LA REGLA DE CALCULO
dibujada por

D. CONSTANTINO GARCES Y VERA
para

CALCULOS FINANCIEROS

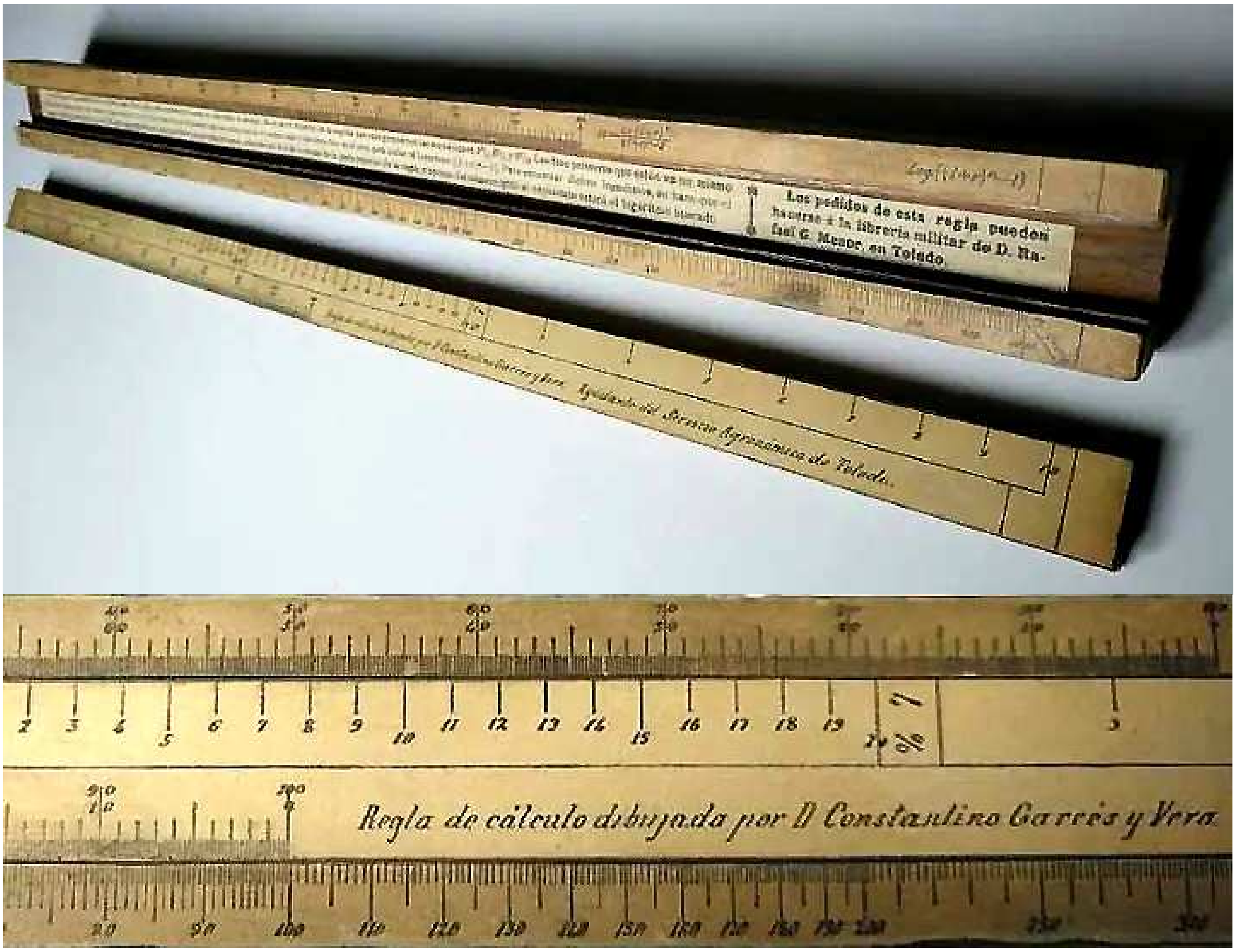


foto barcinar "Todo Colección"

Gonzalo Martín Armendáriz

Diciembre 2020

Introducción

El cálculo de los intereses simple y compuesto suele estudiarse en los manuales donde se explica el manejo de las reglas de cálculo.

El cálculo del interés simple nunca ha constituido un problema debido al hecho de que este cálculo se reduce a la operación de multiplicación, sin embargo el cálculo del interés compuesto implica una dificultad ya que, según la formula, debemos efectuar un cálculo exponencial.

Hasta la aparición de las escalas exponenciales en las reglas de cálculo el cómputo del factor $\mathbf{(1+r)^n}$ se realizaba por diferentes métodos: multiplicaciones múltiples, cálculo del logaritmo/antilogaritmo, multiplicación por una constante dada por una tabla.., operaciones casi todas propicias al error.

Las escalas exponenciales LL0, LL1,.. facilitarán enormemente el cálculo de dicho factor ya que éste se puede obtener directamente manipulando únicamente las escalas.

Pocas reglas conocidas tuvieron escalas especializadas para el cálculo del interés compuesto, entre ellas estudiaremos la regla española de D. Constantino Garcés y Vera.

Formulas del interés simple y del interés compuesto

La fórmula que utilizaremos para calcular el interés simple será la siguiente:

$$\mathbf{C_n = C_0\ (1 + (r\ .\ n))}$$

Y la fórmula para calcular el interés compuesto será:

$$\mathbf{C_n = C_0\ (1 + r)^n}$$

Siendo $\mathbf{C_0}$ el capital inicial, **r** la tasa de interés, **n** el periodo de tiempo considerado y $\mathbf{C_n}$ el capital final resultante.

Es necesario saber calcular la expresión $\mathbf{(1 + r)^n}$, que llamaremos ***factor de interés*** **F,** para poder efectuar la multiplicación $\mathbf{C_0}$ x **F**.

Otras fórmulas del interés compuesto son mostradas en el Anexo 1, así como las relativas a las anualidades.

Cálculo del interés compuesto con las reglas de cálculo

Algunos de los manuales de las primeras reglas de cálculo, construidas en Francia por Lenoir, ya indicaban el procedimiento para calcular el interés compuesto; por ejemplo el manual de Mouzin (1825) [1] preconizaba este cálculo por el método de multiplicaciones sucesivas (1+r) x (1+r) x (1+r) … n veces, aunque también indicaba que sería más práctico utilizar una tabla de valores calculados del factor **F** , tabla que incluía en el manual.

56 INSTRUCTION

TABLEAU D'INTÉRÊTS COMPOSÉS,

Montrant l'accroissement par année d'un capital de cent francs,

Placé à 4 p. %		Placé à 5 p. %		Placé à 6 p. %	
1.re année.	104. »	1.re année.	105. »	1.re année.	106. »
2.	108.16	2	110.25	2. . . .	112.36
3.	112.48	3	115.76	3. . . .	119.10
4.	116.98	4	121.55	4. . . .	126.24
5.	121.66	5	127.62	5. . . .	133.82
6.	126.53	6	134. »	6. . . .	141.85
7.	131.59	7	140.71	7. . . .	150.36
8.	136.85	8	147.74	8. . . .	159.38
9.	142.33	9	155.13	9. . . .	168.94
10.	148.02	10	162.88	10. . . .	179.08
11.	153.94	11	171.03	11. . . .	189.82
12.	160.10	12	179.58	12. . . .	201.21
13.	166.50	13	188.56	13. . . .	213.29
14.	173.16	14	197.99	14. . . .	226.09
15.	180.09	15	207.89	15. . . .	239.65
16.	187.29	16	218.28	16. . . .	254.03
17.	194.79	17	229.20	17. . . .	269.23
18.	202.58	18	240.66	18. . . .	285.47
19.	210.68	19	252.69	19. . . .	302.56
20.	219.11	20	265.32	20. . . .	320.71

Tabla de los valores de F por 100 francos de 1 a 20 años, porcentajes de 4%, 5%, 6%

El manual de la regla Mannheim de P. Rozé (1907) [2] aconseja buscar el logaritmo de (1+r) con la escala log, multiplicarle por **n** y buscar el antilogaritmo del resultado, así obtendremos el factor **F**.

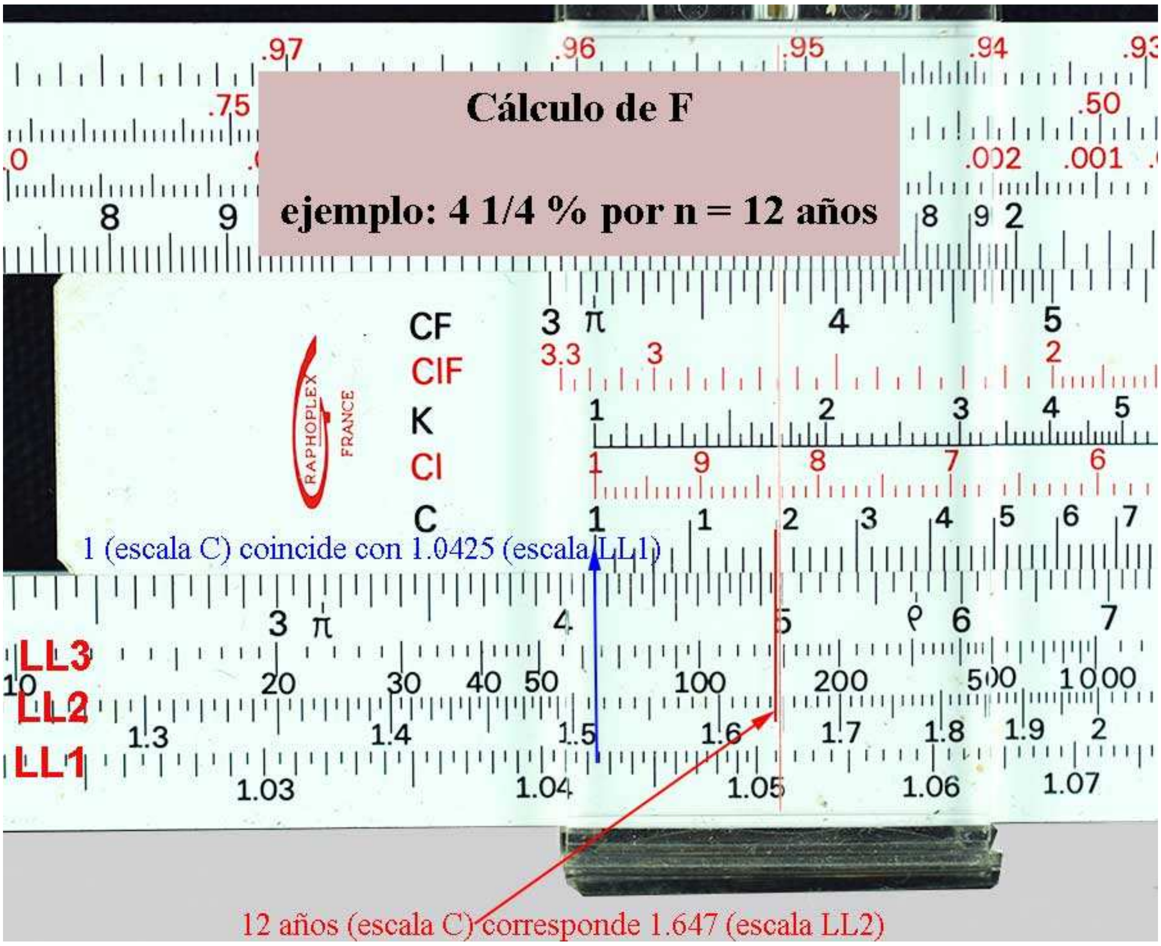
El manual Beghin (1924) [3] propone un método idéntico al explicado en el manual de P. Rozé y además incluye una tabla con los valores del logaritmo (1+r) (Anexo 2)

