



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"



Tablas de mortalidad de la población general de la ciudad de Buenos Aires

Salvia, Feliciano

1953

Cita APA:

Salvia, F. (1953). Tablas de mortalidad de la población general de la ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires: s.e.

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios". Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

ORIGINAL

~~61351~~

TABLA DE MORTALIDAD DE LA POBLACION GENERAL DE
LA CIUDAD DE BUENOS AIRES (1936)

- Su construcción y ajustamiento por las fórmulas de Gompertz - Makeham, Lazarus y mediante las series de Gram - Charlier y Poisson - Charlier -

INSTITUTO DE BIOMETRIA

DIRECTOR: Dr. José Barral Souto

TRABAJO DE QUINTO AÑO DEL CURSO DE ACTUARIO

ALUMNO: Feliciano Salvia

REGISTRO N°: 10.945

Fal



1953

17
61351

INTRODUCCION

La construcción de la tabla de mortalidad de una población determinada es sin duda una de las elaboraciones más complejas e interesantes a que pueden ser sometidos los datos suministrados por la estadística.

La tabla de mortalidad es una medida de la mortalidad de las distintas edades que se obtiene de los datos relevados, mediante el uso de procedimientos técnicos proporcionados por el método estadístico y la ciencia actuarial.

El trabajo, que requiere un conjunto numeroso de datos recogidos en un período de tiempo más o menos largo y una serie complicada de cálculos, está ampliamente compensado por la importancia fundamental que tienen las tablas de mortalidad ya sea desde el punto de vista teórico como en el vasto campo de las aplicaciones prácticas.

El presente trabajo se propone: exponer distintos sistemas de ajustamiento ensayados para construir una tabla de mortalidad de la población general de la Ciudad de Buenos Aires en el año 1936, presentar las tablas construídas, y, analizar los resultados obtenidos comparándolos con los de otras tablas.

61351

I - CONSTRUCCION DE UNA TABLA EN BASE A LOS VALORES OBSERVADOS.

A. Datos disponibles.

Las tablas de mortalidad de población general pueden construirse siguiendo varios sistemas, dependiendo la elección del mismo de los datos de que se disponga.

Para la construcción de la tabla de mortalidad de la Ciudad de Buenos Aires se contó con los siguientes datos: Población de la ciudad al 22 de octubre de 1936 y de funciones ocurridas durante el quinquenio comprendido entre el 22 de abril de 1934 y el 21 de abril de 1939.

B. Fuentes utilizadas para obtener la información.

- 1) Del Cuarto Censo General de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires, tomo 1, pag. 339, se extrajo la población al 22 de octubre de 1936; y
- 2) De la Revista de Estadística Municipal de la Ciudad de Buenos Aires, Año LII, Octubre, Noviembre y Diciembre de 1939, números 625, 626, 627, pags. 330 a 342, se obtuvieron las defunciones correspondientes a los años 1934, 1935, 1936, 1937, 1938 y 1939.

C. Datos utilizados y primera elaboración de los mismos.

1.- POBLACION (P_x)

Población de hecho y de derecho

El Cuarto Censo Municipal trae la población de derecho y de hecho al 22 de octubre de 1936 clasificada por edad.

Se consideró como población del municipio la población de hecho registrada por el censo (Total 2.410.047), habiéndose adoptado este temperamento debido a la forma como se tenían tabuladas las defunciones.

Edad desconocida

El censo arroja la cantidad de 1995 habitantes con edad desconocida. Debido a su exigüidad esta cifra

carece de importancia con respecto al total y por ese motivo se prescindió completamente de ella en toda la elaboración posterior.

Atracción de ciertas edades

No se tropezó con el otro inconveniente común en esta clase de trabajos -la falsedad de las declaraciones- pues la atracción por las edades terminadas en 0 ó en 5 no es significativa y no llega a reflejarse en las cantidades registradas por el censo.

