



INSTRUCCIONES

CASTELL

Regla de Cálculo de Precisión
para el bolsillo

No. 67/21
hormigón armado

$$\begin{aligned} & \sqrt[3]{527} \\ & 7,32 \\ & \frac{3750}{0,25 \cdot 45} \\ & 2\frac{7}{2} \end{aligned} \quad D = \frac{\pi \cdot 32^2}{4}$$

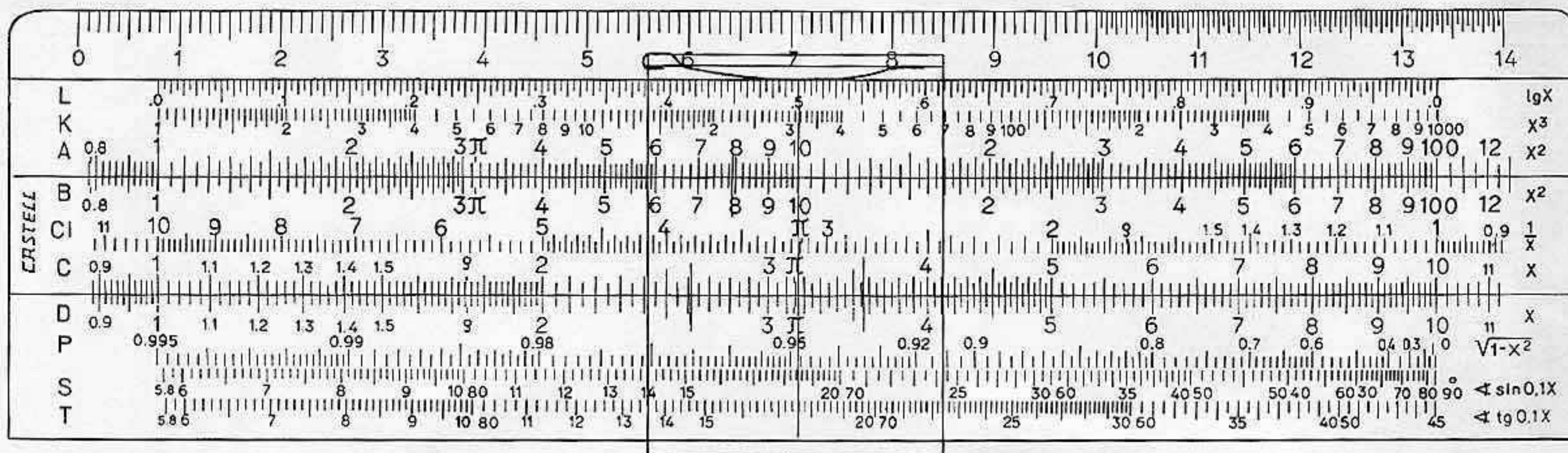


fig. 1

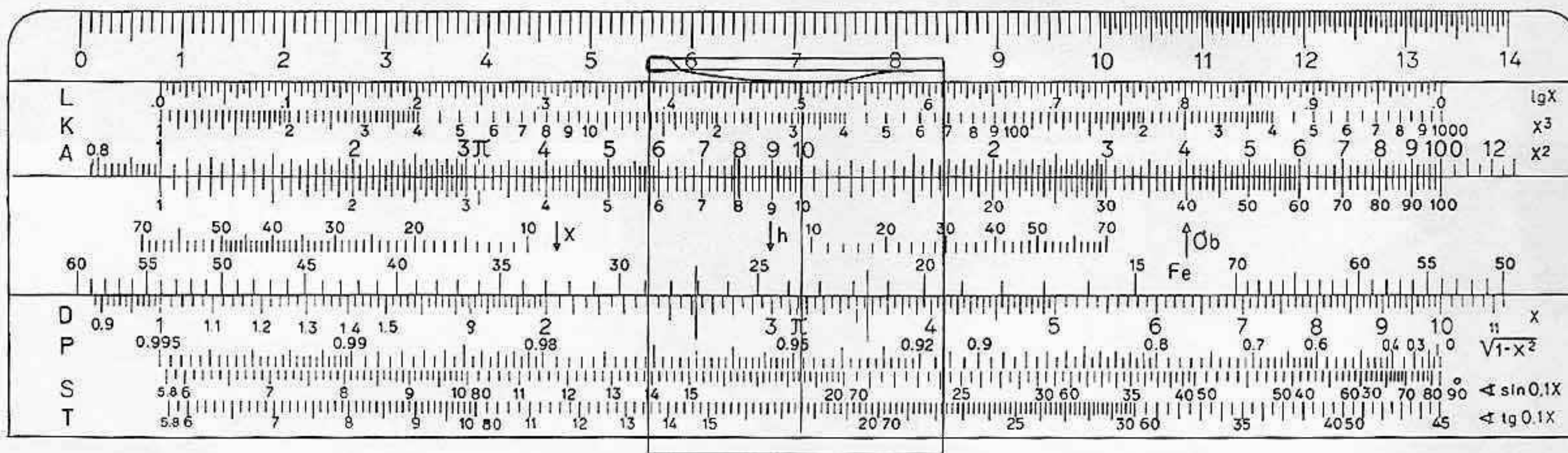


fig. 2

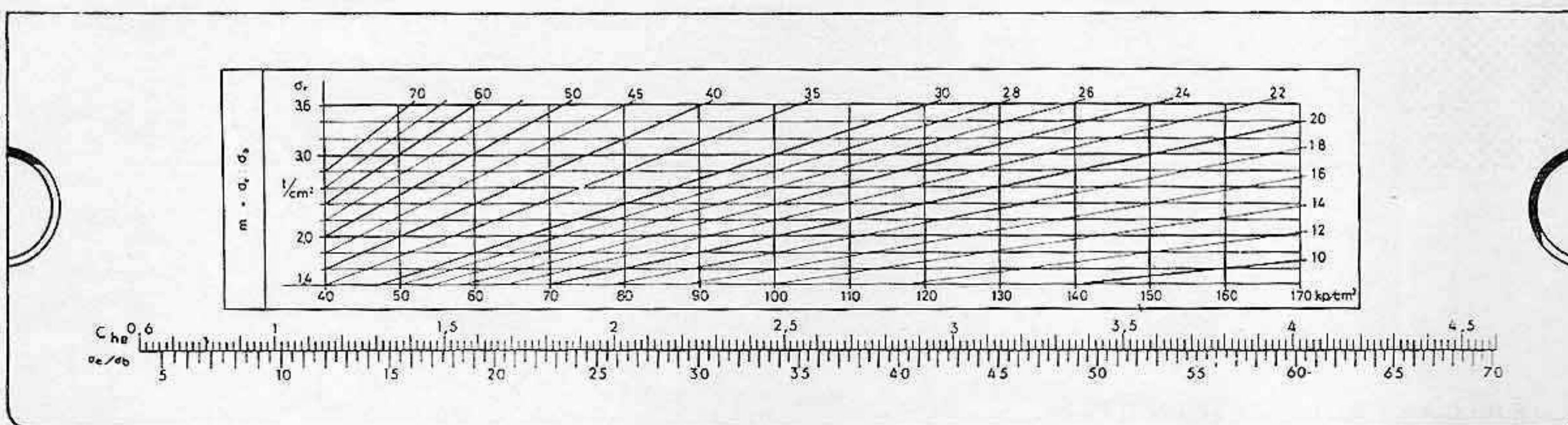


fig. 3

Instrucciones para el empleo de la regla de bolsillo Castell No. 67/21 hormigón armado
=====

Descripción de la regla de cálculo

La regla de bolsillo Castell No. 67/21 ofrece, además de todas las ventajas de una regla normal de cálculo técnico (sistema Darmstadt) la posibilidad de solucionar los problemas que se presentan en la construcción de hormigón armado, sin necesidad de recurrir a tablas especiales.

