricorrendo temporaneamente alla linea del corsoio. Poi si porti la linea principale del corsoio sul valore h e si effettui, a posizione invariata dello scorrevole, la lettura dei valori r,  $\sigma_b$  e K.

#### 5.2 La grandezza cercata è l'altezza utile occorrente h

Si mettano come sopra (5.1) i valori M e b uno sopra l'altro. Poi si sposti il corsoio in modo tale che la tensione ammissibile nel calcestruzzo sia esattamente impostata dal trattino di lettura per la tensione ammissibile nel ferro (scala obliqua - trattini obliqui). La linea principale del corsoio indica allora l'altezza utile necessaria sulla scala h. Si possono leggere contemporaneamente i valori r e K.

#### 5.3 La grandezza cercata è la larghezza occorrente b del trave

Si proceda esattamente a ritroso di quanto descritto in 5.2: linea del corsoio su h (altezza utile adottata), spostamento dello scorrevole in modo tale che siano impostate le tensioni ammissibili. Si faccia la lettura di r e di K e si cerchi la necessaria larghezza b del trave sotto il valore M. Si può adoperare a tale scopo la linea del corsoio dopo aver effettuata la lettura di r e di K.

#### 5.4 La grandezza cercata è il momento flettente assorbibile di una sezione trasversale

Si eseguiscano tutte le impostazioni esattamente come in 5.3. Dopo la lettura di r e di K si cerchi  $M_{amm}$  sopra b (larghezza della sezione trasversale).

#### 5.5 Schema d'impostazione per il regolo ARISTO-Cemento Armato tipi N° 939/10 e N° 939/8

Lo schema d'impostazione è come principio lo stesso per tutti i modelli. I risultati letti naturalmente sono però differenti, essendo ogni volta funzione di un altro  $n$ .

Si ripetano gli esercizi da 5.1 a 5.4 con i seguenti dati numerici:

Per  $n = 10$

- M = 5100 kgm
- b = 25 cm
- h = 61 cm
- $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
- $\sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2$
- r = 0,427
- K = 4,02

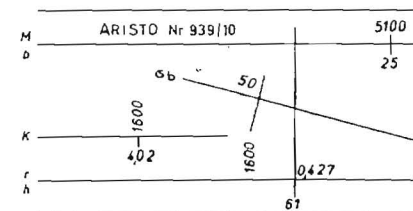


Fig. 5



Per  $n = 8$ :

$M = 2600 \text{ kgm}$   
 $b = 20 \text{ cm}$   
 $h = 38 \text{ cm}$   
 $\sigma_b = 70 \text{ kg/cm}^2$   
 $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$   
 $r = 0,333$   
 $K = 2,63$

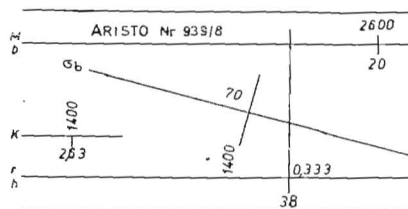


Fig. 6

## 6. Fuoruscita dello scorrevole

In alcuni problemi capiterà che un valore cercato di  $M$ , di  $b$  o di  $h$  non possa essere letto perché verrebbe a cadere fuori dei limiti della scala. In tal caso si può senz'altro estrarre lo scorrevole di tutta una lunghezza di scala base, come si suol fare negli altri calcoli col regolo, e ciò sia a destra che a sinistra, a seconda della necessità.

Le letture dei valori di  $r$  e di  $K$  però si effettuano sempre con la stessa posizione del corsoio come la lettura o l'impostazione della tensione nel calcestruzzo.