Con los totales registrados para cada edad se formó la columna de las P_x observadas de la tabla (Ix) que se inserta.

2.- DEFUNCIONES (D_x)

a) La Revista de Estadística Municipal presenta las defunciones registradas en la Capital Federal para cada edad, dividiéndolas en: Con domicilio habitual en la Capital Federal, con domicilio en las provincias y territorios y con domicilio desconocido.

Como se trataba de relacionar las defunciones con la población de hecho para obtener las tasas de mortalidad, se siguió este camino: Se distribuyó el número de muertos en la Capital Federal con domicilio desconocido en forma proporcional al número de muertos en la Capital Federal con domicilio en la misma y el número de muertos en la Capital Federal con domicilio en las provincias y territorios considerándose como total de defunciones a los efectos siguientes el total de muertos en la Capital Federal más la proporción que le correspondió por el anterior reparto.

b) El análisis de las defunciones se extendió a 5 años rodeando la fecha del censo a ambos lados

4

con un intervalo de dos años y medio (22 de abril de 1934 y 21 de abril de 1939)

- c) Obtenidas estas cifras se ha calculado el promedio para un año y este ha sido el total de la columna "Muertos" D_x de la tabla que se inserta

D. Obtención de las tasas empíricas de mortalidad.

Relacionando las D_x ("muertos") con las P_x " Población" se obtiene la tasa central de mortalidad empírica:

$$m_x = \frac{D_x}{P_x} \text{ que figura en la columna N° 3 de la tabla que se agrega.}$$

E. Construcción de una tabla de mortalidad sobre la base de la tasa m_x obtenida.

Mediante la relación $q_x^* = \frac{2m_x}{2+m_x}$ se obtuvo la probabilidad

anual de muerte empírica y adoptando como base de la tabla $l_0 = 1.000,000$ se obtuvieron sucesivamente las l_x^* y d_x^* . Los valores obtenidos se reproducen en la tabla (II)



Datos utilizados.- Primera elaboración
 Población por edad según el censo (P_x)
 Fallecidos por edad (D_x)
 Tasa de mortalidad observada (m_x)

I

| x | P_x | D_x | m_x |
|-----|--------|-------|----------|
| 0 | 32.787 | 2011 | 0,061335 |
| 1 | 32.063 | 367 | 0,011446 |
| 2 | 32.008 | 173 | 0,005405 |
| 3 | 32.865 | 133 | 0,004047 |
| 4 | 36.007 | 113 | 0,003138 |
| 5 | 37.088 | 99 | 0,002669 |
| 6 | 38.152 | 94 | 0,002464 |
| 7 | 37.815 | 81 | 0,002142 |
| 8 | 39.380 | 68 | 0,001727 |
| 9 | 38.237 | 69 | 0,001805 |
| 10 | 39.538 | 59 | 0,001492 |
| 11 | 39.927 | 53 | 0,001327 |
| 12 | 40.949 | 64 | 0,001563 |
| 13 | 40.711 | 62 | 0,001523 |
| 14 | 40.825 | 72 | 1,001764 |
| 15 | 40.052 | 83 | 0,002072 |
| 16 | 40.957 | 102 | 0,002490 |
| 17 | 37.799 | 131 | 0,003466 |
| 18 | 39.501 | 131 | 0,003316 |
| 19 | 41.207 | 140 | 0,003397 |
| 20 | 43.927 | 163 | 0,003765 |
| 21 | 45.132 | 158 | 0,003501 |
| 22 | 50.302 | 191 | 0,003797 |
| 23 | 50.952 | 194 | 0,003808 |
| 24 | 51.950 | 187 | 0,003600 |
| 25 | 51.234 | 199 | 0,003884 |
| 26 | 53.955 | 198 | 0,003670 |
| 27 | 51.796 | 174 | 0,003359 |
| 28 | 52.407 | 200 | 0,003816 |
| 29 | 50.620 | 180 | 0,003556 |
| 30 | 51.858 | 212 | 0,004088 |
| 31 | 49.838 | 175 | 0,003511 |
| 32 | 50.030 | 222 | 0,004437 |
| 33 | 48.060 | 208 | 0,004328 |
| 34 | 47.276 | 217 | 0,004590 |
| 35 | 45.094 | 246 | 0,005455 |
| 36 | 49.161 | 227 | 0,004617 |
| 37 | 41.670 | 233 | 0,005592 |
| 38 | 41.904 | 261 | 0,006229 |
| 39 | 39.302 | 250 | 0,006361 |
| 40 | 41.796 | 288 | 0,006891 |
| 41 | 35.637 | 246 | 0,006903 |
| 42 | 35.509 | 304 | 0,008561 |
| 43 | 33.896 | 276 | 0,008143 |
| 44 | 33.600 | 282 | 0,008393 |