La cara de la regla (fig.1) lleva, además de la división básica y dos divisiones cuadradas, las escalas x , h y fe así como la marca de flecha σ_b , y de este modo esta diseñada como regla especial para la construcción de hormigón armado.

Por la inversión de la reglilla (fig.2), la regla obtiene la división de la regla técnica normal "Sistema Darmstadt", es decir, en el orden de arriba abajo, la división cúbica K , las divisiones cuadradas A y B , la división recíproca CI , la divisiones básicas C y D , la división pitagórica P , así como la división senoidal S y la división tangencial T . Caso de que el lector no esté todavía muy al corriente del empleo de esta regla, podrá informarse en las Instrucciones adjuntas a la regla de cálculo No. 67/54b, "Sistema Darmstadt" sobre las posibilidades y el modo de trabajar con dichas divisiones.

En el dorso de la regla de cálculo (fig.3) está representado un diagrama que permite la lectura de la relación de tensión σ_e/σ_b (σ_a/σ_h) para las tensiones de acero de 1200 a 2600 kg/cm² y las tensiones de hormigón de 40 a 120 kg/cm².

Debajo de este diagrama se encuentra una escala de comparación $C_{he} = \sigma_e / \sigma_b$ (σ_a / σ_h) para los calculos con una tensión conocida σ_e y altura estática h , correspondientemente a la relación $h = C_{he} \frac{M}{b}$.

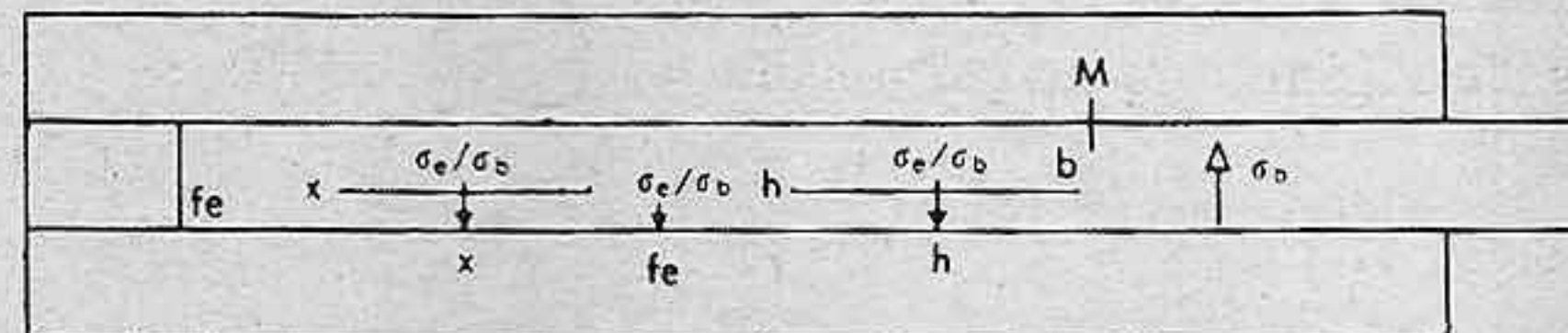
Bases de cálculo

La realizacion del calculo se efectúa según las normas habiendose tenido en cuenta una relación de los números de elasticidad $n = 15$. En caso de una relación diferente, hay que observar el ejemplo 8 al final de las presentes Instrucciones.