La regla Nestler N°40 utiliza la fórmula $C_n = C_0 \times F$, el valor del factor **F** se encuentra en una tabla impresa en el reverso de la regla (Anexo 2).

Con la aparición de las reglas Darmstadt, que llevan escalas exponenciales, se simplifica el cálculo del interés compuesto. Se utilizan las escalas LL y la escala C como muestra el siguiente esquema:

Cálculo del factor F siendo r = 4 ¼ % y n = 12 años

Hacemos coincidir el valor de **(1+r)** (1,0425) en la escala LL1 con el '1' de la escala C, al valor 12 años (escala C) corresponderán $\mathbf{(1+r)^{12}} = \mathbf{\mathit{1,647}}$ leídos en la escala LL2.



Este método está frecuentemente descrito en los manuales de las reglas 'modernas'.

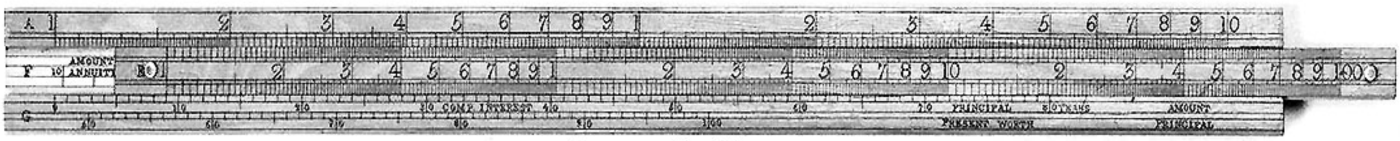
Algunas reglas inscriben en su reverso el procedimiento de este cálculo, por ejemplo la regla "Fiducial" de Graphoplex (Anexo 3).

Las reglas P.IC. log-log utilizan, además de las escalas logarítmicas, otras escalas auxiliares para el cálculo de la expresión $(1+r)^n$, el libro de instrucciones de estas reglas es un verdadero manual de cálculos financieros [4].

Las soluciones vistas hasta ahora utilizan las escalas clásicas que se encuentran en la mayoría de las reglas de cálculo, existen pocas reglas conocidas portadoras de escalas específicas para el cálculo del interés compuesto.

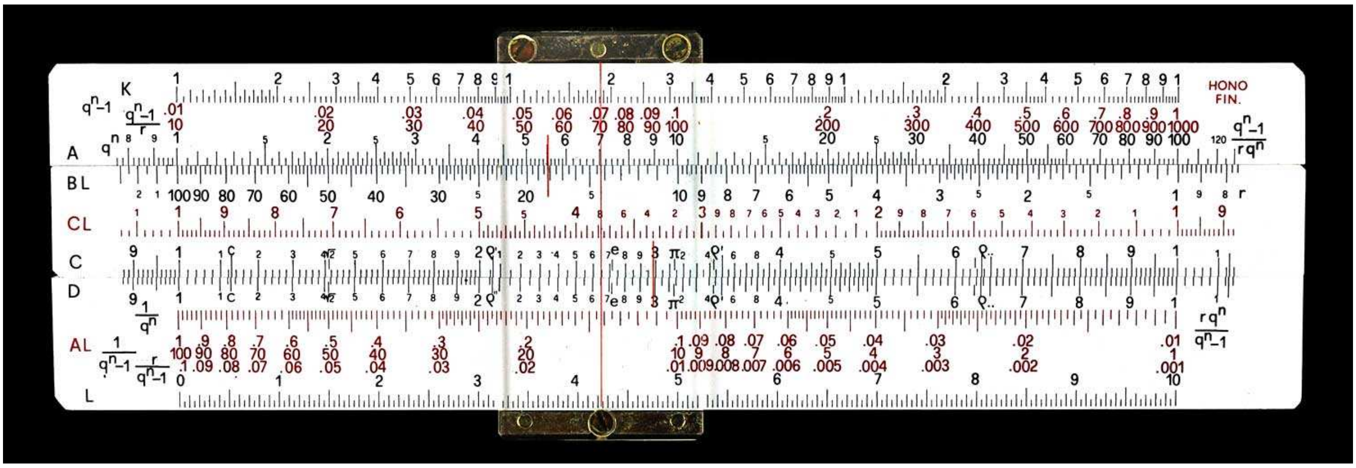
La más antigua entre ellas es la conocida como regla de ‘***Benjamín Bevan***’; este ingeniero construyó en 1822 una regla Soho a la que añadió varias escalas que permitían el cálculo del interés compuesto y de las anualidades, pero únicamente para un interés del 5%.

El autor describió la regla y su manejo en un tratado [5]; dos artículos aparecidos en la Slide Rule Gazette [6] y en el Journal de la Oughtred Society [7] ayudan a comprender el funcionamiento de las escalas de la regla Bevan.



la regla Bevan

Otra regla más reciente con escalas especializadas en el cálculo del interés compuesto es la “Hono Finanziario” cuyo manual explica detalladamente su utilización [8].



La regla Hono Finanziaro

https://photocalcul.com/Calcul/Regles/Autres/Hono_Finan/photo_HonoFinances.html

La tercera regla específica conocida es una regla española de D. Constantino Garcés y Vera la cual vamos a describir a continuación.

La regla de cálculo financiera de D. CONSTANTINO GARCES Y VERA

El sitio internet “Todo Colección” presenta una regla en venta [9] que ha despertado nuestro interés, las imágenes muestran una regla con escalas especializadas en el cálculo de interés compuesto como nos lo confirma las fórmulas inscritas en la regla, así como el texto impreso en su interior debajo de la reglilla.

El autor nos he desconocido, tenemos únicamente el dato de que era ‘Ayudante del Servicio Agronómico de Toledo’ y que los pedidos de esta regla podían hacerse a la librería militar de D. Rafael G. Menor, en Toledo.

La regla es de madera y las escalas están impresas en papel pegado a la regla, la escala más larga mide 40 cm.

Es difícil situar la fecha de construcción de esta regla, el libro de Algebra de Salinas y Benítez citado en la regla tuvo trece ediciones entre 1885 y 1946 y la librería/imprenta Gómez-Menor, donde se podía comprar la regla, existe desde 1884 [10] hasta hoy en día. Por otro lado, para nuestra mayor confusión, el autor D. Constantino Garcés y Vera aparece en internet como ¡un periodista de Toledo fallecido en 1922!

Pensamos que esta regla de cálculo está inspirada del ejemplo que encontramos en el libro ‘Nociones de Nomografía’ de Fernando Baró, página 122 [11].
La regla de Baró calcula gráficamente por medio de un ábaco el producto de n por log(1+r), para n de 0,5 a 6 años. (Anexo 4)

Si la regla de Baró es un buen ejemplo didáctico de la constitución de una regla de cálculo y además tiene la ventaja de calcular directamente el valor de F, no parece ser una regla que haya sido construida quizás debido al espacio desmesurado ocupado por el ábaco y a la necesidad absoluta de un cursor.