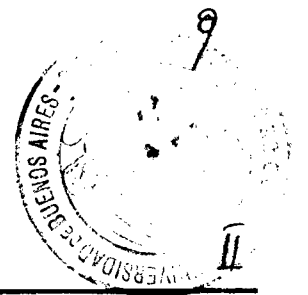
| x | p_x | D_x | m_x |
|-----|--------|-------|----------|
| 45 | 30.918 | 335 | 0,010835 |
| 46 | 33.745 | 318 | 0,009424 |
| 47 | 29.738 | 317 | 0,010660 |
| 48 | 30.839 | 379 | 0,012290 |
| 49 | 26.814 | 361 | 0,013463 |
| 50 | 28.102 | 408 | 0,014519 |
| 51 | 24.136 | 325 | 0,013465 |
| 52 | 23.002 | 405 | 0,017607 |
| 53 | 20.919 | 373 | 0,017831 |
| 54 | 19.990 | 370 | 0,018509 |
| 55 | 17.873 | 393 | 0,021988 |
| 56 | 20.041 | 382 | 0,019061 |
| 57 | 15.593 | 366 | 0,023472 |
| 58 | 15.519 | 399 | 0,025710 |
| 59 | 14.136 | 367 | 0,025962 |
| 60 | 14.764 | 467 | 0,031631 |
| 61 | 12.523 | 322 | 0,025713 |
| 62 | 11.750 | 401 | 0,034128 |
| 63 | 10.429 | 389 | 0,037300 |
| 64 | 10.021 | 382 | 0,038120 |
| 65 | 9.031 | 424 | 0,046949 |
| 66 | 10.125 | 341 | 0,033679 |
| 67 | 7.287 | 356 | 0,048854 |
| 68 | 6.958 | 391 | 0,056194 |
| 69 | 6.012 | 334 | 0,055556 |
| 70 | 7.082 | 424 | 0,059870 |
| 71 | 5.622 | 306 | 0,054429 |
| 72 | 5.450 | 384 | 0,070459 |
| 73 | 4.703 | 369 | 0,078461 |
| 74 | 4.286 | 353 | 0,082361 |
| 75 | 3.956 | 332 | 0,094034 |
| 76 | 4.261 | 340 | 0,079793 |
| 77 | 2.941 | 287 | 0,097586 |
| 78 | 2.514 | 313 | 0,124503 |
| 79 | 2.034 | 259 | 0,127335 |
| 80 | 2.158 | 295 | 0,136701 |
| 81 | 1.555 | 199 | 0,127974 |
| 82 | 1.414 | 227 | 0,160537 |
| 83 | 1.080 | 187 | 0,173148 |
| 84 | 1.046 | 188 | 0,179732 |
| 85 | 784 | 167 | 0,213010 |
| 86 | 873 | 145 | 0,166094 |
| 87 | 399 | 119 | 0,298246 |
| 88 | 388 | 96 | 0,247423 |
| 89 | 237 | 71 | 0,299578 |