## 7. Controllo dell'ordine di grandezza

La dimensione, vale a dire l'ordine di grandezza di un valore letto non è sempre univocamente riconoscibile a prima vista. Così per esempio una lettura  $h = 153$  potrà significare:  $h = 15,3 \text{ cm}$  oppure  $h = 1,53 \text{ m}$ . D'altra parte p.es. una tensione di calcestruzzo letta  $\sigma_b = 53 \text{ kg/cm}^2$  potrà valere per un  $h$  impostato pari a  $85 \text{ cm}$ , ma sarebbe pensabile anche che la tensione in parola valesse effettivamente per  $h = 8,5 \text{ cm}$ . Oppure p.es. si fa la lettura di un momento assorbibile  $M = 350 \text{ kgm}$ , ma secondo il paragrafo 5.1 nello stesso punto si può anche leggere:  $M = 35.000 \text{ kgm}$ . Quale è il valore giusto?

Il tecnico esperto di statica nella maggior parte dei casi saprà dare a questa domanda una risposta assolutamente sicura. Già prima di eseguire il calcolo preciso saprà indicare l'ordine di grandezza delle dimensioni necessarie o saprà dire quale grandezza avrà all'incirca il momento assorbibile. Il regolo non fa poi che fornirgli valori più precisi.

Ma se accade che ci si trovi in dubbio se la fuoruscita dello scorrevole sia stata fatta in modo corretto, ci si serva del controllo dell'ordine di grandezza dato da un'immagine 10 volte impiccolita delle scale, riportata sul lato destro del retro del regolo stesso. Le scale per  $M$ ,  $r$  ed  $h$  sono prolungate oltre ai loro estremi, talché ogni punto di queste scale dà una risposta soltanto univoca. Qui non c'è la fuoruscita dello scorrevole. Del resto, questa immagine di controllo viene usata alla stregua del regolo vero, vale a dire vi si applica lo schema d'impostazione esattamente alla stessa maniera.

Per tale calcolo non v'è bisogno di un corsoio, trattandosi di una approssimazione grossolana. Infatti non si cercano valori numerici ma solo ordini di grandezza per il controllo. Le tensioni nel calcestruzzo si leggano p.es. in verticale sopra  $h$ , perché le distanze dei trattini della tensione nel ferro dalla linea principale del corsoio, con l'impiccolimento dato, non ammonterebbe che a 1 o 2 mm.

## 8. Calcolo della sezione del ferro $F_e$

Il calcolo di  $F_e$  si fa in modo semplice con l'ausilio dei valori letti di  $K$  (cfr. 5).

8.1 Per  $n = 15$  impiegando il corsoio L 939/15 vale:

$$F_e = \frac{h}{K} \cdot b$$

Si ottiene  $F_e$  in  $\text{cm}^2$  se nella surriportata formula si pone  $h$  in  $\text{cm}$  e  $b$  in  $\text{m}$ .

La cosa più semplice è di calcolare  $F_e$  sul paio di scale in basso, tanto più che ivi quasi sempre ci sarà ancora impostato il valore di  $h$  (schema d'impostazione!). Allora non si fa che spostare lo scorrevole di quel tanto da avere sopra  $h$ , invece di  $r$ , adesso il valore di  $K$  (Fig. 7), e si legge al di sotto di  $b$  il valore  $F_e$  cercato.

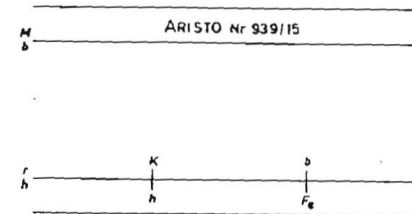


Fig. 7

L'esempio numerico del paragrafo 5 forniva:  $K = 1,26$ . La sezione trasversale occorrente in ferro è pertanto

$$F_e = \frac{42}{1,26} \cdot 0,24 = 8,01 \text{ cm}^2$$

8.2 Per  $n = 10$  impiegando il corsoio L 939/10 vale:

$$F_e = \frac{h}{K} \cdot b \cdot 1,5$$

$F_e$  in  $\text{cm}^2$  per  $h$  in  $\text{cm}$  e  $b$  in  $\text{m}$

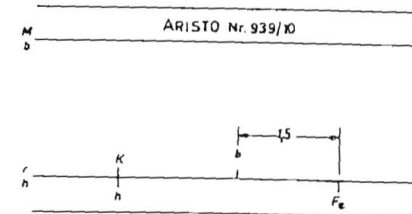


Fig. 8

L'impostazione della formula suddetta si effettua nel modo più semplice secondo la Fig. 8, vale a dire si porta dapprima il valore  $K$  sopra il valore  $h$ .