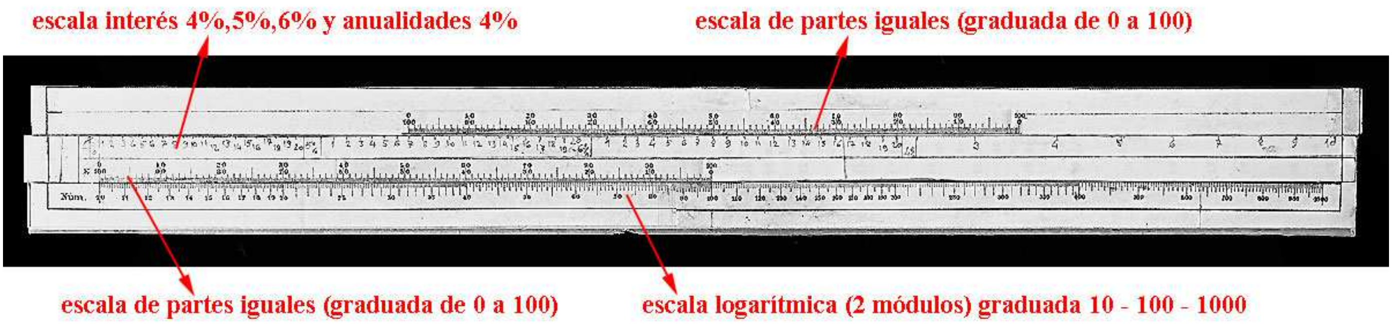
La solución de estos inconvenientes parece haber sido encontrada por Garcés al remplazar el ábaco por sus escalas resultado (años-%) lo que hace innecesario el cursor y reduce el ancho de la regla, pero sin embargo la regla resulta más difícil de utilización al no disponer directamente del valor de F. (Anexo 5)

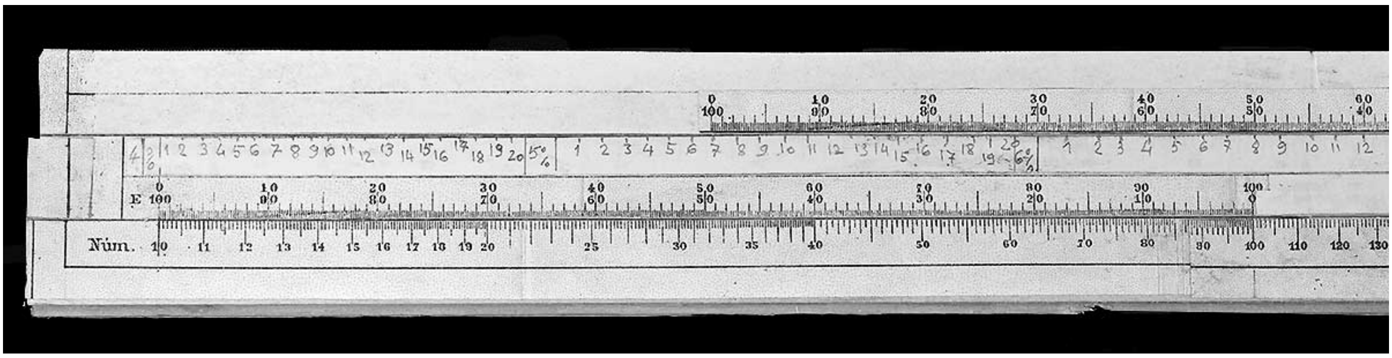
La regla de Garcés comporta tres escalas (4%, 5%, 6%) para el cálculo del interés compuesto y otras tantas para las anualidades, cada una de ellas con diferentes valores de años, la graduación de las escalas se puede deducir del ábaco de Baró o directamente de una tabla de valores calculados del factor F como hemos visto anteriormente en el manual de Mouzin para la regla Soho de Lenoir.

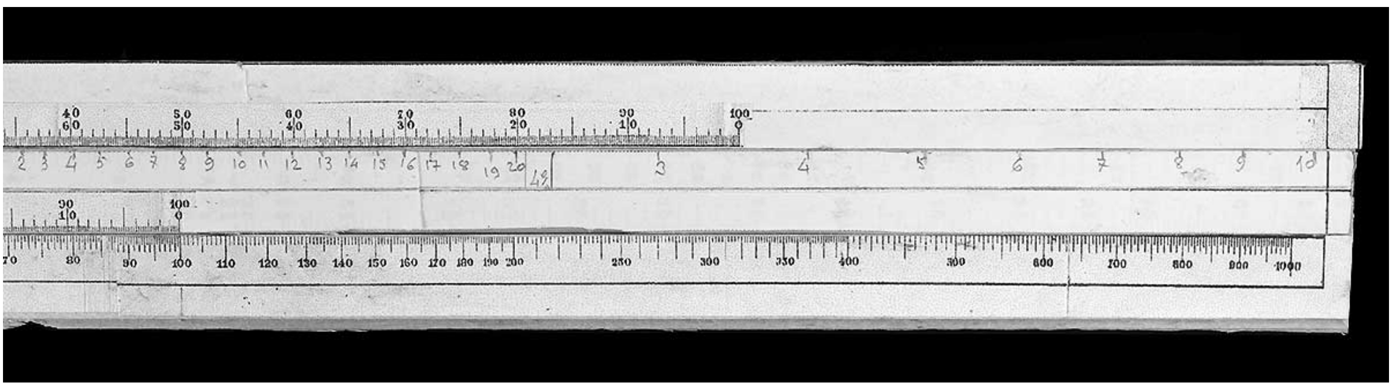
Basándose en las imágenes de 'Todo Colección' (Anexo 7 y [9]) hemos construido una maqueta de cartón (Anexo 6) afín de analizar el funcionamiento de la regla

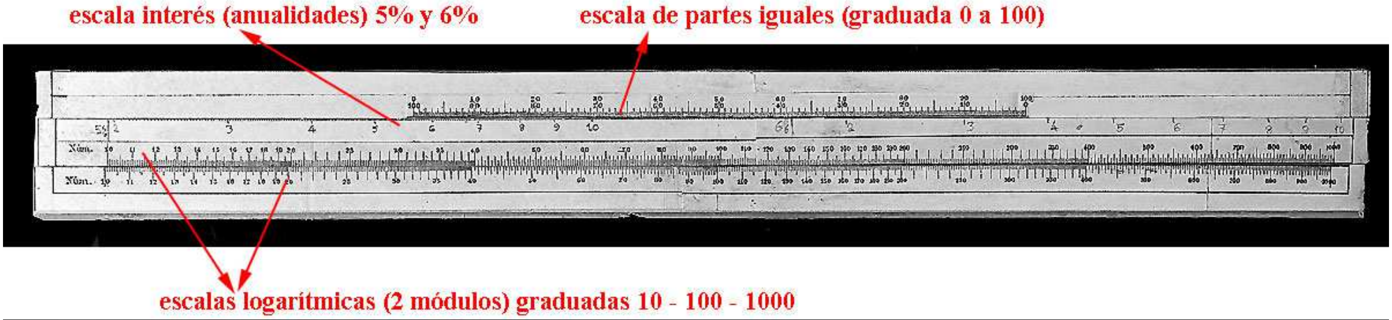
- LAS ESCALAS

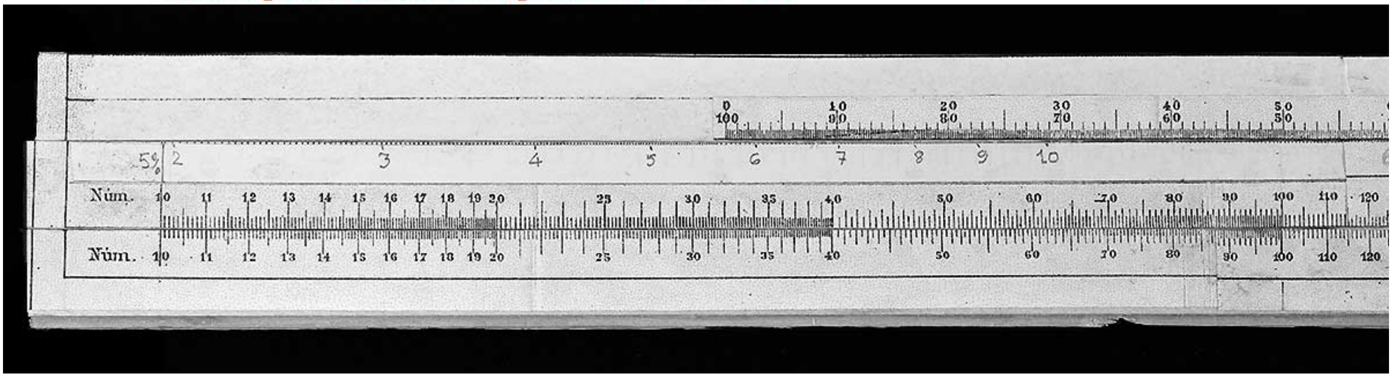
Las escalas están basadas en un módulo logarítmico de 20 cm y están repartidas entre la regla y los dos lados de la reglilla como muestran las siguientes ilustraciones.

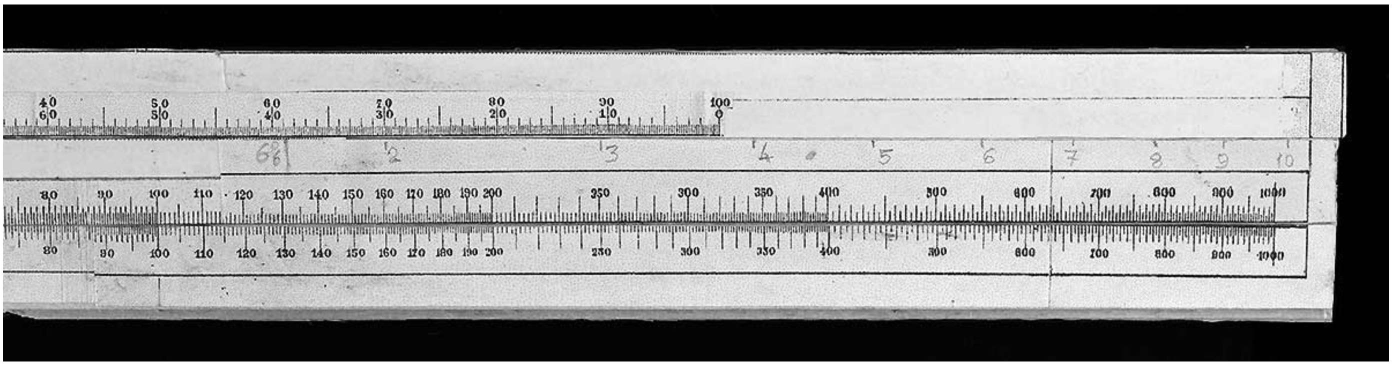












El Anexo 6 muestra las escalas con más detalles y el Anexo 7 presenta algunas de las fotos originales de esta regla aparecidos en el anuncio de la venta en ‘Todo Colección’.