| x | P_x | D_x | m_x |
|-----------|-------|-------|----------|
| 90 | 222 | 73 | 0,328829 |
| 91 | 146 | 37 | 0,253425 |
| 92 | 144 | 40 | 0,277778 |
| 93 | 77 | 28 | 0,363636 |
| 94 | 62 | 23 | 0,370968 |
| 95 | 44 | 21 | 0,477273 |
| 96 | 84 | 16 | 0,190476 |
| 97 | 23 | 10 | 0,434783 |
| 98 | 14 | 9 | 0,642857 |
| 99 | 6 | 5 | 0,833333 |
| 100 | 18 | 4 | 0,222222 |
| 100 ó más | 20 | 12 | 0,600000 |

Tabla de mortalidad construida en base a la tasa central de mortalidad observada.

II

| x | q'_x | l'_x | d'_x |
|-----|----------|-----------|--------|
| 0 | 0,059510 | 1.000.000 | 59.510 |
| 1 | 0,011381 | 940.490 | 10.704 |
| 2 | 0,005390 | 929.786 | 5.012 |
| 3 | 0,004039 | 924.774 | 3.735 |
| 4 | 0,003133 | 921.039 | 2.886 |
| 5 | 0,002665 | 918.153 | 2.447 |
| 6 | 0,002461 | 915.706 | 2.254 |
| 7 | 0,002140 | 913.452 | 1.955 |
| 8 | 0,001726 | 911.497 | 1.573 |
| 9 | 0,001803 | 909.924 | 1.641 |
| 10 | 0,001491 | 908.283 | 1.354 |
| 11 | 0,001326 | 906.929 | 1.203 |
| 12 | 0,001562 | 905.726 | 1.415 |
| 13 | 0,001522 | 904.311 | 1.376 |
| 14 | 0,001762 | 902.935 | 1.591 |
| 15 | 0,002070 | 901.344 | 1.866 |
| 16 | 0,002487 | 899.478 | 2.237 |
| 17 | 0,003460 | 897.241 | 3.104 |
| 18 | 0,003311 | 894.137 | 2.960 |
| 19 | 0,003391 | 891.177 | 3.022 |
| 20 | 0,003758 | 888.155 | 3.338 |
| 21 | 0,003495 | 884.817 | 3.092 |
| 22 | 0,003790 | 881.725 | 3.342 |
| 23 | 0,003801 | 878.383 | 3.339 |
| 24 | 0,003594 | 875.044 | 3.145 |
| 25 | 0,003876 | 871.899 | 3.379 |
| 26 | 0,003663 | 868.520 | 3.181 |
| 27 | 0,003353 | 865.339 | 2.901 |
| 28 | 0,003809 | 862.438 | 3.285 |
| 29 | 0,003550 | 859.153 | 3.050 |
| 30 | 0,004080 | 856.103 | 3.493 |
| 31 | 0,003505 | 852.610 | 2.988 |
| 32 | 0,004427 | 849.622 | 3.761 |
| 33 | 0,004319 | 845.861 | 3.653 |
| 34 | 0,004579 | 842.208 | 3.856 |
| 35 | 0,005440 | 838.352 | 4.561 |
| 36 | 0,004606 | 833.791 | 3.840 |
| 37 | 0,005576 | 829.951 | 4.628 |
| 38 | 0,006210 | 825.323 | 5.125 |
| 39 | 0,006341 | 820.198 | 5.201 |
| 40 | 0,006867 | 814.997 | 5.597 |
| 41 | 0,006879 | 809.400 | 5.568 |
| 42 | 0,008525 | 803.832 | 6.853 |
| 43 | 0,008110 | 796.979 | 6.463 |
| 44 | 0,008358 | 790.516 | 6.607 |

