

Cuadrados y raíces cuadradas

Las divisiones de las escalas D y C son las raíces cuadradas de las divisiones de las escalas A y B y, recíprocamente, las divisiones de las escalas A y B son los cuadrados de las divisiones de las escalas D y C. Es suficiente colocar el trazo del cursor sobre un número en una de estas escalas para obtener el cuadrado en la escala superior o la raíz cuadrada en la escala inferior, exactamente bajo el trazo del cursor.

Atención: Al extraer una raíz téngase cuidado que el número de la escala superior ("A" ó "B") sea puesto en su propia plaza, es decir en la primera o en la segunda unidad logarítmica:

Ejemplo: Número del cual se extrae la raíz: $\frac{4}{2} \quad \frac{40}{6,33} \quad \frac{9}{3} \quad \frac{90}{9,487}$
Raíz cuadrada:

Cubos y raíces cúbicas

Colocando el trazo del cursor sobre el cubo en la escala "K" se obtiene en la escala D bajo el trazo la raíz cúbica, y viceversa en "K" el cubo de D.

Las escalas trigonométricas

Las escalas "sin" y "tg" en el dorso de la reglilla se utilizan en combinación con "B" y "C"

Los senos y tangentes de los ángulos entre $0^\circ 34'$ y $5^\circ 44'$ casi coinciden. Colocando un ángulo pequeño entre $0^\circ 34'$ y $5^\circ 44'$ de la escala sin tg sobre el índice inferior de la apertura derecha en el dorso de la regla encontraremos el seno o la tangente de este ángulo en frente de la "1" final de "D" sobre la escala "C". Para los senos de los ángulos de $5^\circ 44'$ á 90° nos servimos del índice superior, en tanto que para las tangentes de los ángulos de $5^\circ 44'$ á 45° utilizamos el índice de la apertura izquierda leyendo el resultado en frente de la "1" de "D" sobre "C".

ángulo: $\frac{1^\circ 30'}{0,0262} \quad \frac{5^\circ}{0,0872} \quad \frac{7^\circ}{0,1219} \quad \frac{30^\circ}{0,5} \quad \frac{50^\circ}{0,766}$
seno ó tangente: $\frac{7^\circ}{0,1228} \quad \frac{11^\circ}{0,194}$

tangente: 0,1228 0,194

Nota: De $0^\circ 34'$ á $5^\circ 44'$ los senos y tangentes comienzan por 0,0 . . . y los senos de $5^\circ 44'$ á 90° así como las tangentes de $5^\circ 44'$ á 45° por 0, . . .

La escala L (mantisas)

En esta escala se encuentra con el trazo del cursor las mantisas (fracciones decimales) de los logaritmos de Briggs correspondientes a los números de la escala D. Delante de la coma se debe poner la característica correspondiente, por ejemplo $\lg 2 = 0,301$, $\lg 20 = 1,301$.

Longitud de la circunferencia y superficie del círculo

La longitud de la circunferencia se halla, como es sabido, multiplicando el diámetro por $\pi = 3,14$. En la regla de cálculo se sitúa el trazo inicial de la reglilla en coincidencia con la marca π sobre la escala A y se lee la longitud de la circunferencia sobre la misma escala, frente al diámetro.

Para obtener la superficie del círculo se hace uso del trazo medio (largo) y del trazo de la derecha (corto) del cursor, entre los cuales la distancia es $= \sqrt{\frac{\pi}{4}}$

Se sitúa el trazo corto de la derecha sobre el valor del diámetro tomado en la escala inferior (D) y se lee, en la escala de los cuadrados (A), bajo el trazo medio (largo) del cursor, la superficie buscada.

Las marcas c y c_1 , sobre la escala inferior, son así innecesarias.

Queremos creer que el pequeño grupo de ejemplos citados constituirá un promotor avance de las inmensas posibilidades que ofrece el empleo de la regla de cálculo NESTLER.