En el interior de la regla está escrito el procedimiento para buscar los logaritmos utilizados en las fórmulas del cálculo de interés compuesto y de las anualidades:

“En el Algebra de los Sres. Benítez y Salinas, págs. 194 a la 204, está explicado el manejo de esta regla de cálculo. En la parte superior de la reglilla hay seis grupos con las anotaciones 4% 5% y 6%. Los tres primeros que están en un mismo lado de la reglilla sirven para hallar el logaritmo de $(1 + r)^n$ y los tres de divisiones grandes están uno en el mismo lado y los otros dos en el otro para hallar el logaritmo de $[(1 + r)^n - 1]$. Para encontrar dichos logaritmos se hace que el origen del grupo ya sea de la 1ª o 2ª fórmula correspondiente al tanto por ciento que se trata de buscar, coincida con el 0 de la escala de la parte superior de la regla y encima del número igual al exponente estará el logaritmo buscado.”

Disposición de las escalas de % para leer el valor del log $(1+r)^n$

- EJEMPLO DE CALCULO CON LA REGLA DE GARCES

La información dada por el autor, indicando que el Algebra de Salinas explica el manejo de esta regla, está incompleta. Efectivamente el citado libro explica el funcionamiento de las escalas logarítmicas de la parte inferior de la regla para efectuar multiplicaciones, divisiones y logaritmos, pero no detalla el procedimiento completo para calcular el interés y las anualidades.

No disponiendo del manual completo de esta regla nos vemos obligados a sugerir el procedimiento que parece el más lógico, teniendo en cuenta la disposición de las escalas.

Cálculo del interés compuesto

Calculemos, por ejemplo, el capital obtenido al cabo de 15 años con un interés compuesto del 5% y un capital inicial de 2000 euros. Lo haremos en tres fases:

1/ Buscar el factor de interés, log **F** = log $(1+5\%)^{15}$

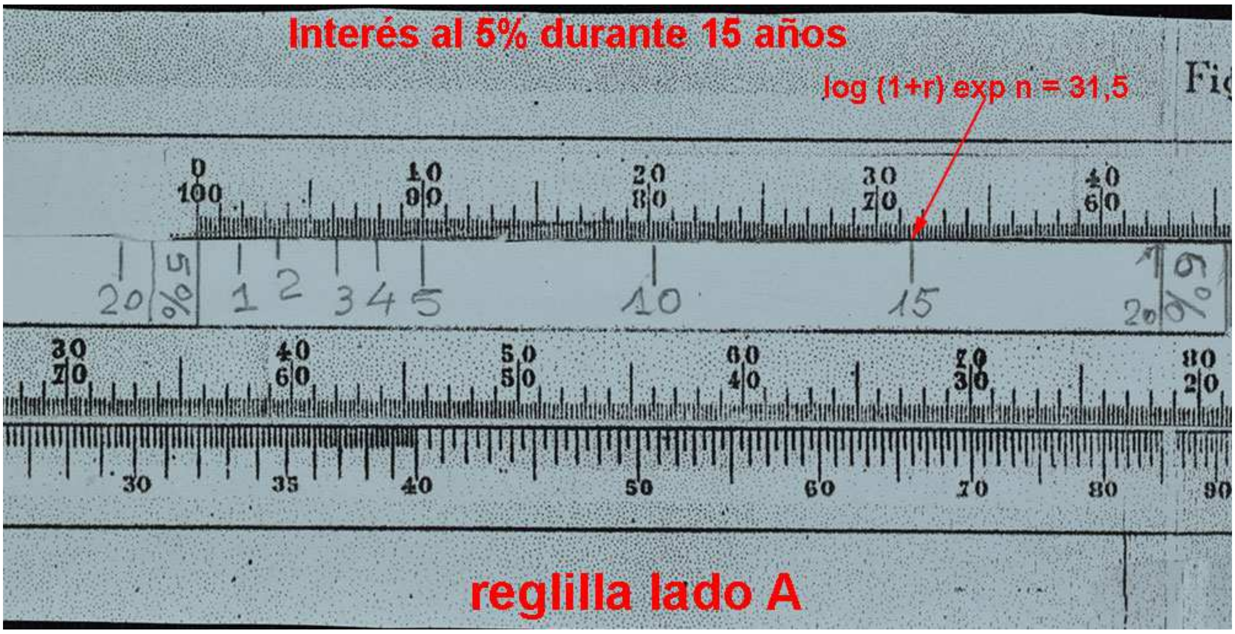
log F= 31,5

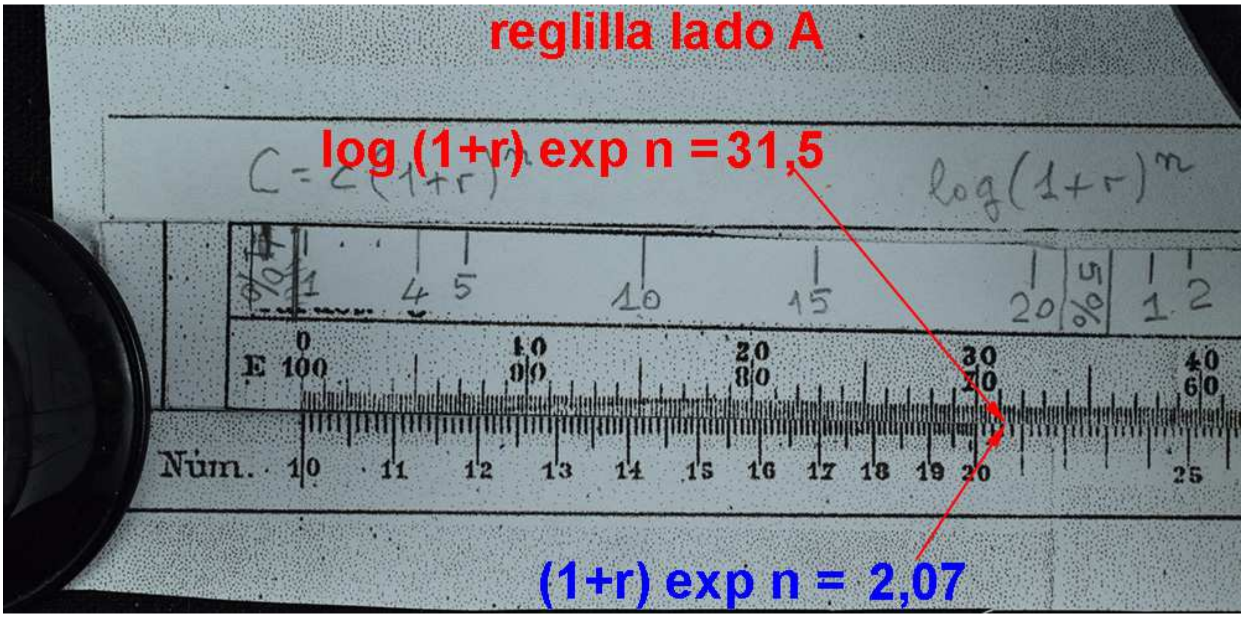
2/ Buscar el antilog **F**

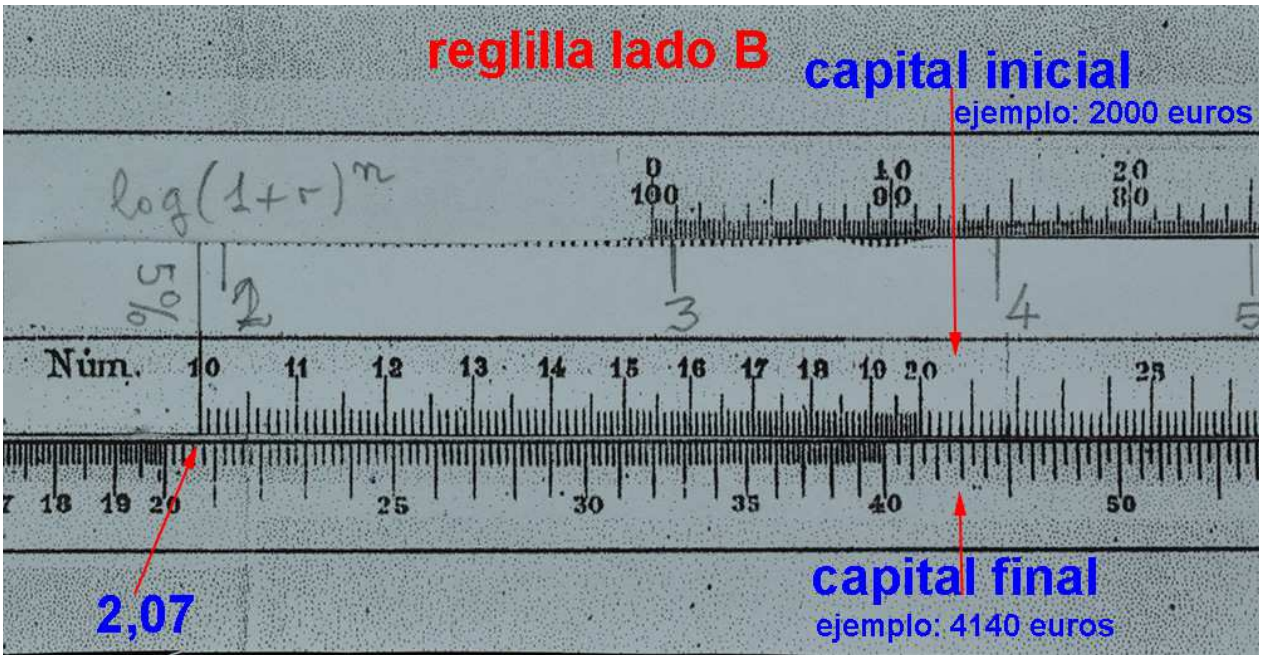
F = 2,07

3/ Multiplicar el capital inicial por el factor F

2000 € x 2,07 = **4140 €**


Interés al 5% durante 15 años
log (1+r) exp n = 31,5
reglilla lado A


reglilla lado A
log (1+r) exp n =31,5
log(1+r)^n
Núm.
(1+r) exp n = 2,07


reglilla lado B
capital inicial
ejemplo: 2000 euros
log(1+r)^n
Núm.
2,07
capital final
ejemplo: 4140 euros

Cálculo de las anualidades

No conocemos las razones que tuvo el autor para incluir en su regla las escalas logarítmicas de anualidades (4%, 5%, 6%) ni que fórmulas incluyen el log $[(1 + r)^n - 1]$.