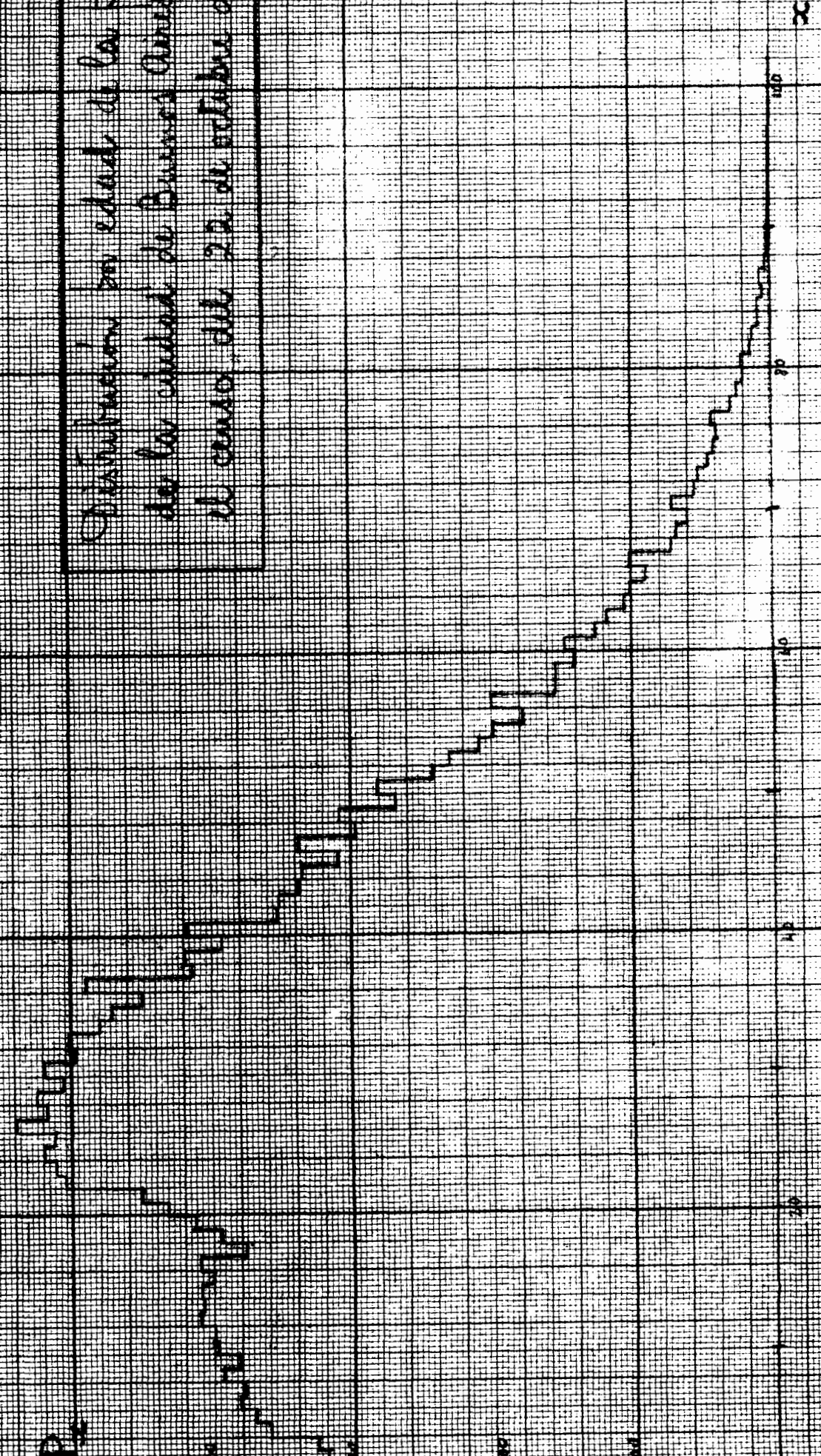


| x | q'_x | l'_x | d'_x |
|-----|----------|---------|--------|
| 45 | 0,010777 | 783.909 | 8.448 |
| 46 | 0,009380 | 775.461 | 7.274 |
| 47 | 0,010603 | 768.187 | 8.145 |
| 48 | 0,012215 | 760.042 | 9.284 |
| 49 | 0,013373 | 750.758 | 10.040 |
| 50 | 0,014414 | 740.718 | 10.677 |
| 51 | 0,013375 | 730.041 | 9.764 |
| 52 | 0,017453 | 720.277 | 12.571 |
| 53 | 0,017673 | 707.706 | 12.507 |
| 54 | 0,018339 | 695.199 | 12.749 |
| 55 | 0,021749 | 682.450 | 14.843 |
| 56 | 0,018881 | 667.607 | 12.605 |
| 57 | 0,023200 | 655.002 | 15.196 |
| 58 | 0,025384 | 639.806 | 16.241 |
| 59 | 0,025629 | 623.565 | 15.981 |
| 60 | 0,031139 | 607.584 | 18.920 |
| 61 | 0,025387 | 588.664 | 14.944 |
| 62 | 0,033555 | 573.720 | 19.251 |
| 63 | 0,036617 | 554.469 | 20.303 |
| 64 | 0,037407 | 534.166 | 19.982 |
| 65 | 0,045872 | 514.184 | 23.587 |
| 66 | 0,033121 | 490.597 | 16.249 |
| 67 | 0,047689 | 474.348 | 22.621 |
| 68 | 0,054658 | 451.727 | 24.690 |
| 69 | 0,054054 | 427.037 | 23.083 |
| 70 | 0,058130 | 403.954 | 23.482 |
| 71 | 0,052987 | 380.472 | 20.160 |
| 72 | 0,068061 | 360.312 | 24.523 |
| 73 | 0,075499 | 335.789 | 25.352 |
| 74 | 0,079103 | 310.437 | 24.556 |
| 75 | 0,089811 | 285.881 | 25.675 |
