



CASTELL

ISTRUZIONI

Regolo Calcolatore
di precisione da tasca

N° 67 / 21
Cemento armato

A. W. FABER-CASTELL · STEIN BEI NÜRNBERG

$$\begin{array}{r} 3 \sqrt{527} \\ 1,32 \\ \hline 3750 \\ 0,25 \cdot 45 \\ \hline 2 \frac{1}{2} \end{array} \quad D = \frac{\pi \cdot 32^2}{4}$$

www.reglasdecalculo.com

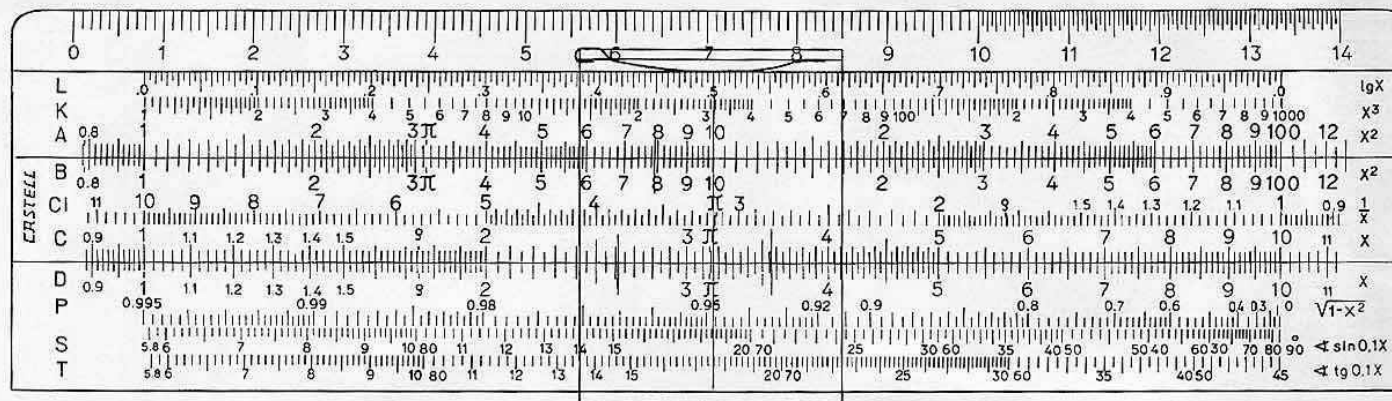


fig. 1

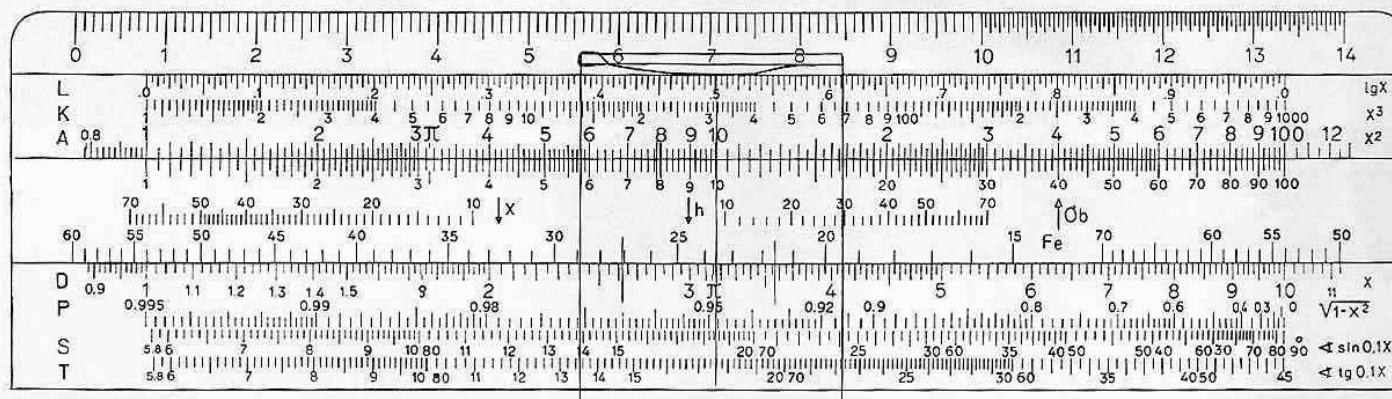


fig. 2

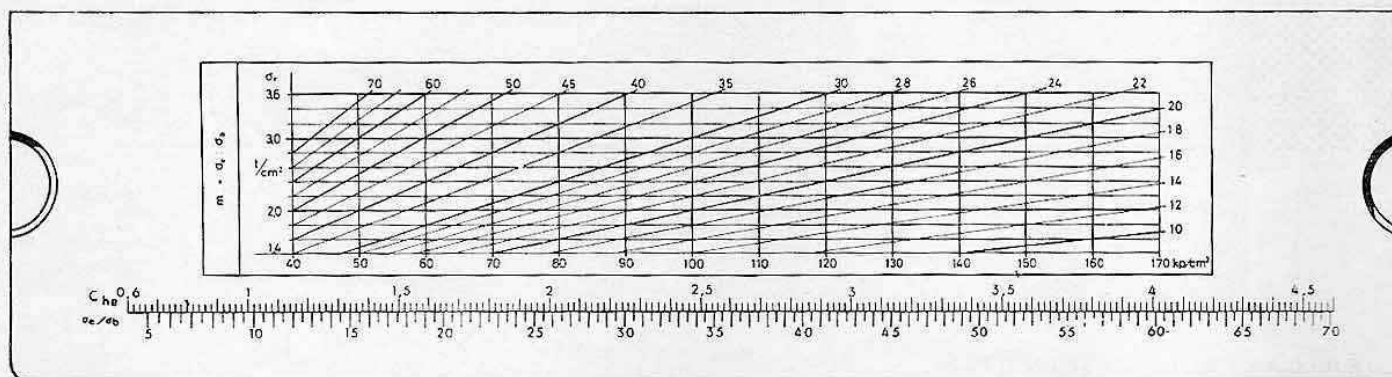


fig. 3

Istruzioni per l'uso del regolo calcolatore da tasca Castell n° 67/21 per cemento armato

Descrizione del regolo

Il regolo tascabile Castell n° 67/21 offre, oltre a tutti i vantaggi di un normale regolo calcolatore (sistema Darmstadt), la possibilità di risolvere i problemi che si incontrano nelle costruzioni in cemento armato, senza dover far uso di tabelle speciali.

Il recto del regolo (fig. 2) presenta, oltre alle normali scale di base e quadratiche, le scale x , h e f_e , come pure l'indice a freccia σ_b , così da essere progettato come regolo speciale per le costruzioni in cemento armato.