La expresión $[(1 + r)^n - 1]$ que se encuentra en las formulas de anualidades se calcula fácilmente una vez conocido el valor de $(1 + r)^n$, que se obtiene por el método descrito en el cálculo de intereses, ya que una sencilla sustracción nos dará el resultado sin tener que recurrir a los logaritmos.

Conclusión

El ejemplar de la regla Garcés mostrada en “Todo Colección” parece ser más un prototipo que una realización industrial, no tenemos ninguna información del devenir de tal dispositivo.

¿Qué regla vendía y quizás construía la librería militar de Toledo? ¿De madera con escalas pegadas de papel? ¿Existió otro modelo más ‘industrial’?

También cabría preguntarse porqué un técnico de un servicio agronómico dibujó una regla de cálculo de intereses y cuál debió de ser su relación con el homónimo D. Constantino Garcés, periodista toledano.

Respecto a la regla la idea es original, pero se puede mejorar si se acepta la presencia de un cursor y otra disposición de las escalas.

No olvidemos que la utilización de esta regla tenía que ser compatible con el grado de precisión exigido a un cálculo financiero.

NOTAS

[1] “Instruction sur la manière de se servir de la règle à calcul” Mouzin (1825)

[2] “Théorie et Usage de la règle à calculs” P. Rozé (1907)

[3] “Traité… des règles à calculs Beghin” A. Beghin (1924)

[4] “..THE P.I.C. Direct & Inverse Log-Log Differential Scales for... Finance Calculations”

http://tinas-sliderules.me.uk/Slide%20Rules/SlideRuleBooks.html

[5] “A Practical Treatise On The Sliding Rule In Two Parts” par Bevan

https://books.google.fr/books?id=xo5aAAAAcAAJ&printsec=frontcover&dq=A+Practical+Treatise+On+The+Sliding+Rule+In+Two+Parts&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwi2h526lM7sAhVaA2MBHWB1DS4Q6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=A%20Practical%20Treatise%20On%20The%20Sliding%20Rule%20In%20Two%20Parts&f=false

[6] “My Favourite Slide Rule in my Husband's Collection” by C. Rudowski.
Slide Rule Gazette. Issue 8 Autumn 2007 Pg 12.

https://sliderules.lovett.com/extendedlitsearch1.html (Keyword : Bevan)

[7] “The Curious Slide Rule of Benjamin Bevan” by Robert K. Otnes
Proceedings of the 14th International Meeting of Slide Rule Collectors, September, 2008 Pg 171

https://sliderules.lovett.com/extendedlitsearch1.html (Keyword : Bevan)

[8] Manual en italiano de la regla “Hono Finanziaro”

https://photocalcul.com/Calcul/Regles/Notices-regles/notice_Hono_Finances.pdf

[9] (Todo Colección) “Regla de cálculo de madera con escalas sobre papel”

https://fr.todocoleccion.net/antiquites-techniques/regla-calculo-madera-escalas-sobre-papel-principios-pasado-siglo-calculadora~x194327392

[10] “Muere Juan Gabriel Gómez-Menor, impresor y librero toledano” ABC (2018)

https://www.abc.es/espana/castilla-la-mancha/toledo/ciudad/abci-fallece-librero-impresor-toledano-juan-gabriel-gomez-menor-201812091749_noticia.html

[11] “Nociones de Nomografía” de F. Baró (1917)

https://books.google.es/

ANEXO 1

ALGUNAS FORMULAS DE INTERES COMPUESTO Y ANUALIDADES

INTERES COMPUESTO

$$\mathbf{C_n = C_0 (1 + r)^n}$$

Siendo $\mathbf{C_0}$ el capital inicial prestado, **r** la tasa de interés, **n** el periodo de tiempo considerado y $\mathbf{C_n}$ el capital final resultante.

Tiempo para que un capital inicial $\mathbf{C_0}$ se convierta en un capital $\mathbf{C_n}$

$$n = (\log C_n - \log C_0) / \log (1+r)$$

Tiempo en que un capital se hace **m** veces mayor, una vez fijado el tanto por ciento **r**

$$n = \log m / \log (1+r)$$

ANUALIDADES

La anualidad (**a**) capaz de extinguir en **n** años el préstamo $\mathbf{C_0}$ y sus intereses acumulados, al tanto por uno **r** tiene por expresión:

$$\mathbf{a = C_0\, r\, (1 + r)^n / (1 + r)^n - 1}$$

La anualidad (**a**) que debe imponerse durante **n** años consecutivos, al tanto por uno **r,** para poder retirar el capital $\mathbf{C_n}$ es:

$$\mathbf{a = C_n\, r\ /\ [(1 + r)^n - 1]\, (1 + r)}$$

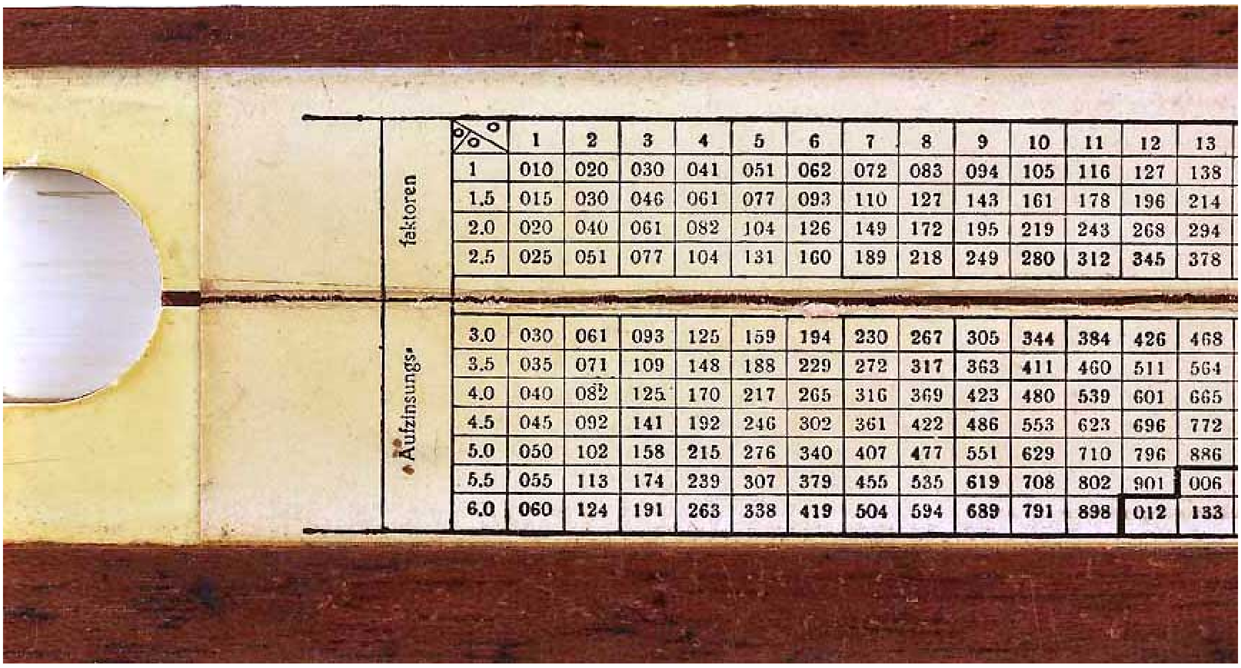
Fuente: “Algebra” por Ignacio Salinas y Manuel Benítez - Sexta edición - Madrid 1916 - libro I, páginas 208 y siguientes.

ANEXO 2

Intérêt de 1 fr. pendant 1 jour et log. (1 + r).

Taux (r)	Intérêt: Année de 360 jours	Intérêt: Année de 365 jours	Log (1 + r)	Taux (r)	Intérêt: Année de 360 jours	Intérêt: Année de 365 jours	Log (1 + r)
	0,000	0,000	0,0	3 1/2 %	097221	095890	149403
1/2 %	013888	013699	021661	4 »	111111	109589	170333
1 »	027777	027397	043214	4 1/2 »	124999	123288	191163
1 1/2 »	041665	041096	064660	5 »	138888	136986	211893
2 »	055555	054795	086002	5 1/2 »	152777	150685	232525
2 1/2 »	069443	068493	107239	6 »	166667	164384	253059
3 »	083333	082192	128372	7 »	194444	191781	293838

Interés de 1 franco durante 1 día y valores log (1+r) correspondientes
“Règles à calcul Beghin” por A Beghin (1924)



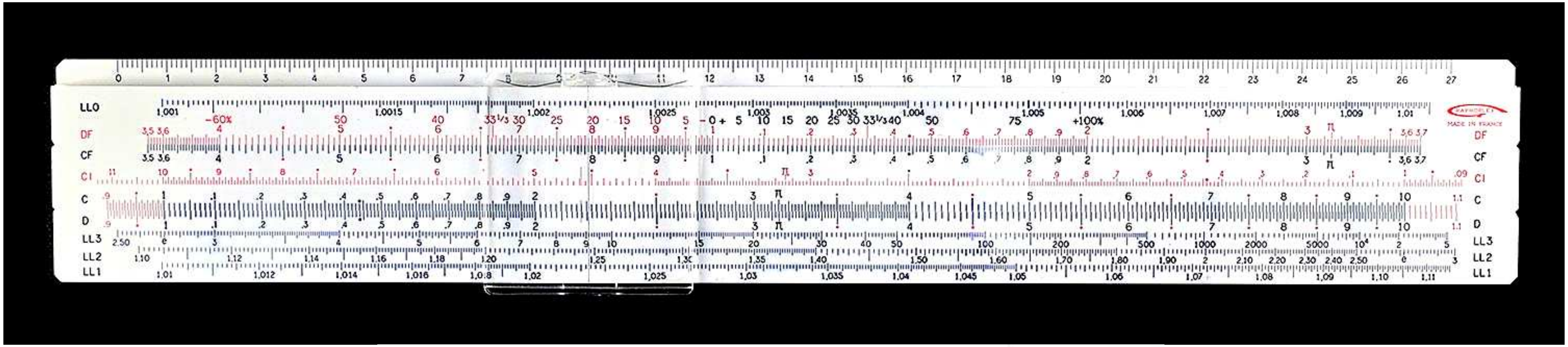
%/o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	010	020	030	041	051	062	072	083	094	105	116	127	138
1,5	015	030	046	061	077	093	110	127	143	161	178	196	214
2.0	020	040	061	082	104	126	149	172	195	219	243	268	294
2.5	025	051	077	104	131	160	189	218	249	280	312	345	378
3.0	030	061	093	125	159	194	230	267	305	344	384	426	468
3.5	035	071	109	148	188	229	272	317	363	411	460	511	564
4.0	040	082	125	170	217	265	316	369	423	480	539	601	665
4.5	045	092	141	192	246	302	361	422	486	553	623	696	772
5.0	050	102	158	215	276	340	407	477	551	629	710	796	886
5.5	055	113	174	239	307	379	455	535	619	708	802	901	006
6.0	060	124	191	263	338	419	504	594	689	791	898	012	133