Para el cálculo en la técnica del hormigón armado se usan las siguientes denominaciones:

- M Momento de flexión en mkg,
- d Altura total de la sección resp. el grueso de la placa de compresión,
- h Altura útil (altura estática) de la sección en cm,
- b Anchura de compresión estáticamente eficiente de la sección en cm,
- b_0 Ancho del alma en vigas de piso, en cm,
- X Profundidad de la fibra neutra en cm,
- (σ_a) σ_e Tensión por tracción del acero en kg/cm^2 ,
- (σ_h) σ_b Tensión por compresión del hormigón en kg/cm^2 ,
- f_e Sección de la armadura de acero redondo para 1 m de ancho en cm,
- F_e Sección de la armadura de tracción (acero redondo) ($F_e = f_e \cdot b$) en cm^2 ,
- F_e' Sección de la armadura de compresión (acero redondo) en cm.

Principio básico de ajuste:
(con la reglilla invertida)



El momento de flexión (M) se ajusta en la escala superior del cuerpo A, o sea para números impares a la izquierda (1 a 10) y para los números pares a la derecha (10 a 100).

Debajo de M se coloca la anchura de sección b de la escala superior B de la reglilla.

Con una tensión de hormigón de $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$ se puede leer ahora directamente (correspondientemente a los valores σ_e/σ_b) en la escala inferior D del cuerpo los valores h, x y f_e (fig.4).

Con otra tensión diferente del hormigón, después del ajuste de b debajo de M, hace falta colocar el cursor sobre la marca de flecha y seguidamente la tensión correspondiente del hormigón debajo de la raya del cursor mediante desplazamiento de la reglilla. Entonces puede efectuarse la lectura de h, x y f_e según lo arriba indicado.

Ejemplos

Ejemplo 1: Conocido: $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
(Sección rectangular) $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 $M = 3420 \text{ mkg}$
 $b = 20 \text{ cm}$
Buscado: h, F_e , x.

Coloque B 20 (para $b = 20 \text{ cm}$) debajo de A 3420 (para $M = 3420 \text{ mkg}$) y lleve la raya central del cursor sobre la marca de flecha σ_b . Seguidamente ponga B 50 (para $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$) debajo de la raya del cursor.

A base del diagrama del dorso de la regla resulta para $\sigma_e : \sigma_b$ el valor 28.

Ahora puede leerse mediante el cursor, puesto debajo de 28 de la escala h en D, el valor 47 cm para h, debajo de 28 de la escala x en D, el valor 16,4 cm para x, y debajo de 28 de la escala f_e en D, el valor 29,2 cm^2 para f_e .

$$F_e = f_e \cdot b = 29,2 \times 0,2 = 5,84 \text{ cm}^2.$$

Para conocer el número y el grueso de los aceros de armadura, la raya derecha corta del cursor, por ejemplo, es puesta a D 14 (para $\emptyset$ 14), B 1 debajo de la raya central del cursor y ahora se puede leer en B 4 para F_e el valor 6,2 cm.

Se eligen, por consiguiente, 4 aceros $\emptyset$ 14 como armadura.

Ejemplo 2: Conocido: $M = 4800 \text{ mkg}$ Coloque B 25 debajo de A 4800 y lleve el cursor a la marca de flecha σ_b . En este caso hay que
 $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ poner $\sigma_e = 1800 \text{ kg/cm}^2$ (correspondiente al valor
 $b = 25 \text{ cm}$ B 18) debajo de la raya del cursor.
 $h = 46 \text{ cm}$.

Buscado: σ_b , F_e , x .

Encima de D 46, en este ajuste, se lee en B el valor 5. Ahora se coloca el cursor sobre A 5 y se lee en D el valor 2,23 para C_{he} . En la escala de comparación del dorso de la regla se encuentra para $C_{he} = 2,23$ el valor 29,5 para $\sigma_e : \sigma_b$. De este modo se obtiene σ_b a base del diagrama en el dorso de la regla con 61 kg/cm^2 .

Cuando se coloca el valor 29,5 para $\sigma_e : \sigma_b$ de la escala h sobre D 46, se puede leer, con 29,5 de la escala x en D, el valor 15,5 cm para x y con 29,5 de la escala f_e en D, el valor 26,4 cm² para f_e .

$$F_e = 26,4 \times 0,25 = 6,6 \text{ cm}^2.$$

Ejemplo 3: Conocido: $h = 40 \text{ cm}$
 $b = 20 \text{ cm}$
 $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_e = 1500 \text{ kg/cm}^2$

Buscado: M , F_e , x .