Sotto il valore  $b$  non si può leggere  $F_e$ , ma si deve ancora moltiplicare per il fattore 1,5. Ciò si fa nel modo più semplice con l'aiuto del piccolo trattino  $b$  del corsoio (circa 4,5 cm a sinistra dal trattino principale). Se infatti si imposta questo trattino sul valore  $b$  dello scorrevole, scala  $r$ , la linea principale del corsoio indica il valore  $F_e$  cercato. La distanza del trattino  $b$  dalla linea principale corrisponde esattamente al tratto 1,5 della scala fondamentale, cosa della quale è facile rendersi conto.

Per l'esempio numerico nel paragrafo 5.5 ( $n = 10$ ) è

$$F_e = \frac{61}{4,02} \cdot 0,25 \cdot 1,5 = 5,7 \text{ cm}^2$$

8.3 Per  $n = 8$  impiegando il corsoio L 959/8 vale:

$$F_e = \frac{h}{K} \cdot b \cdot 1,875$$

$F_e$  in  $\text{cm}^2$  per  $h$  in  $\text{cm}$  e  $b$  in  $\text{m}$ .

Il metodo d'impostazione corrisponde a quello descritto per  $n = 10$ . Sul corsoio per  $n = 8$  il trattino  $b$  si può usare esattamente nello stesso modo come nel caso  $n = 10$ . La distanza del trattino  $b$  dalla linea principale corrisponde però qui al fattore 1,875. Per l'esempio numerico nel paragrafo 5.5 ( $n = 8$ ) è:

$$F_e = \frac{38}{2,63} \cdot 0,20 \cdot 1,875 = 5,42 \text{ cm}^2$$

#### 9. Le scale speciali sul retro

Tutte hanno in comune il seguente metodo di operazione: Si imposta nuovamente sulla scala speciale sul retro, il valore di  $K$  ottenuto sulla faccia anteriore, al quale scopo si fa uso di uno dei riferimenti dello scorrevole, e si legge il risultato sulla coppia di scale fondamentali della faccia anteriore. I riferimenti di destra sono identici con i valori 1 e 100 dell'immagine di controllo degli ordini di grandezza.

9.1 La scala  $x$  fornisce la distanza  $x$  della linea zero dall'orlo premuto (v. Fig. 12). Si legge  $x$  direttamente sopra l'altezza utile  $h$  - per lo più ancora impostata con la linea lunga del corsoio - sulla scala  $r$ .

Se sulla faccia anteriore si era letto, p.es.:  $K = 3,52$ , questo valore, ri-impostato sulla scala  $x$ , dà p.es. sopra  $h = 16,5 \text{ cm}$  il valore  $x = 4,17 \text{ cm}$ .

9.2 La scala  $z$  fornisce la distanza del centro di pressione dal centro di trazione (braccio di leva delle forze interne). L'impiego è perfettamente analogo a quello della scala  $x$ . La lettura dei valori  $z$  si effettua anche qui sopra  $h$  sulla scala  $r$ .

9.3 La scala speciale  $\sigma'_e$  serve a determinare pressioni nel ferro. Anche qui si imposta il valore  $K$  con l'indice sulla scala  $\sigma'_e$ . Sulla coppia di scale fondamentali della faccia anteriore si ha poi la pressione nel ferro  $\sigma'_e$  sulla scala  $r$  sopra la pressione nel ferro  $\sigma_e$  della scala  $h$ . Per  $\sigma_e$  si deve prendere lo stesso valore, sotto il quale venne letto il valore  $K$  nello schema di impostazione.

Esempio:

Si sia fatta la lettura:  $K = 1,33$  per  $\sigma_e = 2000$ .