| 76 | 0,076732 | 260.206 | 19.966 |
| 77 | 0,093046 | 240.240 | 22.353 |
| 78 | 0,117207 | 217.887 | 25.538 |
| 79 | 0,119713 | 192.349 | 23.027 |
| 80 | 0,127955 | 169.322 | 21.666 |
| 81 | 0,120278 | 147.656 | 17.760 |
| 82 | 0,148608 | 129.896 | 19.304 |
| 83 | 0,159352 | 110.592 | 17.623 |
| 84 | 0,164912 | 92.969 | 15.332 |
| 85 | 0,192507 | 77.637 | 14.946 |
| 86 | 0,153358 | 62.691 | 9.614 |
| 87 | 0,259542 | 53.077 | 13.776 |
| 88 | 0,220184 | 39.301 | 8.653 |
| 89 | 0,260550 | 30.648 | 7.985 |

| x | q'_x | l'_x | d'_x |
|-----------|-----------|--------|--------|
| 90 | 0,282.399 | 22.663 | 6.400 |
| 91 | 0,224.924 | 16.263 | 3.658 |
| 92 | 0,243.903 | 12.605 | 3.074 |
| 93 | 0,307.692 | 9.531 | 2.933 |
| 94 | 0,312.925 | 6.598 | 2.065 |
| 95 | 0,385.321 | 4.533 | 1.747 |
| 96 | 0,173.913 | 2.786 | 485 |
| 97 | 0,357.143 | 2.301 | 822 |
| 98 | 0,486.486 | 1.479 | 720 |
| 99 | 0,588.235 | 759 | 446 |
| 100 | 0,200.000 | 313 | 63 |
| 100 o más | 461.538 | 250 | 115 |

Distribución por edad de la población
 de la ciudad de Buenos Aires según
 el censo del 22 de octubre de 1936

5
10
15
20
25



0
5
10
15
20
25

Distribución de los fallecidos
de la ciudad de Bs. Aires
por edad al fallecimiento