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

Se coloca 30 de la escala h encima de 40 de la escala D y se lee en D debajo de 30 de la escala x, 13,4 cm y debajo de 30 de la escala f_e , 22,2 cm². ($F_e = 22,2 \times 0,2 = 4,44 \text{ cm}^2$). Seguidamente se coloca el cursor sobre B 50 (para $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$), lleva, por desplazamiento de la reglilla, la marca de flecha por debajo de la raya del cursor y lee con B 20 (para $b = 20 \text{ cm}$) en A el valor 2370 mkg para M.

Ejemplo 4: Conocido: $M = 4850 \text{ mkg}$
 $b = 25 \text{ cm}$
 $h = 46 \text{ cm}$
 $F_e = 6,65 \text{ cm}^2$
 $f_e = \frac{6,65}{0,25} = 26,6 \text{ cm}^2$.

Buscado: σ_e y σ_b .

Coloque el cursor en D 46 (para $h = 46 \text{ cm}$) y desplace la reglilla hasta que encima de D 26,6 (para $f_e = 26,6 \text{ cm}$) en la escala f_e y debajo de la raya del cursor en la escala h se encuentre el mismo valor. Este caso se presenta con el número 30; por consiguiente $\sigma_e : \sigma_b = 30$.

Coloque ahora B 25 debajo de A 4850 y lleve la reglilla sobre la marca de flecha σ_b , luego desplace la reglilla hasta que f_e 30 quede encima de D 26,6 y lea entonces debajo de la raya del cursor en B para σ_b el valor 57 kg/cm². $\sigma_e = 30 \cdot 57 = 1710 \text{ kg/cm}^2$.

(Cuando se necesitan muchos cálculos de esta índole, se puede pedir posteriormente un segundo cursor, pudiéndose entonces determinar también el valor para f_e).

Ejemplo 5: (Cálculo de una placa)

Conocido: $M = 2610 \text{ mkg}$
 $\sigma_e = 1400 \text{ kg/cm}^2$
 $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$

Buscado: Grueso de la placa d.
 h , x y f_e .

En placas se calcula generalmente con un ancho de 1 m, correspondientemente a una banda de placa de 1 m de ancho).

Coloque debajo de A 2610 el valor B 100 y lleve el cursor a la marca de flecha σ_b . Por un movimiento de la reglilla se coloca

entonces B 50 (para $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$) debajo de la raya del cursor. Con $\sigma_e : \sigma_b = 1400 : 30 = 28$

se puede leer entonces para $h = 18,4$ cm, para $f_e = F_e = 11,5$ cm². Para poder leer x , la reglilla deberá desplazarse por el largo de una década hacia la derecha y se lee entonces para x el valor de 6,4 cm. Se eligen 8 aceros redondos $\varnothing 14$ con $f_e = 12,3$ cm², resultando el grueso de la placa como sigue:

$$\begin{aligned} \text{Altura útil } h &= 18,4 \text{ cm} \\ \text{Capa inferior de} \\ \text{protección de hor-} \\ \text{migón} &= 1,0 \text{ cm} \\ \text{Medio diámetro del} \\ \text{acero} &= 0,7 \text{ cm} \\ \hline d &= 20,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Ejemplo 6: (Cálculo de una viga de piso)

$$\begin{aligned} \text{Conocido: } M &= 18400 \text{ mkg} \\ b &= 170 \text{ cm, } b_0 = 25 \text{ cm, } b:b_0 = 6,8 \\ d &= 8 \text{ cm,} \\ \sigma_e &= 1400 \text{ kg/cm}^2, \sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2, \frac{\sigma_e}{\sigma_b} = 35. \end{aligned}$$