$K$  nuovamente impostato sulla scala  $\sigma'_e$ , dà sulla faccia anteriore:

$$\sigma'_e = 975 \text{ kg/cm}^2, \text{ che si legge sopra } \sigma_e = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

La scala speciale  $\sigma'_e$  è basata su un rapporto  $h'/h = 0,07$ , il quale rapporto secondo Ehlers, Luetkens e altri vale con sufficiente approssimazione per travi con altezze utili  $h > 25 \text{ cm}$ .

#### 10. Il calcolo (con esempi numerici)

10.1 Le lastre si calcolano come striscie per lo più larghe 1 m esattamente come travi rettangolari: si applica lo schema di impostazione secondo il paragrafo 5 e si fa la lettura tra l'altro del valore  $K$ . Da  $K$  risulta, secondo il paragrafo 8, subito la sezione trasversale in ferro occorrente  $F_e$ . Con ciò il calcolo è già terminato. Per la larghezza  $b$  della lastra si usa a piacere il trattino  $b = 100 \text{ cm}$  o  $b = 1 \text{ m}$ .

Esempio 1:

Si cercano:  $\sigma_b$  ed  $F_e$

Dati:  $M = 1470 \text{ kgm}$

$b = 1,00 \text{ m}$

$h = 14,5 \text{ cm}$

$\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$

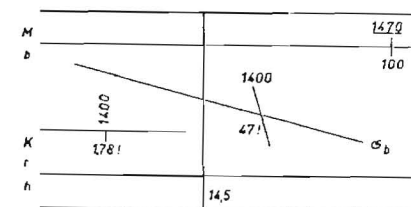


Fig. 9

Soluzione (cfr. 5.1):

Si porti  $b = 100 \text{ cm}$  sotto  $M = 1470 \text{ kgm}$  ( $b = 1 \text{ m}$  non darebbe possibilità di lettura sopra  $h = 14,5$ ). Poi si porti la linea del corsoio su  $h = 14,5 \text{ cm}$ .

Letture per  $n = 15$ :  $r = 0,379$ ,  $\sigma_b = 47 \text{ kg/cm}^2$  per  $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$  e  $K = 1,78 \text{ cm}^2$ .

Secondo la Fig. 7 si calcoli:  $F_e = \frac{14,5}{1,78} = 8,15 \text{ cm}^2$

$n = 10$ :  $r = 0,379$ ,  $\sigma_b = 55 \text{ kg/cm}^2$ ,  $K = 2,72$ ;  $F_e = \frac{14,5}{2,72} \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 8,00 \text{ cm}^2$

$n = 8$ :  $r = 0,379$ ,  $\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2$ ,  $K = 3,43$ ;  $F_e = \frac{14,5}{3,43} \cdot 1,0 \cdot 1,875 = 7,93 \text{ cm}^2$

Esempio 2:

Si cercano:  $F_e$  ed  $h$

Dati:  $M = 835 \text{ kgm}$

$b = 1,0 \text{ m}$

$\sigma_e = 2000 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_b = 80 \text{ kg/cm}^2$

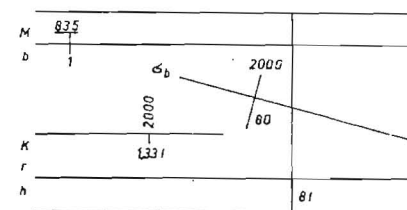


Fig. 10

Soluzione (cfr. 5.2):

Si porti  $b = 1,0 \text{ m}$  sotto  $M = 835 \text{ kgm}$  e si sposti il corsoio in modo tale che  $\sigma_b = 80$  sia impostato dal segno 2000 del corsoio stesso.