Todos los derechos reservados

Impreso en Alemania

NESTLER

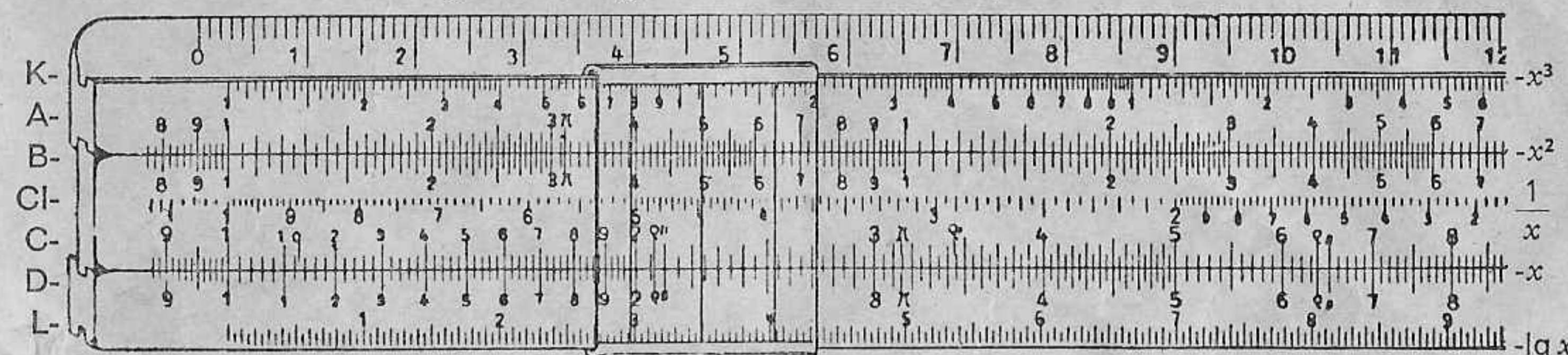
Breve resumen de las instrucciones sobre el empleo de las reglas de cálculo

Modelos de escuela y de bolsillo

La regla de cálculo NESTLER será para Vd. un precioso auxiliar, que le rendirá grandes servicios, con la sola pequeña molestia de ejercitarse y familiarizarse con su uso. Las breves explicaciones y los ejemplos, sencillos ex profeso, que damos aquí, mostrarán como servirse de ella.

Designación de las escalas

K = x^3 Escala de **cubos**, 1-1000, referida a la escala "D" ("D" da las raíces cúbicas de la escala "K")
A = x^2 Escala de **cuadrados** de la regla, 1-100, referida a la escala "D". ("D" da las raíces cuadradas de la escala "A")
B = x^2 Escala de **cuadrados** de la reglilla, 1-100
Cl = $\frac{1}{x}$ Escala de los **inversos** (recíprocos) de la escala "C"
C = x Escala **logarítmica simple** de la reglilla, 1-10
D = x Escala **logarítmica simple** de la regla, 1-10
L = $\lg x$ Escala de **logaritmos** (mantisas) para la determinación de logaritmos vulgares de números cualesquiera



Principio: Leer los valores como se leerían sobre un decímetro, pero teniendo en cuenta que el primer trazo de las escalas es igual a 1 (y no a cero) y prestando atención al número de subdivisiones entre las divisiones numeradas. Después de algunos ejercicios se adquiere enseguida el hábito.

Las divisiones de la regla de cálculo solamente dan las cifras o series de cifras, sin precisar la posición de la coma. Esta ha de colocarse teniendo en cuenta el número de cifras enteras de los factores que intervienen en el problema.

Multiplicaciones ($a \times b = c$)

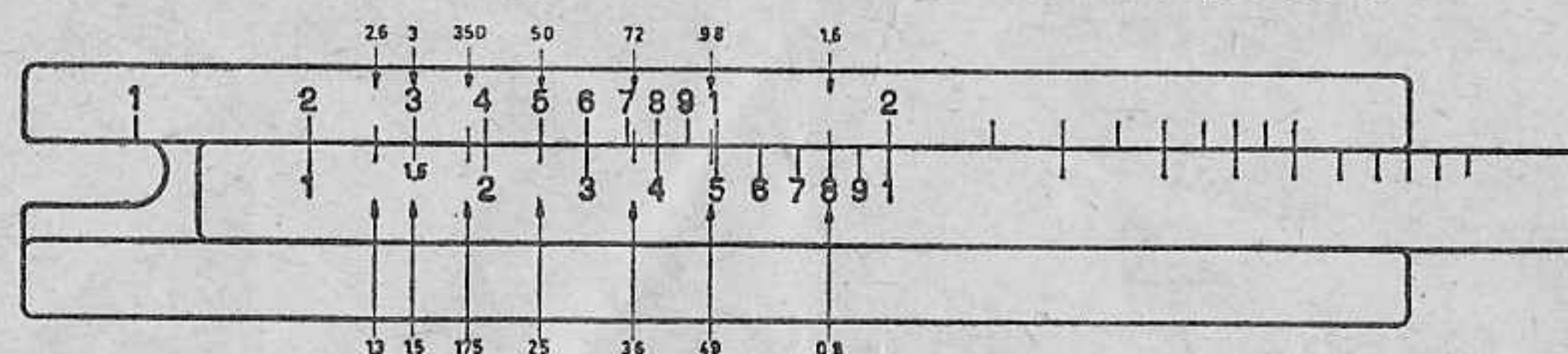
Principio: Colocar el origen de una o de otra de las escalas de la reglilla frente al multiplicando (tomado éste sobre la escala correspondiente de la regla:

$\frac{A}{B}$ o bien $\frac{D}{C}$) llevar el trazo del cursor sobre el multiplicador (leído sobre la

AS 101/169J

misma escala de la reglilla) y leer el producto enfrente, en la misma escala de la regla, bajo el trazo del cursor.

Ejemplo: 2×2 ; situar el "1" de la escala B frente al "2" de la escala A y leer, frente al "2" de la escala B, y sobre la escala A el resultado que es "4".



Nótese que la regla da ahora (sobre la escala donde se ha leído el producto), además de la solución del problema 2×2 , toda una serie de multiplicaciones por "2". En efecto, se lee: frente a 3, el producto = 6, frente a 4, el producto = 8, frente a 4,5 el producto = 9 y del mismo modo para todas las cifras posibles. Será provechoso ejercitarse, como se ha indicado antes, eligiendo otros factores. Leemos el producto sobre la escala "A"

2,6	3	350	4	50	6	72	8	98	1,6
1,3	1,5	175	2	25	3	36	4	49	0,8

en frente del factor de la escala "B". Sirvanse también de las escalas inferiores (D y C) que merced a sus más numerosas subdivisiones, dan resultados más precisos. Se nota, no obstante, que no se puede leer todos los valores utilizando estas escalas porque la reglilla sobresale de la regla a la derecha. En este caso se pone la "1" de la derecha al final de la reglilla (con las reglas de 25 cm la "10") en frente de la 2. Así encontramos todos los valores que no pudimos leer con la posición anterior.

Nota: Se pone la reglilla siempre de forma que la mayor parte de ella se encuentra dentro de la regla.

Divisiones ($\frac{a}{b} = c$)

Principio: Situar dividendo y divisor el uno frente al otro, fijando el primero bajo el trazo del cursor, y leer el cociente frente al "1" de la reglilla sobre la escala correspondiente de la regla.

Ejemplo: $9 : 3$ (ó $\frac{9}{3}$) — Llevar el trazo del cursor sobre "9", de la escala A, situar el "3" de la escala B exactamente bajo el trazo del cursor y leer el resultado "3" frente al "1" de la reglilla sobre la escala A de la regla.

Nótese que las escalas que se han utilizado dan ahora toda la gama de cocientes, expresados por la relación $\frac{3}{1}$ por ejemplo: $\frac{A}{B}$ 6 7,5 36 4,5 57 2 2,5 12 1,5 19, etc.

Otro método, que tiene la ventaja de dar toda una tabla de divisiones por un mismo divisor: situar el divisor (tomado sobre una de las escalas de la reglilla) frente al "1" de la escala correspondiente de la regla ($\frac{A}{B}$ ó $\frac{D}{C}$) Los resultados vienen dados entonces sobre la escala elegida de la regla, frente a los dividendos leídos en la escala de la reglilla.

Algunas aplicaciones prácticas

Cálculo de precios de venta

Principio: Partir siempre de la base "100" = precio de venta. Deducir de 100 el tipo de beneficio bruto y situar el número así hallado (leído en la reglilla) frente al "1" de la derecha de la escala correspondiente de la regla. Entonces pueden leerse los precios de venta sobre la misma escala de la regla, frente a los precios de coste, que figuran sobre la escala de la reglilla. Hágase uso del cursor.

Ejemplo 1: Margen de beneficio bruto = 25%. Un artículo que se vende a "100" habrá costado entonces "75". Situar el "75" de la escala B frente al "1" (= 100) del extremo derecho de la escala A. Sobre la escala A se leen ahora los precios de venta, frente a los precios de coste, leídos sobre la escala B de la reglilla, como muestran los ejemplos siguientes:

A = (precios de venta) 1,33 2,00 4,00 50,— 66,66 800 9000
B = (precios de coste) 1,00 1,50 3,00 37,50 50,00 600 6750 etc.