Invertendo lo scorrevole (fig. 1), il regolo assume la tipica suddivisione in scale di un normale regolo "sistema Darmstadt", vale a dire, in ordine dall'alto al basso, la scala logaritmica decimale L, la scala cubica K, le scale quadratiche A e B, la scala reciproca CI, le scale di base C e D, la scala pitagorica P, le scale trigonometriche del seno S e della tangente T. Nel caso in cui il lettore non sia pratico di questo tipo di regolo, potrà informarsi sulle possibilità e sull'uso di queste scale leggendo le istruzioni per il regolo n° 67/54b "sistema Darmstadt".

Sul dorso del regolo (fig. 3), è riportato un diagramma che consente la lettura del rapporto fra le tensioni σ_e/σ_b per tensioni dell'acciaio σ_e variabili da 1200 a 2600 kg/cm² e tensioni nel calcestruzzo σ_b fra 40 e 120 kg/cm².

Al disotto di questo diagramma si trova la scala di comparazione $C_{he} - \sigma_e/\sigma_b$ per il calcolo con tensione σ_e nota e altezza utile h , in conformità alla relazione

$$h = C_{he} \cdot \frac{M}{b}$$

Principi di calcolo

Lo svolgimento dei calcoli segue le norme, considerando un coefficiente di omogeneizzazione $n = 15$. In caso di coefficiente di omogeneizzazione diverso, si segua l'esempio 8 al termine di queste istruzioni.

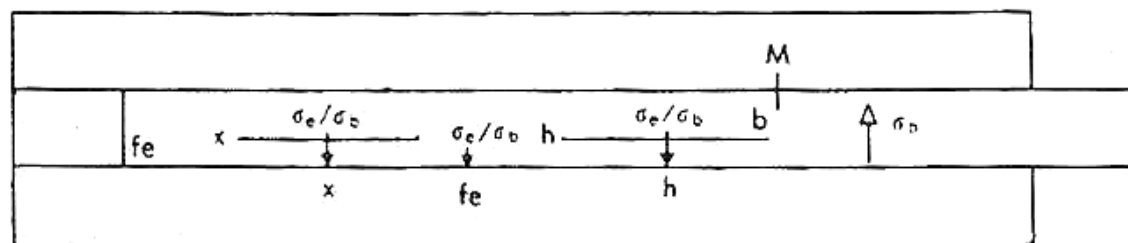
Nel calcolo del cemento armato si seguono le seguenti simbologie:

M	Momento flettente in kgm
H	Altezza totale della sezione in cm
h	Altezza di calcolo della sezione in cm
h'	Copriferro in cm

b	Larghezza della sezione effettivamente reagente a compressione in cm
b_0	Larghezza dell'anima nelle travi a T in cm
x	Posizione dell'asse neutro in cm rispetto all'estradosso della sezione
σ_e	Tensione di trazione nell'acciaio in kg/cm ²
σ_b	Tensione di compressione nel calcestruzzo in kg/cm ²
f_e	Sezione di armatura metallica per metro di larghezza, in cm ²
F_e	Sezione di armatura metallica effettivamente necessaria a trazione ($F_e = f_e \times b$) in cm ²
F'_e	Sezione di armatura metallica compressa in cm ²

Principio di funzionamento
(con lo scorrevole invertito)

fig. 4



Il momento flettente M si imposta sulla scala superiore del fisso A (per M composto da un numero di cifre dispari, si imposta sulla porzione di sinistra della scala (da 1 a 10); se invece è composto da un numero di cifre pari, si imposta sulla porzione di scala di destra (da 10 a 100).

In corrispondenza del valore di M si imposta la larghezza b della sezione sulla scala superiore B dello scorrevole.

Con una tensione del calcestruzzo $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ si possono dunque leggere direttamente sulla scala inferiore D del fisso i valori x , h e f_e impostando il valore del rapporto σ_e/σ_b sulle scale x , h e f_e (fig. 4).

Con una diversa tensione del calcestruzzo, dopo aver collocato la larghezza b in corrispondenza del momento M , occorre collocare il cursore sopra l'indice a freccia σ_b e spostare lo scorrevole fino a portare sotto la linea di fede del cursore il valore della tensione del calcestruzzo. Fatto questo si potranno leggere i valori di x , h e f_e come visto prima.

Esempi

Esempio 1: **sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura semplice**

dati: $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 $M = 3420 \text{ kgm}$
 $b = 20 \text{ cm}$

incognite: h, F_e, x

Collocare B 20 (per $b = 20 \text{ cm}$), al disotto di A 34.2 (per $M = 3420 \text{ kgm}$) e portare la linea di fede del cursore sull'indice a freccia σ_b .

Quindi si ponga B 50 (per $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$) sotto la linea di fede del cursore.

In base al diagramma sul dorso del regolo, risulta per il rapporto σ_e/σ_b il valore 28.

Con l'aiuto del cursore leggeremo: sotto al valore 28 sulla scala h , su D il valore $h = 47 \text{ cm}$

sotto al valore 28 sulla scala x , su D il valore $x = 16.4 \text{ cm}$

sotto al valore 28 sulla scala f_e , su D il valore $f_e = 29.2 \text{ cm}^2 \rightarrow F_e = f_e \times b = 29.2 \times 0.20 = 5.84 \text{ cm}^2$

Per determinare il numero e la sezione complessiva dei ferri d'armatura da utilizzare, una volta scelto il diametro da usare, per esempio $\varnothing 14$, si potrà collocare l'indice corto di destra del cursore su D 14 e spostare B 1 sotto la linea di fede. In tal modo, in corrispondenza a B 4, leggeremo su A il valore $f_e = 6.16 \text{ cm}^2$

Esempio 2: **sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura semplice**

dati: $M = 4800 \text{ kgm}$
 $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$
 $b = 25 \text{ cm}$
 $h = 46 \text{ cm}$

incognite: σ_b, F_e, x

Collocare B 25 al disotto di A 48 (per $M = 4800 \text{ kgm}$) e portare la linea di fede del cursore sull'indice a freccia σ_b .

In questo caso occorre collocare $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ (corrispondente al valore B 18) sotto la linea di fede del cursore.

In corrispondenza di D 46, con questa impostazione, si legge su B il valore 5. Allora si colloca il cursore su A 5 e si legge su D il valore 2.23 per C_{he} .