$n = 15$ :  $r = 0,276$ ,  $h = 8,0 \text{ cm}$  e  $K = 1,33$ ;  $F_e = \frac{8,0}{1,33} = 6,0 \text{ cm}^2$

$n = 10$ :  $h = 9,0 \text{ cm}$ ,  $K = 2,63$ ;  $F_e = \frac{9,0}{2,63} \cdot 1,0 \cdot 1,5 = 5,13 \text{ cm}^2$

$n = 8$ :  $h = 9,7 \text{ cm}$ ,  $K = 3,86$ ;  $F_e = \frac{9,7}{3,86} \cdot 1,0 \cdot 1,875 = 4,72 \text{ cm}^2$





$$\begin{aligned}
 n = 10: \quad M_o &= 22100 \text{ kgm}, \quad F_{eo} = 22,1 \text{ cm}^2 \quad (\text{Esempio 4}) \\
 \Delta M &= 35000 - 22100 = 12900 \text{ kgm}, \quad \Delta F_e = 11,75 \text{ cm}^2 \\
 \Sigma F_e &= 33,85 \text{ cm}^2 \quad (\text{armatura di trazione}) \\
 \sigma'_e &= 446 \text{ kg/cm}^2 \text{ per } K = 2,93 \text{ e } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2 \\
 F'_e &= 42,7 \text{ cm}^2 \quad (\text{armatura di compressione})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n = 8: \quad M_o &= 19900 \text{ kgm}, \quad F_{eo} = 18,8 \text{ cm}^2 \quad (\text{Esempio 4}) \\
 \Delta M &= 35000 - 19900 = 15100 \text{ kgm}, \quad \Delta F_e = 13,9 \text{ cm}^2 \\
 \Sigma F_e &= 18,8 + 13,9 = 32,7 \text{ cm}^2 \quad (\text{armatura di trazione}) \\
 \sigma'_e &= 335 \text{ kg/cm}^2 \text{ per } K = 4,32 \text{ e } \sigma_e = 1600 \text{ kg/cm}^2 \\
 F'_e &= 66,3 \text{ cm}^2 \quad (\text{armatura di compressione})
 \end{aligned}$$

#### 10.4 Travi a piastra

Si calcoli la trave a piastra come trave rettangolare di larghezza  $b$  = larghezza complessiva della piastra di compressione (Fig. 13). Questa  $b$  la si sostituisca anche nella formula per  $F_e$  (paragrafo 8). La sezione d'armatura  $F_e$  così ottenuta è più grande ma solo di pochissimo, di quello che risulterebbe da una calcolazione più esatta ma assai più laboriosa. La tensione nel calcestruzzo letta col metodo di cui sopra, è bensì imprecisa, ma praticamente senza interesse, perché normalmente è molto minore di  $\sigma_{amm}$ . Pertanto si scriva soltanto p.es.  $\sigma_b < 70 \text{ kg/cm}^2$ .

Soltanto in casi eccezionali si controlli:

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{100} \cdot \frac{30/K + 100/\alpha^2}{30/\alpha - 15/\alpha^2} \cdot \frac{15}{n} \leq \sigma_{b \text{ amm}}.$$

In questa espressione si sostituisce per  $K$  il valore ottenuto dal procedimento di approssimazione sopra menzionato, per  $n$  il valore prescritto 15, 10 od 8 ed  $\alpha = h/d$ .

#### 10.5 Flessione con forze longitudinali

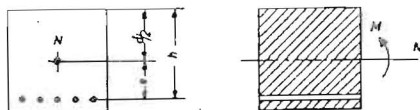


Fig. 14

Si ponga come generalmente si usa:

$$\begin{aligned}
 M_e &= M - N \cdot e \quad (N \text{ negativo in quanto forza di compressione}), \\
 \text{dove } e &= h - d/2 \quad (\text{Fig. 14})
 \end{aligned}$$

e si calcoli con  $M_e$  come si è usati per  $M$ .

Allora si ha:

$$\Sigma F_e = F_e + \frac{N}{\sigma_e} \quad (N \text{ negativo in quanto forza di compressione})$$

dove  $F_e$  è calcolato per  $M_e$  come secondo il paragrafo 8.