Nestler 40

Tabla del factor **F** de 1 a 13 años para intereses de 1% a 6%

ANEXO 3

Regla Graphoplex 'Fiducial'



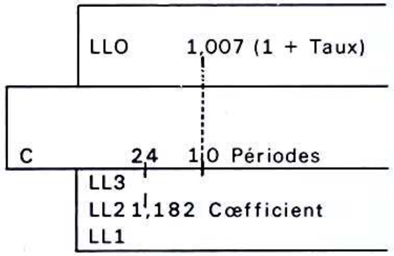
INTERETS COMPOSES = VALEURS ACQUISES

1°) VERSEMENT UNIQUE :

Valeur acquise par une somme de 450 F. au bout de 24 périodes au taux de 0,7% (ou 0,007) par période (soit période = mois)

1) Calcul du cœfficient : voir ci-contre soit 1,182

2) Valeur acquise
450 F × 1,182 = 532 F.



2°) VERSEMENTS PERIODIQUES

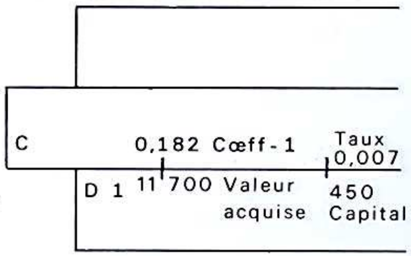
Soit 24 versements

1) Du cœfficient obtenu comme ci-dessus, retrancher 1 - soit 1,182 − 1 = 0,182

2) Résoudre règle de trois :

$$\frac{\text{Capital} \times \text{Cœf} - 1}{\text{Taux}} = \frac{450\text{ F} \times 0{,}182}{0{,}007} = 11.700\text{ F}$$

(Résultat exact = 11.715,72 F.)



https://photocalcul.com/Calcul/Regles/Graphoplex/graphoplex_Fiducial/photo_graphoFiducial.html

ANEXO 4

REGLA DE CALCULO DEL INTERES COMPUESTO

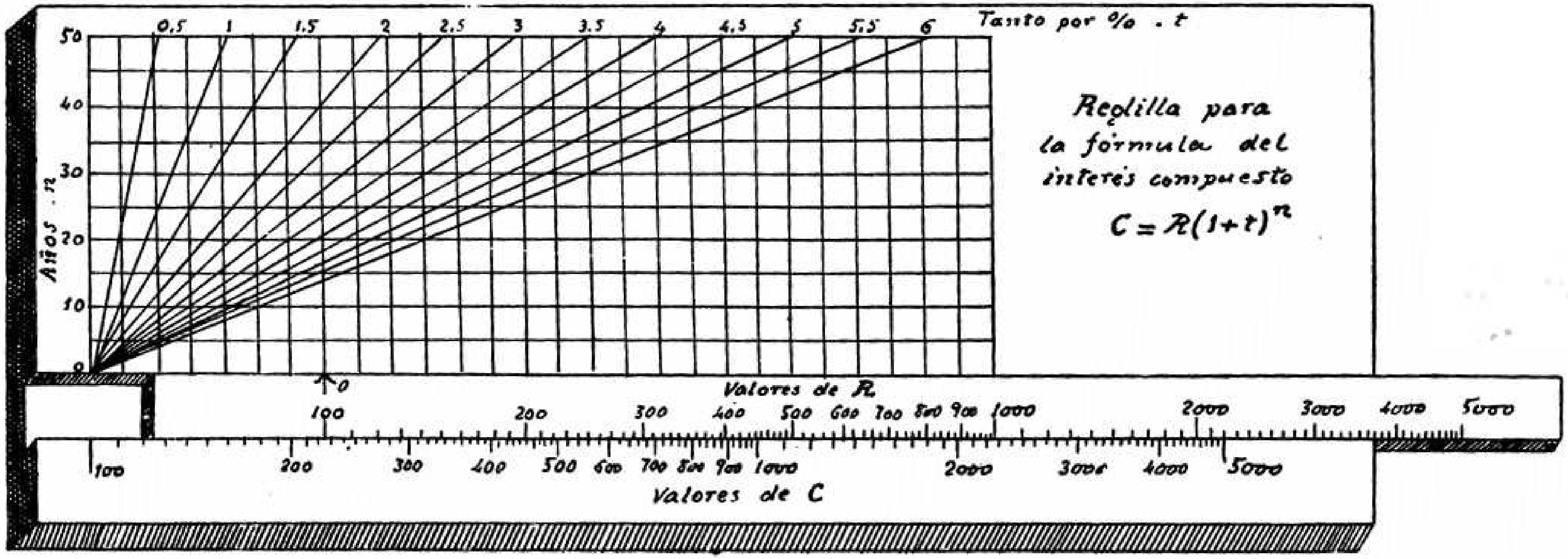


Fig. 95.

Nociones de Nomografia de Fernando Baró (1917)

Construcción de la regla de cálculo del interés compuesto en "Nociones de Nomografía" de F. Baró (página 122)

2.° Sea la fórmula del interés compuesto

$$C = R(1 + t)^n$$

Para construir una regla que calcule esta fórmula, bastará, según el procedimiento general, una reglilla móvil (fig. 91) en que la escala BC será log C, la B′C′, log R, y la AB, $n \log(1 + t)$. Pero observando que la escala AB es

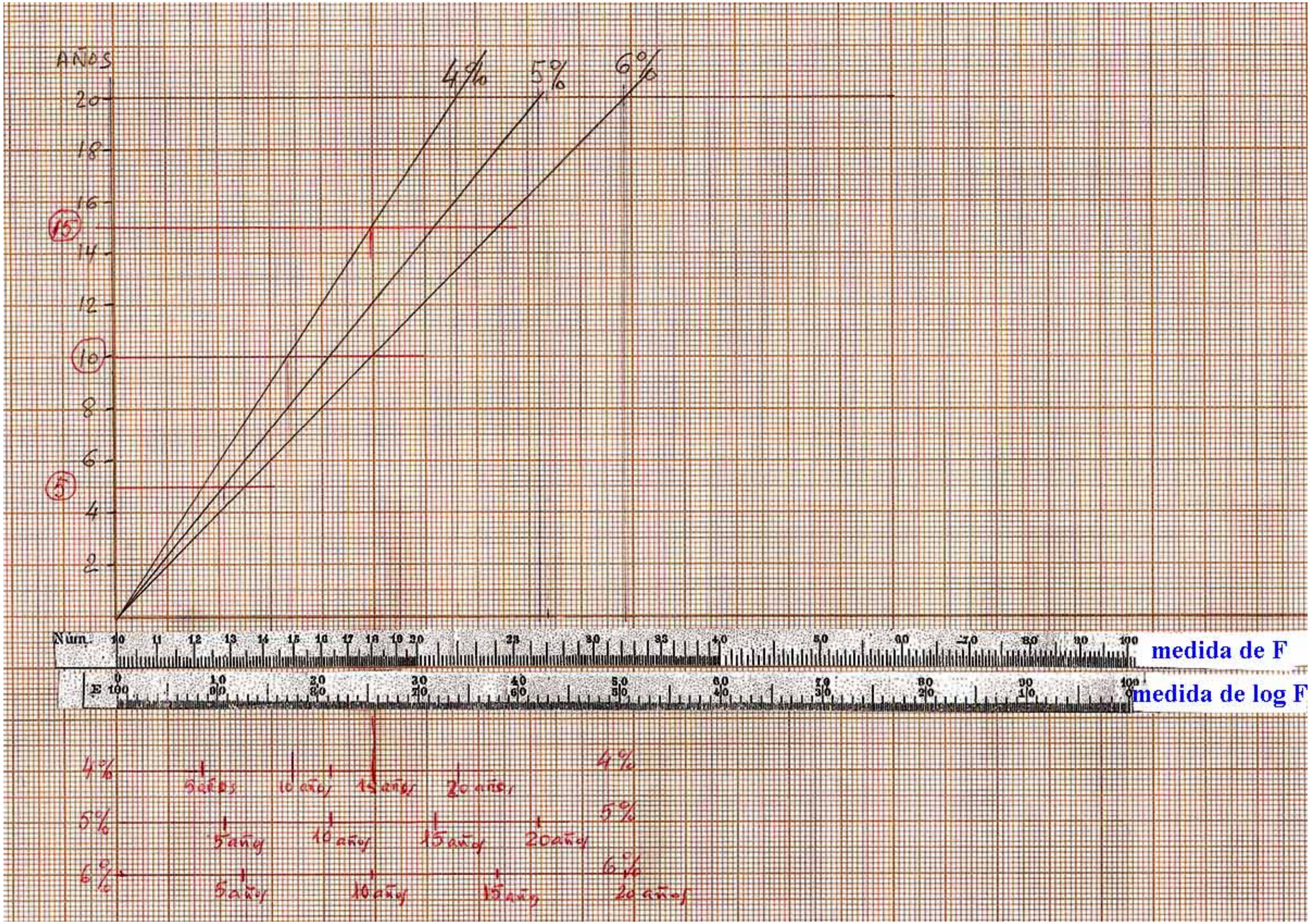
$$\alpha = n \cdot \log(1 + t)$$

es decir, el producto de n y $\log(1 + t)$, será preciso, si se quieren separar las variables, colocar un ábaco de multiplicación en la parte AM′ de la regla, de modo que su escala α (n.° 9) coincida con la AB en el mismo sentido, y su módulo sea igual al que empleemos en las B′C′ y BC.