Obsérvese que la regla no indica la posición de la coma, pero esta se coloca fácilmente teniendo en cuenta su posición en el precio de coste.

Ejemplo 2: En una venta total se rebaja los precios del 15%. Un artículo de 100,— Pesetas vale ahora solamente 85,—. Colocando la "1" final de "B" (o bien "C") en frente de 85 de "A" (resp. D) se obtiene la gama completa
en "B" precio anterior: 90 70 40 11 10,70 9
en "A" precio nuevo: 76,50 59,50 34 9,35 9,10 7,65

Cálculo de los precios de producción

Operar como anteriormente reemplazando la noción "tipo de beneficio" por "gastos" o bien por "recargos", etc. En caso de factores múltiples, p. e., divisas extranjeras, comisiones, gastos de embalaje y de transporte, aduanas, aranceles, etc., se busca el coeficiente general partiendo de la base de "100" = precio de facturación.

Ejemplo: Precio de facturación: 100 Marcos alem. al cambio de 15,— = Pesetas 1500,— menos comisiones de 25% = 1125,—, menos otras comisiones de 10% = 1012,50 más 6% de gastos de transporte = 1073,25, más 33 1/3% por derechos de aduana y aranceles = 1431,—. El coeficiente general es, por lo tanto, 1431,—. Situando el 1431,— de la reglilla frente al "1" de la derecha de la regla se pueden leer los precios de coste de todos los artículos que figuran en la factura del proveedor. Y si no se quiere parar mientes en los precios de coste, sino conocer enseguida los precios de venta, se agrega al coeficiente citado la tasa de beneficio y se obtiene directamente todos los precios de venta. Este ejemplo ilustra de un modo convincente la extraordinaria simplificación que se puede conseguir en los cálculos comerciales complicados mediante el empleo de la regla de cálculo.

Regla de tres (proporciones etc.)

Principio: Situar dos de los factores conocidos, el uno frente al otro, sobre las escalas correspondientes y leer los valores buscados frente al otro factor.

Ejemplo: 144 piezas (= 1 gruesa) cuestan 216,— ¿Cuál es el precio de una docena, de 25 piezas, etc.? Situar "144" de una escala de la reglilla frente al "216" de la escala correspondiente de la regla y leer, sobre esta última, frente a los números de la reglilla: 1 pieza 1 docena (= 12) 25 piezas etc.
cuestan: 1,50 18,00 37,50 etc.

Escala de inversos (recíprocos) CI ($\frac{1}{x}$)

Algunas reglas de cálculo llevan, en el centro de la reglilla, una escala de inversos. Para multiplicar con esta escala se toman los dos factores, el uno sobre la escala inferior de la regla, el otro sobre la escala de inversos, y situados el uno bajo el otro sirviéndose del cursor. El resultado se lee sobre la escala de la regla frente al trazo inicial o final de la escala de inversos, sirviéndose del cursor. Como uno de estos trazos cae siempre dentro de la escala de la regla, el producto puede ser leído para cualquier desplazamiento y evita, por tanto, las transposiciones de la reglilla, algunas veces necesarias haciendo uso de las escalas ordinarias. En la mayor parte de los casos se puede multiplicar el resultado obtenido, sin otro movimiento, por un nuevo factor tomado sobre la escala C. El resultado se leerá sobre la escala D.

La división se realiza situando el trazo inicial o final de la escala de inversos en coincidencia con el dividendo y leyendo el cociente sobre la escala D de la regla, frente al divisor tomado sobre la escala de inversos por medio del cursor.

- a) Se coloca $\omega = 30$ de la escala $\omega (k_h)$, encima de $h = 43$ de la escala D.
- b) El valor hallado en la escala A encima de la línea inicial 1 de la escala C se multiplica por 0,25 y por 100 (b y σ_b), y se obtiene M admisible = 11450 m.Kg. (en la escala A).