#### 10.6 Pilastri e puntoni

Per il calcolo di pilastri e puntoni a compressione centrale o di poco decentrata, si abbisognano generalmente soltanto le indicazioni normalizzate per le sollecitazioni ammissibili, le armature minime e massime ecc., ma non tabelle di calcolo vere e proprie. Pertanto questi problemi si possono calcolare con il regolo ARISTO-Cemento Armato esattamente come con qualsiasi altro regolo calcolatore. Per compressione fortemente decentrata si calcoli secondo il paragrafo 10.5, sempreché le prescrizioni ammettano o prescrivano una determinazione di flessione con forze longitudinali.

#### 10.7 Spinta, torsione ecc.

Per le determinazioni di tensioni di spinta, coperture di spinta e simili si abbisogna precipuamente della grandezza di calcolo  $z$  (braccio di leva delle forze interne), che si può calcolare molto facilmente col regolo ARISTO-Cemento Armato, secondo il paragrafo 9.2. Del resto le formule per questi problemi sono di struttura molto semplice, per cui non occorrono tabelle di calcolo o scale speciali. La stessa cosa vale per l'accertamento delle tensioni di aderenza, delle tensioni di torsione e delle coperture di torsione. Per quanto riguarda le formule ed equazioni, si deve rimandare il lettore alla letteratura tecnica, perché eccederebbero l'ambito delle presenti istruzioni.

#### 11. Determinazione delle tensioni

Una determinazione delle tensioni va effettuata soltanto quando ambedue le tensioni (tensione nel ferro e tensione nel calcestruzzo) di una sezione si devono accertare come incognite. Ciò avviene soltanto quando oltre le dimensioni del calcestruzzo e il momento flettente sia già fissata anche la grandezza della sezione del ferro  $F_e$ , dunque p.es. nelle costruzioni già eseguite, alle quali si voglia applicare una sollecitazione variata.

Per la determinazione delle tensioni si calcola anzitutto il valore  $K$  della sezione (trave, trave a piastra o lastra):

$$n = 15: \quad K = \frac{h}{F_e} \cdot b$$

$$n = 10: \quad K = \frac{h}{F_e} \cdot b \cdot 1,5$$

$$n = 8: \quad K = \frac{h}{F_e} \cdot b \cdot 1,875$$



In queste espressioni si pone  $F_e$  in  $\text{cm}^2$ ,  $h$  in  $\text{cm}$ ,  $b$  in  $\text{m}$  (nelle travi a piastra:  $b$  = complessiva larghezza della piastra di compressione secondo la Fig. 15).

Il valore  $K$  ottenuto si utilizza per accertare  $x$  e  $z$  secondo i paragrafi 9.1 e 9.2 rispettivamente.

Allora si ha:

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e \cdot z}$$

Per travi rettangolari e per lastre:  $\sigma_b = \frac{2M}{b \cdot x \cdot z}$

Per travi a piastra:  $\sigma_b = \frac{\sigma_e}{100} \cdot \frac{30/K + 100/\alpha^2}{30/\alpha - 15/\alpha^2} \cdot \frac{15}{n}$

## 12. Tensioni eccezionali

Tensioni calcestruzzo  $< 30 \text{ kg/cm}^2$  non interessano mai, perché sono di gran lunga inferiori al limite ammissibile. In tali casi si indichi semplicemente:  $\sigma_b < 30 \text{ kg/cm}^2$ .

Tensioni calcestruzzo  $> 120 \text{ kg/cm}^2$  saranno ammissibili soltanto in casi rarissimi. In tali casi si faccia come al solito la lettura del valore di  $K$ , si calcoli la sezione del ferro come al solito e si determinino i valori  $x$  e  $z$  secondo i paragrafi 9.1 e 9.2 rispettivamente.

Indi si calcoli la tensione nel calcestruzzo secondo la corrispondente formula del paragrafo 11 (determinazione delle tensioni).

Per le tensioni eccezionali nel ferro si stimino la tensione nel calcestruzzo e il valore di  $K$  mediante interpolazione ottica (lettura fra due trattini per tensione d'acciaio del corsoio, o si calcoli all'ingrosso:

$$F_e = \frac{M}{\sigma_e \cdot 0,88 h}$$

A seconda del grado di precisione richiesto, si eseguisca indi la determinazione precisa della tensione (v. paragrafo 11).