D₅₀

5

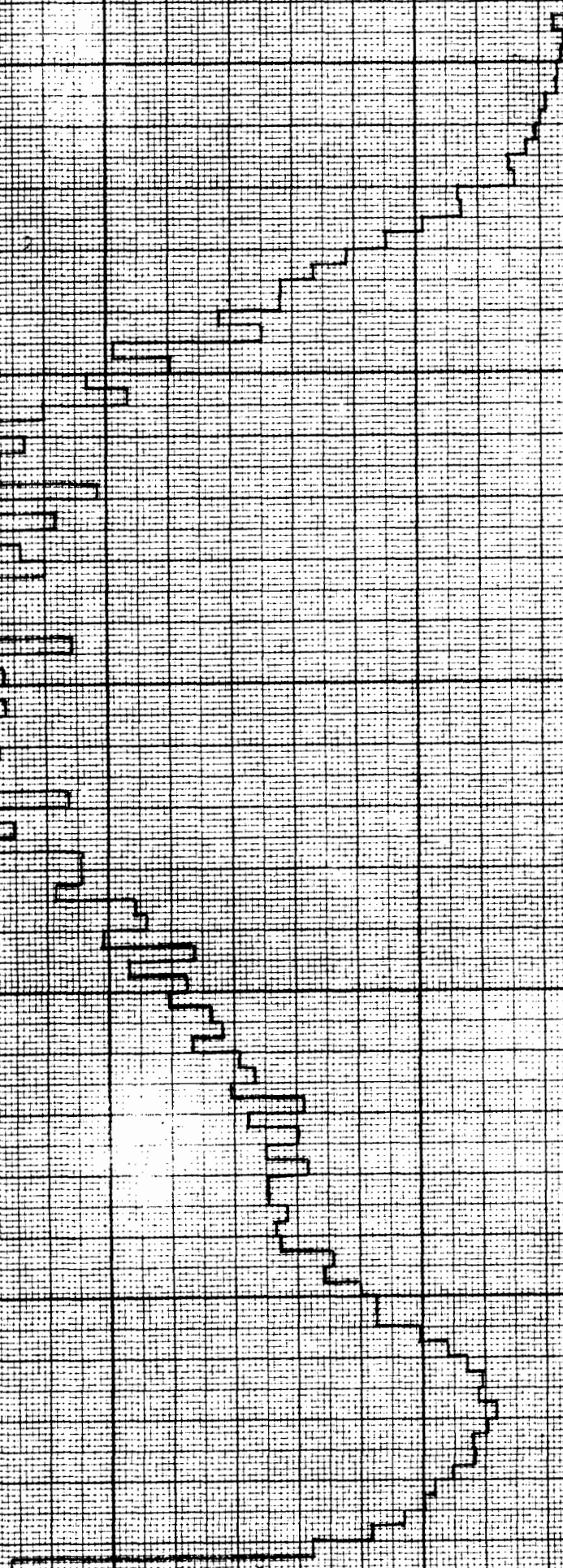
10

15

20

25

001
002
003
004
005
006
007
008
009
010
011
012
013
014
015
016
017
018
019
020
021
022
023
024
025
026
027
028
029
030
031
032
033
034
035
036
037
038
039
040
041
042
043
044
045
046
047
048
049
050
051
052
053
054
055
056
057
058
059
060
061
062
063
064
065
066
067
068
069
070
071
072
073
074
075
076
077
078
079
080
081
082
083
084
085
086
087
088
089
090
091
092
093
094
095
096
097
098
099
100



13
R

II - AJUSTAMIENTO DE LOS DATOS EMPIRICOS - SISTEMAS UTILIZADOS.