Es decir, de la ecuación $h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M}{b \cdot \sigma_b'}}$ se deduce que

$$M = \left(\frac{h}{k_h}\right)^2 \cdot b \cdot \sigma_b', \text{ donde } \left(\frac{h}{k_h}\right)^2 \text{ se obtiene, con un solo ajuste de la reglilla al colocarle } \omega = 30 \text{ de la escala } \omega (k_h).$$

- c) $A = 14,5 \text{ cm.}^2$

C. Sección transversal rectangular con armadura doble

Ejemplo 5

Incógnitas: A y A'

Datos: $M = 40000 \text{ m.Kg.}$ $b = 0,30 \text{ m.}$ $h_t = 65 \text{ cm.}$ $d1 = d2 = 4 \text{ cm.}$

por tanto: $h = 61 \text{ cm.}$ $h_t - 2d = 57 \text{ cm.};$

$$\frac{\sigma_e}{\sigma_u'} = \frac{4800}{180} = 26,66; \sigma_a = \frac{\sigma_e}{\gamma} = 26,66 \cdot \sigma_b' = \frac{\sigma_u'}{\gamma} = \frac{180}{1,80} = 100;$$

$$\varepsilon_a \text{ admisible} = 3 \text{‰} \quad \varepsilon_b' = 3^{1/2} \text{‰};$$

$$\text{por tanto: } k_x = \frac{3}{6^{1/2}} = 0,461, \text{ y con este valor se obtiene } \omega \text{ admisible} = 30,9$$

- a) con ω admisible = 30,9 se busca el M admisible = 28400 m.Kg. como en el ejemplo 4 y la armadura correspondiente: $A_1 = 21,1 \text{ cm.}^2$
- b) Entonces se calcula el incremento del momento ΔM que ha de ser absorbido exclusivamente por la armadura A_2 **igual** por ambos lados.

$$\Delta M = M - M \text{ admisible} = 40000 - 28400 = 11600 \text{ m.Kg.} = 1160000 \text{ cm.Kg.}$$

$$A_2 = \frac{\Delta M}{(h_t - 2d) \sigma_e} = \frac{1160000}{57 \cdot 2666} = 7,62 \text{ cm.}^2$$

D. Vigas placa

Se recomienda trabajar con bajas cuantías de armadura, esto es, con valores bajos de ω , ya que sino, en general, se llegan a exceder los esfuerzos cortantes admisibles, y las barras de tracción difícilmente puede colocarse.

La obtención de A se efectúa como en la viga rectangular.

INSTRUCCIONES PARA EL USO DE LA REGLA DE CÁLCULO NESTLER "SISTEMA MAARSCHALK"

Escalas específicas para los cálculos de hormigón armado

La regla de cálculo de hormigón armado para el procedimiento de n-libre, sistema „Maarschalk“, ofrece a los arquitectos e ingenieros constructores la posibilidad de solucionar prácticamente todos los problemas de dimensionamiento que se presentan en las construcciones de hormigón armado, para todas las calidades de hormigón y de acero, coeficientes de seguridad y alargamientos del acero; todo ello, de un modo fácil, rápido y sin recurrir al auxilio de tablas.

Dicha regla ofrece además todas las ventajas de una regla de cálculo técnica normal, de modo que no debe considerarse como un utensilio suplementario más.

Se presupone como conocido de antemano el cálculo con las escalas normales y el conocimiento de las cuestiones elementales de la construcción en hormigón armado.

Ya que se eligió el procedimiento adimensional, puede calcularse con cualquiera de los sistemas de unidades que se indican en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1

Notación	1	2	3	4
M :	m.Kg.	cm.Kg.	m.Mg.	cm.Mg.
h :	cm.	cm.	cm.	cm.
σ_b' ó σ_u' :	Kg./cm. ²	Kg./cm. ²	Mg./cm. ²	Mg./cm. ²
b :	m.	cm.	m.	cm.

Para la descripción se elige el sistema de unidades que figura en la columna 1.

I. Generalidades

El cálculo se efectúa de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M}{b \cdot \sigma_b'}} \text{ ó bien } h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot \sigma_u'}}$$

$$\omega = \omega_o \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_u'} ; \omega_o = \frac{\omega}{\sigma_e/\sigma_u'} ; A = \omega_o \cdot \frac{b \cdot h}{100}$$

σ_e = Límite elástico del acero; $\sigma_a = \frac{\sigma_e}{\gamma}$

Mbr = Momento flector de rotura

σ_u' = Resistencia (característica) del hormigón a compresión

$\sigma_b' = \frac{\sigma_u'}{\gamma}$; γ = Coeficiente de seguridad

ω_o = Cuantía geométrica de la armadura de tracción

A = Área en cm.² de la sección transversal de la armadura principal de tracción

$x = k_x \cdot h$ $z = k_z \cdot h$

Lectura de ω en las escalas $\omega(k_h)$, $\omega(k_x)$, $\omega(k_z)$.