## 13. La scelta del tondino

La scelta dei tondini, cioè dei loro diametri e del loro numero, si effettua o come si usa più frequentemente, in base a un'apposita tabella dei tondini (riportata sul retro del regolo calcolatore) o con l'aiuto delle scale base e dei quadrati del regolo stesso.

### 13.1 Con i trattini del corsoio

La sezione in ferro di un tondino di diametro  $d$  si calcola come con quasi tutti i regoli calcolatori tecnici con i trattini  $d$  del corsoio (v. Fig. 2) in modo molto semplice (Fig. 15):

Si porti il trattino  $d$  destro sul diametro  $d$  del tondino nella scala  $h$ . Indi si può subito leggere la sezione del tondino sotto il trattino principale  $a$  ("linea" del corsoio). La stessa relazione fra diametro  $d$  e sezione  $F$  vale per la "linea" principale e il trattino in alto a sinistra.

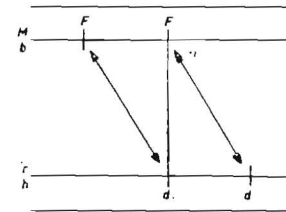


Fig. 15

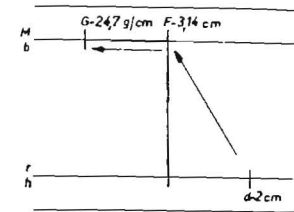


Fig. 16

Lo stesso fattore 785 ( $\pi/4 = 0,785$  nella formula  $F = d^2 \cdot \pi/4$ ) vale per caso anche per il peso specifico del ferro in lingotti  $\gamma = 7,85 \text{ g/cm}^3$ , cosicché i calcoli di peso di barre d'acciaio risultano semplificati (Fig. 16):

Diametro ferro tondo  $d = 2 \text{ cm}$  Sezione  $F = 3,14 \text{ cm}^2$

Un pezzo di ferro in ling. lungo  $1 \text{ m}$  pesa  $G = 2,47 \text{ kg}$

Portando l'inizio dello scorrevole sotto il trattino di sinistra del corsoio, si può fare la lettura del peso per ogni lunghezza.

### 13.2 Con i trattini c

La sezione trasversale di più tondini di ugual diametro si ottiene nel modo più semplice con l'aiuto dei trattini  $c$  e  $c_1$  sulla scala inferiore dello scorrevole. Portando il trattino  $c$  sopra il diametro del tondino  $d$  sulla scala  $h$ , si trova la sezione trasversale  $F$  di un ferro tondo sulla scala  $M$  sopra la  $l$  della scala  $b$ . Per di più la medesima impostazione fornisce però anche le sezioni trasversali per 2, 3, 4 ecc. pezzi ossia tondini, se il corsoio si imposta sul 2, sul 3, sul 4 ecc. della scala  $b$ . La Fig. 17 mostra un calcolo siffatto per tondini di  $18 \text{ mm } \phi$ .

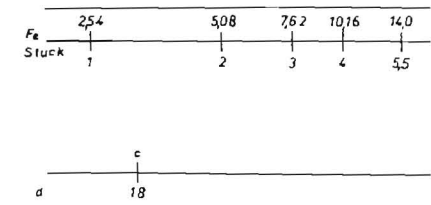


Fig. 17

Se ora occorre p.es.  $F_e = 14,0 \text{ cm}^2$ , si legge per tondino d'acciaio da  $18 \text{ mm } \phi$  il numero di 5,5 pezzi, vale a dire in pratica 6 tondini di  $\phi 18 \text{ mm}$ . Nel caso delle lastre non occorre arrotondare i numeri letti per i pezzi per avere numeri interi, ma si calcola per i numeri frazionari di pezzi la distanza dei ferri: L'esempio di cui sopra dà p.es. per una lastra larga  $1,0 \text{ m}$  una distanza necessaria di  $a = 100/5,5 = 18,2 \text{ cm}$ .