Sulla scala di comparazione sul dorso del regolo, troviamo che al valore $C_{he} = 2.23$ corrisponde il rapporto $\sigma_e/\sigma_b = 29.5$. Entrando con tale valore nel diagramma posto sempre sul dorso del regolo, in corrispondenza di $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ troviamo $\sigma_b = 61 \text{ kg/cm}^2$

Collocando 29.5 sulla scala h su D 46 leggeremo: sotto al valore 29.5 sulla scala x , su D il valore $x = 15.5 \text{ cm}$
sotto al valore 29.5 sulla scala f_e , su D il valore $f_e = 26.2 \text{ cm}^2 \rightarrow F_e = 26.2 \times 0.25 = 6.55 \text{ cm}^2$

Esempio 3: sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura semplice

dati: $h = 40 \text{ cm}$
 $b = 20 \text{ cm}$
 $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_e = 1500 \text{ kg/cm}^2$

incognite: M, F_e, x

$$\sigma_e/\sigma_b = 1500 / 50 = 30.$$

Si colloca 30 della scala h su D 40 e si legge: sotto al valore 30 sulla scala x , su D il valore $x = 13.35 \text{ cm}$
sotto al valore 29.5 sulla scala f_e , su D il valore $f_e = 22.2 \text{ cm}^2 \rightarrow F_e = 22.2 \times 0.20 = 4.44 \text{ cm}^2$

Successivamente si colloca il cursore su B 50 (per $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$) e si sposta lo scorrevole fino a portare l'indice a freccia σ_b sotto la linea di fede. In corrispondenza di B 20 (per $b = 20 \text{ cm}$) si leggerà su A il valore $M = 2370 \text{ kgm}$.

Esempio 4: sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura semplice

dati: $M = 4850 \text{ kgm}$
 $b = 25 \text{ cm}$
 $h = 48 \text{ cm}$
 $F_e = 6.65 \text{ cm}^2 \rightarrow f_e = 6.65 / 0.25 = 26.6 \text{ cm}^2$

incognite: σ_e, σ_b

Collocare il cursore su D 48 (per $h = 48$ cm) e spostare lo scorrevole finché, sia in corrispondenza di D 26.6 (per $f_e = 26.6$ cm) sulla scala F_e , sia sotto la linea di fede del cursore nella scala h non si incontri il medesimo valore. Nel caso dell'esempio, ciò si verifica con il numero 30, conseguentemente $\sigma_e/\sigma_b = 30$.

Quindi si ponga B 25 sotto ad A 48.5 (per $M = 4850$ kgm) e si sposti il cursore portando la linea di fede sull'indice a freccia σ_b . Poi si sposti lo scorrevole in modo da collocare f_e 30 in opposizione a D 26.6, quindi si legga, sotto la linea di fede del cursore, su B il valore $\sigma_b = 57$. Sarà allora $\sigma_e = 57 \times 30 = 1710$ kg/cm².

(Quando occorrono molti calcoli di questo tipo, è possibile richiedere un secondo cursore, rendendo così più agevole la determinazione di f_e).

Esempio 5: calcolo di una soletta sottoposta a flessione semplice – armatura semplice

dati: $M = 2600$ kgm
 $\sigma_b = 50$ kg/cm²
 $\sigma_e = 1400$ kg/cm²

incognite: spessore della soletta d, h, x, f_e

Le solette sono generalmente calcolate per strisce di un metro di larghezza, quindi $b = 100$ cm.

Collocare B 100 al disotto di A 26 (per $M = 2600$ kgm) e portare la linea di fede del cursore sull'indice a freccia σ_b . Spostando lo scorrevole si ponga B 50 (per $\sigma_b = 50$ kg/cm²) sotto la linea di fede del cursore. Il rapporto σ_e/σ_b vale $1400 / 50 = 28$.

Con l'aiuto del cursore leggeremo: sotto al valore 28 sulla scala h , su D il valore $h = 18.3$ cm
sotto al valore 28 sulla scala f_e , su D il valore $f_e = 11.4$ cm²

Per poter leggere il valore di x , occorre trasporre lo scorrevole verso destra (portando cioè il cursore su C 10 poi spostando lo scorrevole fino a portare C 1 sotto la linea di fede del cursore), poi leggeremo, sotto al valore 28 sulla scala x , su D il valore $x = 6.4$ cm.