Escogiendo al efecto el ábaco de multiplicación de la figura 28 (lámina VI) y haciendo que el índice O (fig. 95, lámina XXIII) coincida, por ejemplo, con el valor 100 de R de la escala inferior de la reglilla, hemos construído con módulo $0^m,10$, la regla de cálculo que aparece dibujada en la figura y lámina citadas. Para usarla se buscará en el ábaco la intersección de la horizontal cuya cota sea el valor dado de n, con la oblicua cuya cota sea el valor de t y se moverá la reglilla hasta hacer coincidir el índice O, con la ordenada que pase por dicho punto de intersección. Debajo del valor de R leído en la escala correspondiente, se encontrará en coincidencia el de C que resuelve el problema. Fácil es ver que por análogo procedimiento puede hallarse cualquiera de las variables, tomada como incógnita.

Se comprende por el anterior ejemplo a cuántas combinaciones se presta el procedimiento indicado para resolver las fórmulas al parecer más complicadas, que se presentan en la práctica.

ANEXO 5



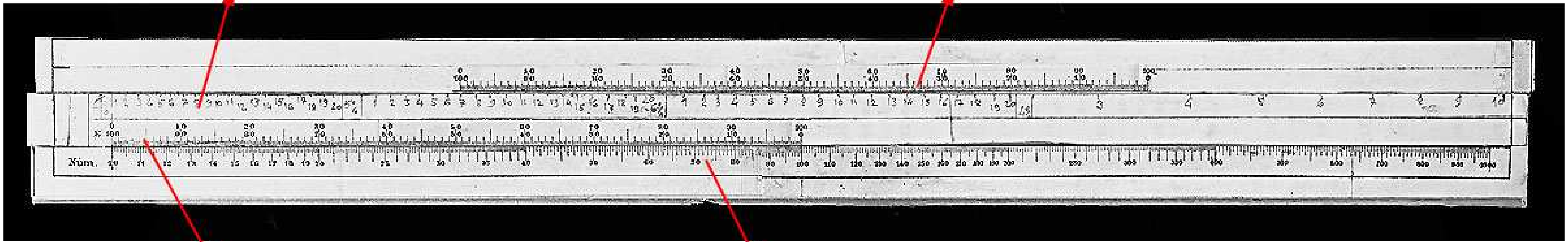
Nomograma del cálculo de $(1 + r)^n$ y su correspondiente logaritmo.
Las escalas resultado (años-%) son las que se hallan en la regla Garcés para el cálculo del interés compuesto.

ANEXO 6

ESCALAS DE LA REGLA GARCES

escala interés 4%,5%,6% y anualidades 4%

escala de partes iguales (graduada de 0 a 100)

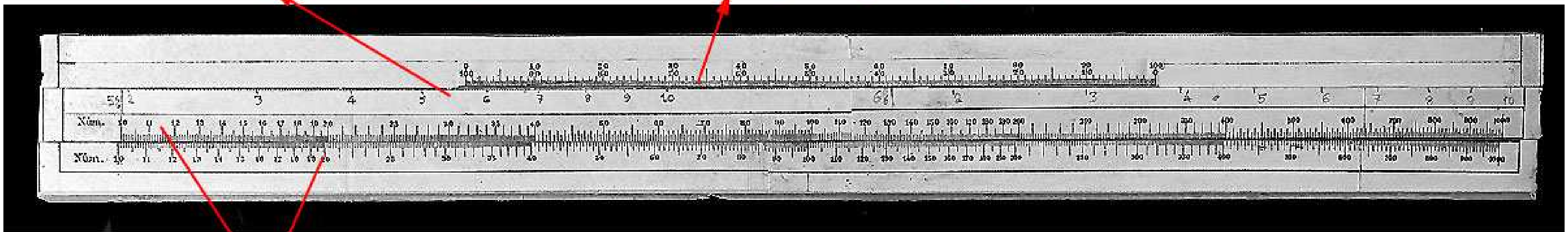


escala de partes iguales (graduada de 0 a 100)

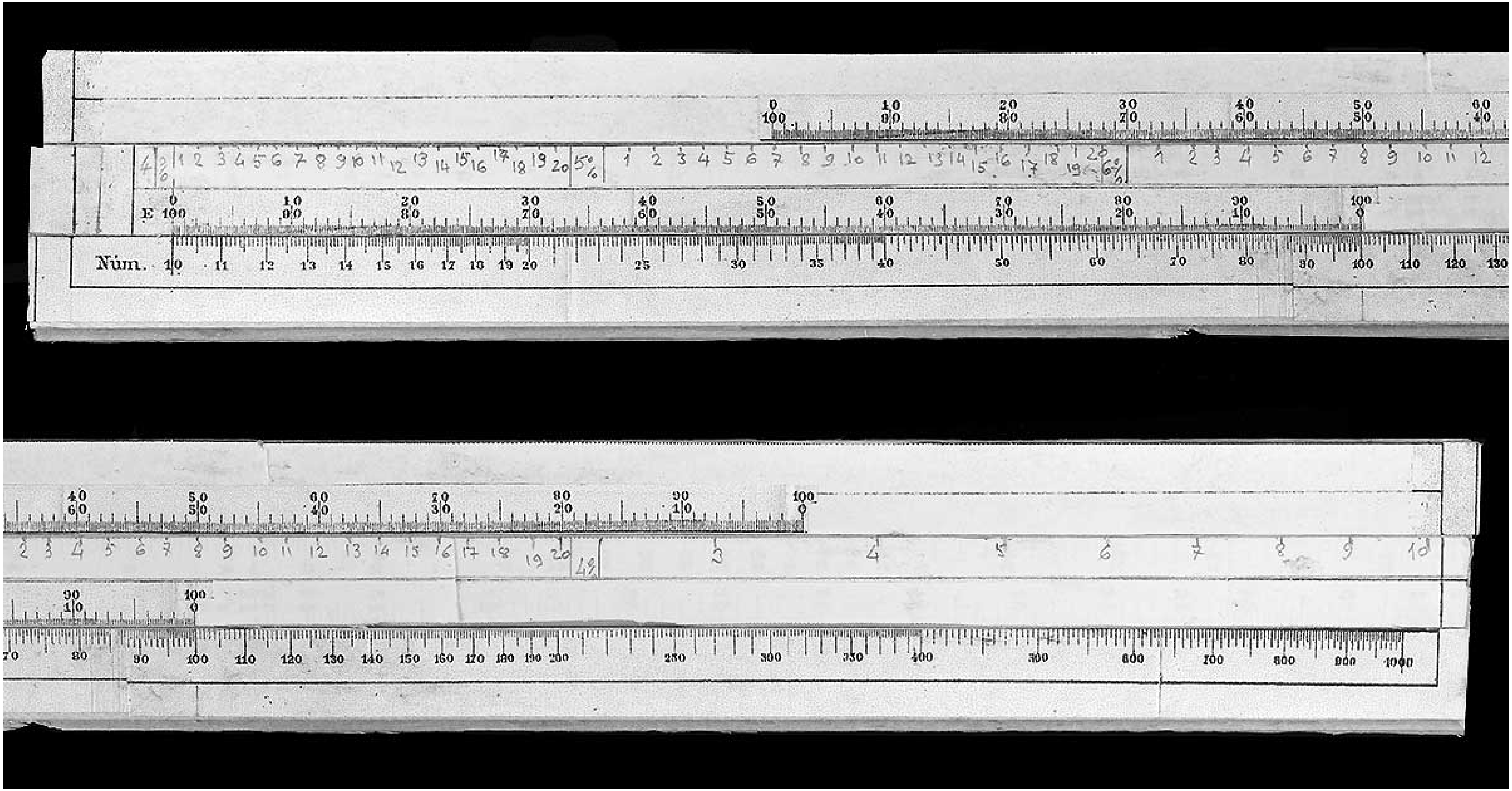
escala logarítmica (2 módulos) graduada 10 - 100 - 1000