Se si desidera a priori attenersi a un determinato numero di tondini, si imposti il corrispondente numero di pezzi, p.es. 6, sulla scala b sotto la sezione trasversale di ferro richiesta, dunque p.es.  $F_e = 12,0 \text{ cm}^2$  (Fig. 18). Sotto il trattino c si può allora leggere il diametro del tondino voluto secondo il calcolo, dunque p.es.  $d = 15,8 \text{ mm}$ , che poi si arrotonda verso l'alto: occorrerà cioè in pratica  $d = 16 \text{ mm}$ .

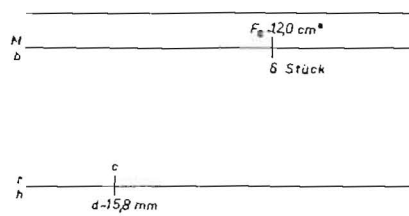


Fig. 18

#### 14. La messa in equazione nel calcolo statico

Il modo con cui si scriveranno i problemi di calcolo e le loro soluzioni dipenderà dalle abitudini personali e presenterà sempre differenze individuali. In modo del tutto generale, e anzi non soltanto quando si usa il regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato in acciaio, vale però quanto segue:

a) Le formule o le relazioni funzionali fra  $M$ ,  $b$ ,  $h$ ,  $r$ , e le tensioni sono così generalmente note e familiari, che non occorre derivarle o scriverle.

b) Per chi controlla, è assolutamente indifferente quale valore sia stato originalmente quello cercato come risultato del calcolo.

Pertanto si scriva il problema d'esercizio (trave rettangolare) del paragrafo 5 per  $n = 15$  per tutte le varianti da 5.1 a 5.4 nella stessa maniera e precisamente all'incirca come segue:

$$M = 4100 \text{ kgm}, b = 24 \text{ cm}, h = 42 \text{ cm}, \sigma_b = 58 \text{ kg/cm}^2, \sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$r = 0,321, K = 1,26, F_e = \frac{42}{1,26} \cdot 0,24 = 8,01 \text{ cm}^2$$

Per i valori numerici ignoti si lascia in un primo tempo opportunamente un corrispondente posto in bianco, che si compila subito appena si sia fatta la lettura del valore rispettivo.

Le indicazioni per le tensioni ammissibili ecc. si saranno generalmente già registrate nei cosiddetti preliminari del calcolo.

Un accenno al fatto che il calcolo sia stato eseguito col regolo calcolatore ARISTO-Cemento Armato, è sempre consigliabile, ma non è indispensabile. Infatti, i valori di  $r$  si ritrovano direttamente, e quelli di  $K$  almeno come inversi si ritrovano pure in molte tabelle, e non rappresentano quindi affatto una singolarità del regolo ARISTO-Cemento Armato.

#### 15. Trattamento del regolo calcolatore

Il regolo calcolatore è un prezioso ausilio del calcolo e quindi esige un trattamento accurato. Le scale e il corsoio devono essere protetti contro le graffiature e contro gli imbrattamenti, onde non pregiudicare la precisione delle letture.

E' consigliabile ripulire il regolo di tanto in tanto col detersivo speciale DEPAROL. In nessun caso si devono usare prodotti chimici, perché questi possono distruggere la graduazione.

Si deve proteggere il regolo dalla plastica per cancellare e dalle briciole da essa prodotte, poiché possono danneggiare la superficie dell'ARISTOPAL. Inoltre si deve evitare di lasciare il regolo in luoghi caldi, come per es. su elementi caloriferi o in pieno sole, perché alle temperature superiori a circa  $60^\circ$  si deforma. Non si sostituiscono il regoli danneggiati in tal modo.

Tutti i diritti riservati, in particolare quello della traduzione in Lingue straniere. Vietata la riproduzione, anche per estratti  
C 1957 by DENNERT & PAPE · ARISTO-WERKE KG · HAMBURG  
Printed in Germany. A.O/SFL/S