Se calcula la distancia del eje neutral del borde de compresión en forma aproximativa como sigue:

$$x \approx 0,135 \sqrt{\frac{M}{b}} \approx 0,135 \sqrt{\frac{18400}{1,70}} \approx 14 \text{ cm.}$$

En vista de que d es igual a 8 cm, es decir menor de x , se obtiene de $\frac{d}{x} = 0,57$ de la

tabla auxiliar indicada más abajo para la relación $b : b_0 = 170 : 25 = 6,8$ un factor $i = 0,845$. De este modo se obtiene ahora el valor $b_i = 170 \times 0,845 = 144$ cm que se emplea para el cálculo. (véase pag. 8)

Con este ancho se opera de manera conocida como si se tratase de un pleno rectángulo de sección y se obtiene:

$$h = 48,6 \text{ cm}, x = 14,6 \text{ cm}, f_e = 20,9 \text{ cm}^2.$$

$$\text{De este modo es } F_e = 20,9 \times 1,44 = \underline{30 \text{ cm}^2}.$$

Ejemplo 7: (Armadura doble)

$$\text{Conocido: } M = 3200 \text{ mkg}$$

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

$$\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_e : \sigma_b = 23,33$$

$$h = 36 \text{ cm}, b = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Buscado: } x, F_e \text{ y } F_e'.$$

Se calcula el momento y la sección de hierro que corresponden a la sección de viga conocida, por consiguiente, se coloca el valor 23,33 de la escala h sobre D 36 y se lee debajo de 23,33 de la escala f_e en D el valor 30,2 para f_e y con 23,33 de la escala x en D , el valor 14,1 para x . Seguidamente se lleva con la misma posición de la reglilla el cursor sobre $B = 60$ (para $\sigma_b = 60 \text{ kg/cm}^2$) y desplaza la reglilla hasta que la marca de flecha está colocada debajo de la raya del cursor; con B 20 (para $b = 20 \text{ cm}$) se puede leer en A el valor 2650 mkg para M .

El momento restante que queda aún por cubrir es:

$$\Delta M = 3200 - 2650 = 550 \text{ mkg}$$

$$F_{e1} = f_e \cdot b = 30,2 \times 0,2 = 6,04 \text{ cm}^2.$$

Con una distancia de las armaduras de acero del lado de compresión al lado de tracción de $c = h - h' = 33 \text{ cm}$,

$$\Delta F_e \text{ es igual a } \frac{550 \cdot 100}{1400 \cdot 33} = 1,19 \text{ cm}^2 \text{ y}$$

$$F_e = F_{e1} + \Delta F_e = 6,04 + 1,19 = \underline{7,23 \text{ cm}^2}$$

$$F_e' = \Delta F_e \cdot \frac{h - x}{x - h'} = 1,19 \cdot \frac{36 - 14,1}{14,1 - 3} = \underline{2,35 \text{ cm}^2}.$$

Ejemplo 8: (para $n = 10$)

Conocido: $M = 11200 \text{ mkg}$

$$\sigma_e = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_b = 70 \text{ kg/cm}^2, b = 28 \text{ cm}$$

Buscado: $h, F_e, \text{ y } x$

Se calcula primeramente $\frac{15}{n} = \frac{15}{10} = 1,5$.

A continuación hay que calcular con $1,5 \cdot \sigma_e$ en lugar de σ_e y entonces se debe multiplicar también f_e con 1,5.