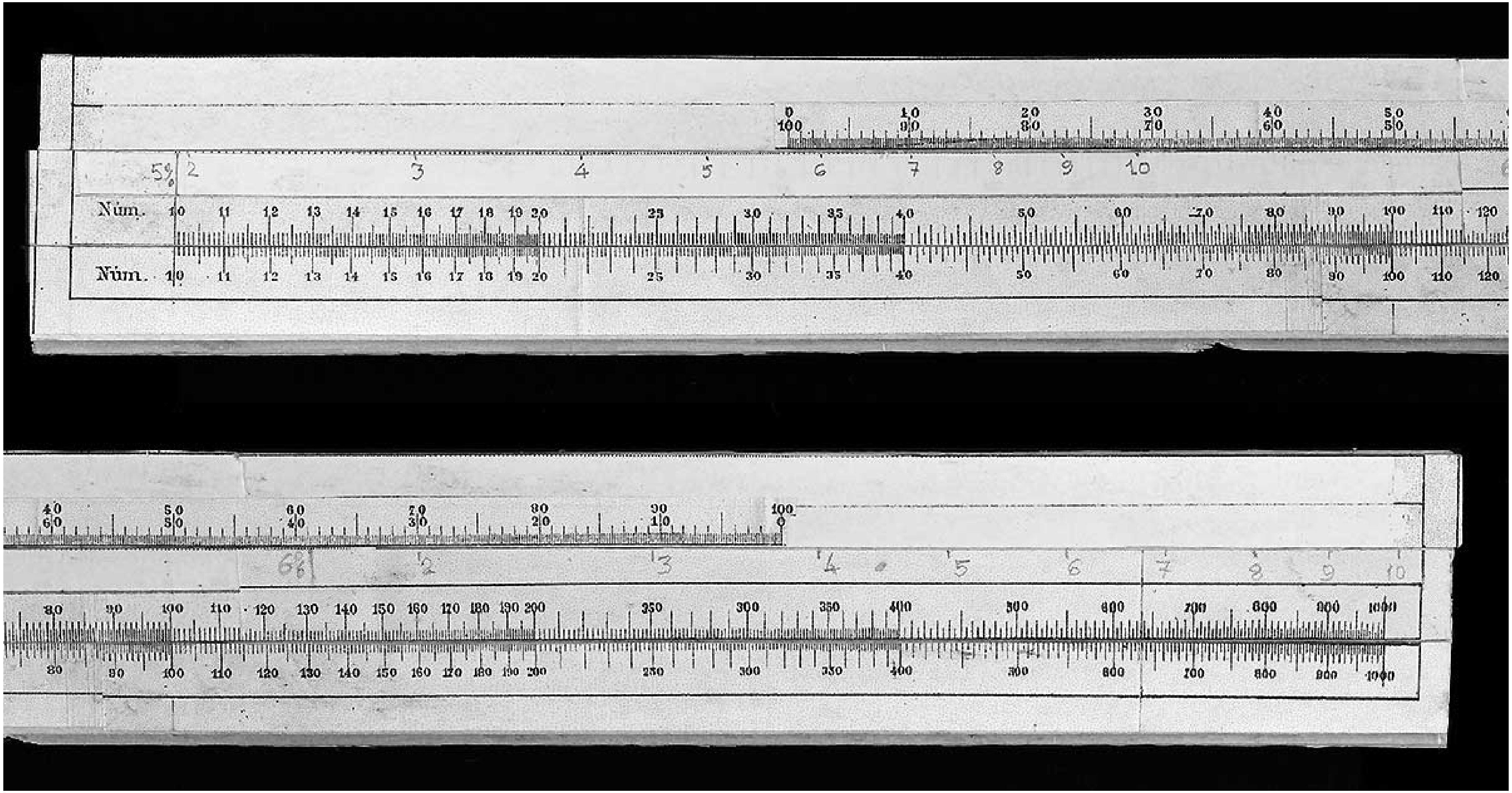
escala interés (anualidades) 5% y 6%

escala de partes iguales (graduada 0 a 100)



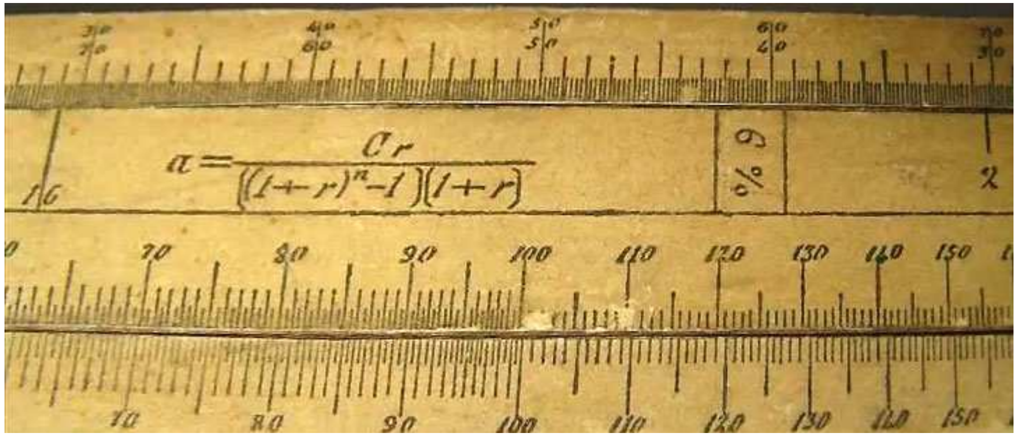
escalas logarítmicas (2 módulos) graduadas 10 - 100 - 1000

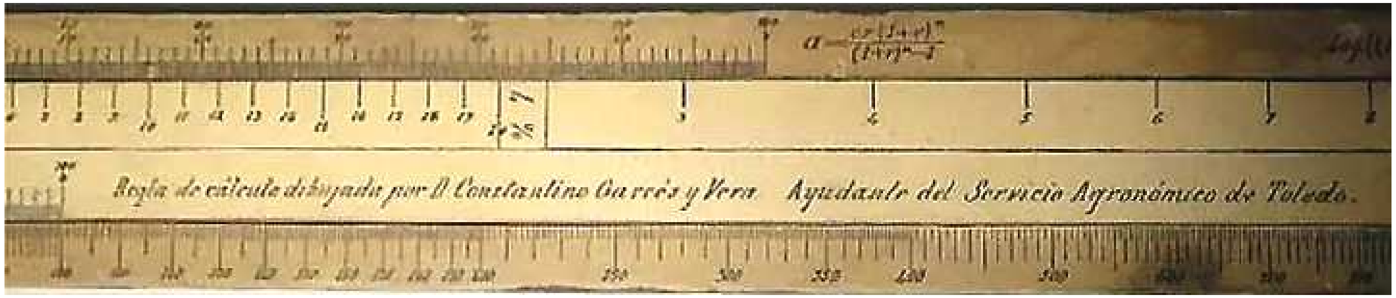

E
Núm.



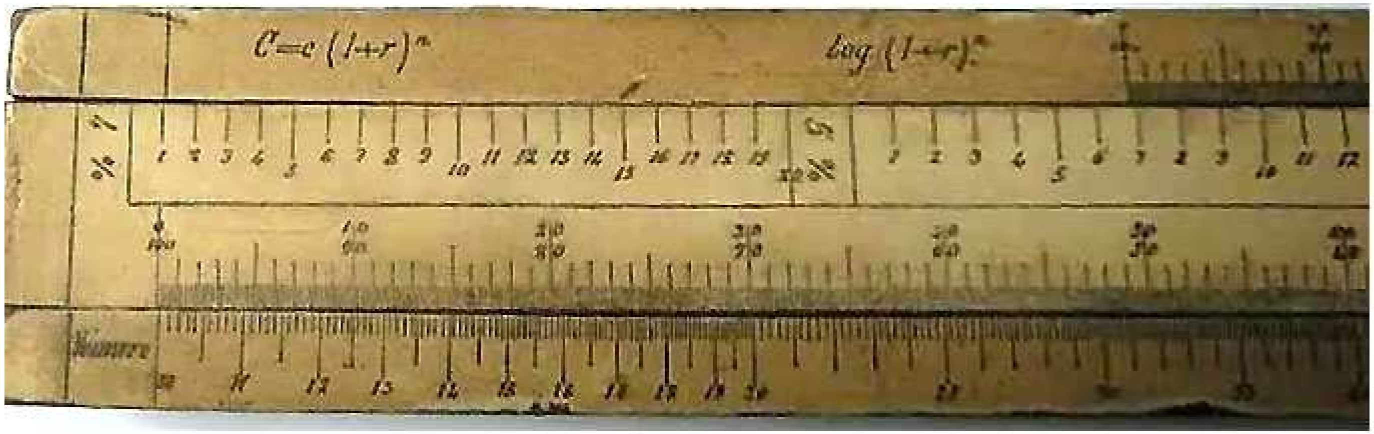
ANEXO 7

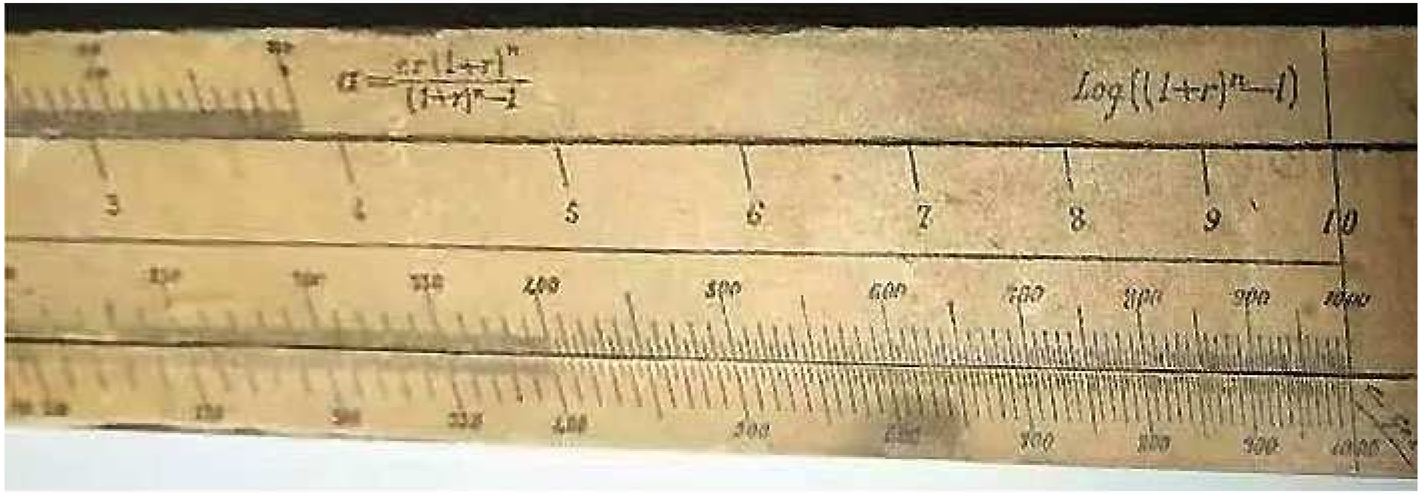
IMAGENES DE LA REGLA GARCES
(con la autorización del autor, “barcinar’’ - Todo Colección)




Regla de cálculo dibujada por D. Constantino Garcés y Vera   Ayudante del Servicio Agronómico de Toledo.


Los pedidos de esta regla pueden
hacerse á la librería militar de D. Ra-
fael G Menor, en Toledo.


C=c (1+r)^n
log (1+r)^n
Numero


Log((1+r)^n−1)
3
4
5
6
7
8
9
10