Lectura de todos los demás valores en la escala D.

II. Descripción de las escalas

$\omega(k_h)$ = Valores de ω para lectura de los de k_h

$\omega(k_x)$ = Valores de ω para lectura de los de k_x

$\omega(k_z)$ = Valores de ω para lectura de los de k_z

Ejemplos de comprobación para diversos valores de ω

ω	k_h	k_x	k_z
35	1,886	0,525	0,803
16,2	2,616	0,243	0,909
14,7	2,721	0,220	0,920

III. Ejemplos de aplicación:

A: Placas

Ejemplo 1

Incógnita: A

Datos: $h = 11,5$ cm.; $b = 1,00$ m.; $\frac{\sigma_e}{\sigma_u'} = \frac{2400}{135} = 17,8$;

$\gamma = 1,8$; $\frac{\sigma_u'}{\gamma} = 75$

$M_1 = 2050$ m.Kg.

Prácticamente se coloca 75 de la escala B debajo de 2050 de la escala A, y encima de 11,5 de la escala D se obtiene el valor $\omega = 24$ en la escala $\omega(k_h)$, como cálculo de ω de la relación:

$$k_h = h \cdot \sqrt{\frac{M}{b \cdot \sigma_b'}}$$

El valor ω en la escala $\omega(k_b)$ coincide con el valor correspondiente k_h en la escala C.

No es preciso leer el valor $k_h = 2,2$, basta sólo tener el valor $\omega = 24$ en la escala $\omega(k_h)$.

Para la obtención de ω_o , se coloca 17,8 de la escala C encima de 24 de la escala D, y se halla debajo de la línea inicial 1 en la escala C, $\omega_o = 1,35$ como cuantía geométrica de armadura.

Con este ajuste de la reglilla se halla debajo del 11,5 en la escala C, 15,5 en la escala D como valor de A en cm.²

Ejemplo 2.

Incógnitas: A y su correspondiente h

Observación: $h = h_i - d$

Datos: $M = 925$ m.Kg., $b = 1,0$ m.

ε_a admisible = 5 ‰, $\varepsilon_b' = 3\frac{1}{2}$ ‰, $\sigma_u' = 160$ Kg./cm.²

$\sigma_e = 2400$ Kg./cm.², $\gamma = 1,60$, $\sigma_e/\sigma_u' = 2400/160 = 15$

$\sigma_u'/\gamma = 160/1,60 = 100$ $k_x = \frac{\varepsilon_b'}{\varepsilon_b' + \varepsilon_a} = \frac{3\frac{1}{2}}{8\frac{1}{2}} = 0,412$

a) Para $k_x = 0,412$ se obtiene $\omega = 27,5$ (en la escala $\omega(k_x)$) y ahora se trata de ω admisible.

b) La operación para obtener $h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M}{b \cdot \sigma_b'}}$ da por resultado
 $h = 6,30$ cm. con un solo ajuste de la reglilla.

c) El cálculo de ω_o y de A se efectúa como en el ejemplo 1:
 $\omega_o = 1,835$ y $A = 11,55$ cm.²

B. Vigas rectangulares

Ejemplo 3

Incógnitas: A, y si fuera necesario A'

Datos: $M = 6400$ m.Kg. $b = 0,40$ m. $h = 49$ cm. ω admisible = 35

$\sigma_u' = 135$ Kg./cm.² $\gamma = 1,80$ $\sigma_e = 4000$ Kg./cm.²

a) $\sigma_u'/1,80 = 135/1,80 = 75$; $\sigma_e/\sigma_u' = 4000/135 = 29,6$

b) $h = k_h \cdot \sqrt{\frac{M}{b \cdot \sigma_b'}}$, da por resultado: $\omega = 9,40 < 35$ (no hace falta A')

c) Para hallar el valor de ω_o se coloca 29,6 de la escala C encima de 9,4 de la escala D, y se obtiene debajo de la línea inicial 1 de la escala C: $\omega_o = 0,316$

La multiplicación de este valor por 40 y por 49 (b y h) da por resultado $A = 6,20$ cm.²

Ejemplo 4

Incógnitas: M admisible y A

Datos: $h = 43$ cm. $b = 0,25$ m.

$\frac{\sigma_e}{\sigma_u'} = \frac{4000}{180} = 22,21$; $\sigma_b' = \frac{\sigma_u'}{\gamma} = \frac{180}{1,80} = 100$;

ω admisible = 30