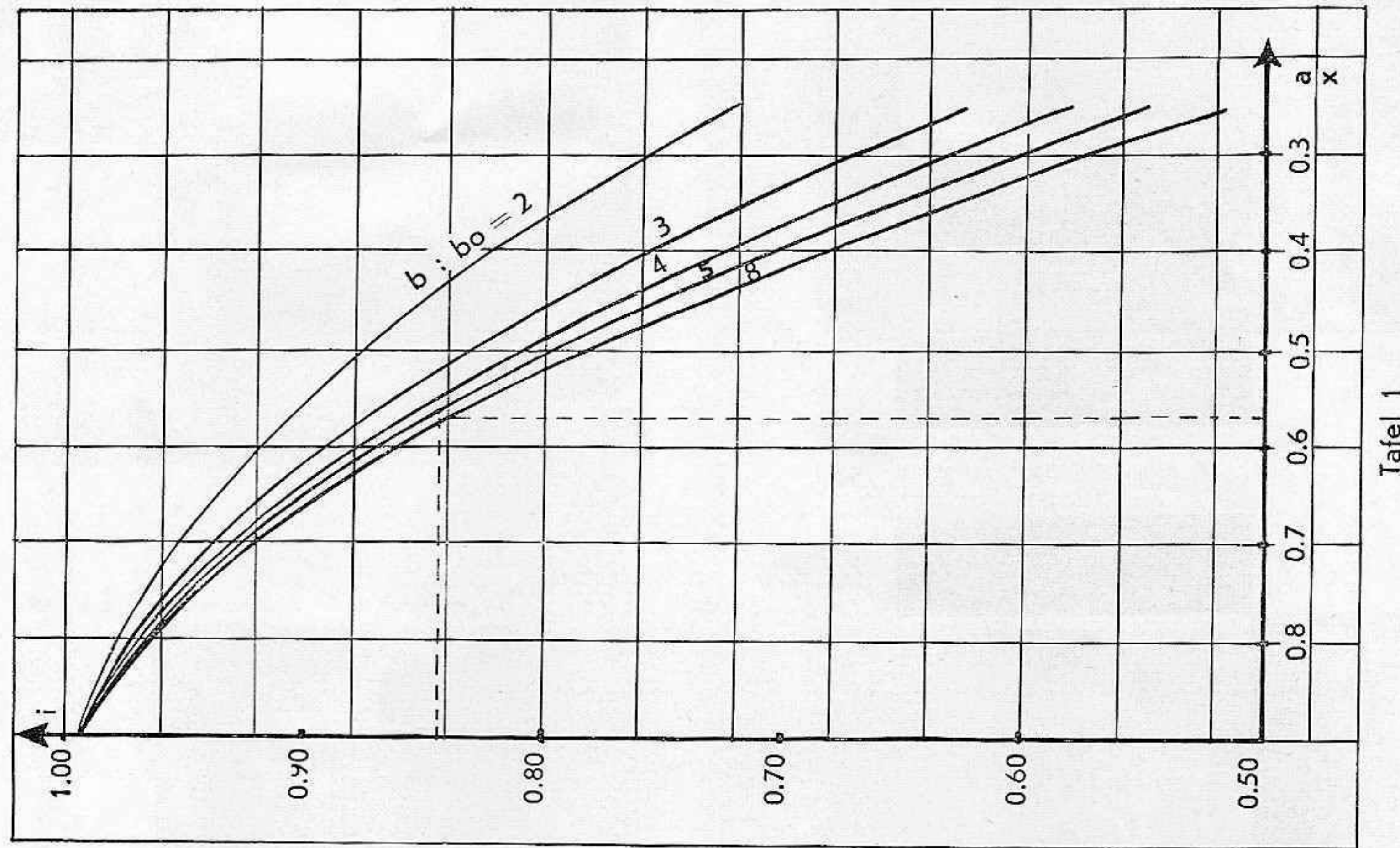
Se obtiene entonces en la manera usual, sin embargo con

$$\sigma_e : \sigma_b = 1800 : 70 = 25,7:$$

$$h = 59,5 \text{ cm}, x = 22 \text{ cm}, f_e = 42,8 \text{ cm}^2$$

$$F_e = 42,8 \times 0,28 \times 1,5 = 18 \text{ cm}^2.$$

Tabla auxiliar para el cómputo de los valores (i)
para medir vigas de piso.



Tafel 1