Scegliendo di collocare 8 barre di acciaio Ø 14, con $f_e = 12.3$ cm², lo spessore d della soletta risulterà determinato come segue:

altezza utile h	= 18.3 cm
spessore inferiore di protezione dell'acciaio	= 1.0 cm
semidiametro delle barre d'acciaio	= 0.7 cm
d	= 20.0 cm

Esempio 6: calcolo di una trave a T sottoposta a flessione semplice – armatura semplice

dati:

$$\begin{aligned} M &= 18400 \text{ kgm} \\ b &= 170 \text{ cm} \\ b_0 &= 25 \text{ cm} \rightarrow b / b_0 = 6.8 \\ d &= 8 \text{ cm} \\ \sigma_e &= 1400 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_b &= 40 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \sigma_e / \sigma_b = 35 \end{aligned}$$

incognite: h, x, F_e

Si calcola la distanza dell'asse neutro dal bordo compresso in maniera approssimata come segue:

$$x \cong 0.135 \sqrt{\frac{M}{b}} \cong 0.135 \sqrt{\frac{18400}{1.70}} \cong 14 \text{ cm}$$

Considerato che $d = 8$, quindi minore di x , con l'aiuto della tavola riportata in ultima pagina si trova, in corrispondenza di $d / x = 0.57$, il valore del fattore $i = 0.845$.

Noto i , si calcola allora il valore della larghezza di calcolo $b_i = 170 \times 0.845 = 144 \text{ cm}$, con la quale si opera poi nei modi già visti, come se si avesse a che fare con una sezione rettangolare piena. Si ottiene dunque:

$$h = 48.6 \text{ cm}; \quad x = 14.6 \text{ cm}; \quad f_e = 20.9 \text{ cm}^2 \rightarrow F_e = 20.9 \times 1.44 = 30 \text{ cm}^2$$

Esempio 7: sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura doppia

dati:

$$\begin{aligned} M &= 3200 \text{ kgm} \\ \sigma_e &= 1400 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_b &= 60 \text{ kg/cm}^2 \rightarrow \sigma_e / \sigma_b = 23.33 \\ h &= 36 \text{ cm} \\ h' &= 3 \text{ cm} \\ b &= 20 \text{ cm} \end{aligned}$$

incognite: x, F_e, F'_e

Si calcolano il Momento flettente e l'area di acciaio che corrispondono alla sezione nota nell'ipotesi di armatura semplice. Si colloca quindi il valore 23.33 della scala h sopra D 36 e si leggono, sulla scala D: in corrispondenza di f_e 23.33, il valore $f_e = 30.2$; in corrispondenza di x 23.33, il valore $x =$

14.1. Successivamente, mantenendo fermo lo scorrevole si porta il cursore su B 60 (per $\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2$), poi si porta lo scorrevole fino a sovrapporre alla linea di fede del cursore l'indice a freccia σ_b ; Con B 20 (per $b = 20 \text{ cm}$) si può leggere su A il valore 2650 kgm per M .

L'armatura di acciaio corrispondente a $M = 2650 \text{ kgm}$ vale $F_{el} = f_e \times b = 30.2 \times 0.2 = 6.04 \text{ cm}^2$.

Il Momento flettente residuo vale: $\Delta M = 3200 - 2650 = 550 \text{ kgm}$

La distanza fra i baricentri delle armature tese e compressa vale $c = h - h' = 33 \text{ cm}$, quindi l'armatura aggiuntiva ΔF_e , che deve assorbire interamente il momento residuo ΔM , vale:

$$\Delta F_e = \frac{55000}{1400 \times 33} = 1.19 \text{ cm}^2$$

Quindi, $F_e = F_{el} + \Delta F_e = 6.04 + 1.19 = 7.23 \text{ cm}^2$

Nota F_e , l'armatura F'_e si trova con la semplice proporzione: $F'_e = \Delta F_e \times \frac{h - x}{x - h'} = 1.19 \times \frac{36 - 14.1}{14.1 - 3} = 2.35 \text{ cm}^2$

Esempio 8: sezione rettangolare sottoposta a flessione semplice – armatura semplice – n = 10

dati: $M = 11200 \text{ kgm}$
 $\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_b = 70 \text{ kg cm}^2$
 $b = 28 \text{ cm}$

incognite: h, F_e, x

Si calcola innanzi tutto il rapporto $15 / n = 15 / 10 = 1.5$

Il calcolo prosegue semplicemente riferendolo alla tensione $\sigma'_e = 1.5 \times 1200 = 1800 \text{ kg/cm}^2$. Allo stesso modo si dovrà moltiplicare per 1.5 il valore trovato di f_e .

Con i metodi noti si ottiene dunque, per $\sigma'_e / \sigma_b = 1800 / 70 = 25.7$:

$h = 59.3 \text{ cm}$; $x = 21.9 \text{ cm}$; $f_e = 42.6 \text{ cm}^2 \rightarrow F_e = 42.6 \times 0.28 \times 1.5 = 17.9 \text{ cm}^2$

Diagramma per il calcolo dei valori del fattore i per la determinazione della larghezza di calcolo per travi a T