Se ha procedido al ajustamiento de los datos brutos resultantes de la primera elaboración de las cifras suministradas por el censo y la estadística de defunciones siguiendo dos procedimientos:

- 1) Ajustamiento de los sobrevivientes (l'_x) mediante su tratamiento analítico según las fórmulas de:
 - a) Gompertz - Makeham
 - b) Lazarus
- 2) Ajustamiento de la curva de muertos por edad (d'_x) mediante las series de:
 - a) Gram - Charlier
 - b) Poisson - Charlier

El trabajo realizado consistió en:

- 1) Ajustar los sobrevivientes según la fórmula de Gompertz por el método de King y Hardy.
Como este método proporciona resultados razonables desde edades superiores a 20 años y hasta edades muy avanzadas; se consideraron para el ajustamiento los valores brutos correspondientes a edades comprendidas entre 20 y 80 años.
Se obtuvieron resultados satisfactorios desde los 35 años en adelante. Debe tenerse en cuenta que se trata de una tabla de población general y no de vidas selectas.
Subsidiariamente, para completar la tabla confeccionada se ajustaron gráficamente los valores de las probabilidades de muerte (q'_x).
- 2) En el deseo de extender el ajustamiento a las edades más jóvenes se recurrió a otra función analítica -la exponencial de Lazarus- cuyos parámetros se determinaron mediante interpolación por los valores de las l'_x correspondientes a las edades de 0, 12, 24, 36, 48, y 60 años.
De la tabla obtenida deben descartarse los valores

10
40

de 0 a 15 años. Se hubieran conseguido resultados apropiados para estas edades utilizando como datos valores de l_x correspondientes a valores convenientes del atributo (no equiespaciados).

- 3) Como la curva de los muertos de una tabla de mortalidad es evidentemente una curva de frecuencia compuesta por otras de tipo campanular más o menos simétricas, se pudo intentar el ajustamiento de esa distribución mediante una generalización de la función de Laplace Gauss multiplicada por una serie correctora lo que constituye la serie de Gram - Charlier.

Se trató de utilizar, desde los 15 años en adelante, el método expuesto por la Dra. Bula en su trabajo "Tabla de Mortalidad para varones argentinos de la Ciudad de Rosario" pero con resultados poco satisfactorios pues ese sistema supone que la distribución estadística que se desea ajustar sea marcadamente normal.

Debido a la fuerte asimetría de la curva debió recurrirse a la transformación logarítmica según el método de A. Fisher.

El ajustamiento realizado se completó para las primeras edades con el ajustamiento previa alineación de los muertos (d_x') de 0 a 10 años.

- 4) Por último, resultó interesante realizar la descomposición de toda la curva (d_x') observada en componentes monomodales.

Las curvas citadas resultaron apropiadas para someterlas a ajustamiento mediante la ecuación introducida por Charlier, que es una serie que se expande con ayuda de las diferencias de la ley de pequeñas probabilidades de Poisson.

A pesar que la descomposición realizada se hizo sin el ánimo de marcar las causas determinantes de la mortalidad en cada región de la curva, los resultados obtenidos muestran claramente la influencia de las enfermedades típicas de la infancia, niñez, juventud y

15
15

madurez en la composición de la curva de muertos.
La descomposición de la curva de muertos (d_x) en
componentes (según causa de muerte) ha sido aborda-
da por G. Lexis, K. Pearson, A. Fisher y otros.

III - EXPOSICIÓN DE LOS AJUSTAMIENTOS REALIZADOS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.-

16

A. 1) Ajustamiento de l_x con la fórmula de Gompertz-Makeham
($l_x = ksg^x$) Método de King y Hardy.

Se formaron cuatro sumas con los logaritmos de los valores experimentales de l_x ($x = 21, 22, \dots, 80$; $t = 15$) y se hallaron las diferencias primeras y segundas de estas sumas. Con dichos cálculos y con las fórmulas siguientes se hallaron los valores de las constantes.

| x | $\log l_x$ | $\Delta \log l_x$ | $\Delta^2 \log l_x$ |
|---------|------------|-------------------|---------------------|
| 21 - 35 | 89,0327759 | | |
| 36 - 50 | 88,4897819 | - 0,5429940 | - 0,9633628 |
| 51 - 65 | 86,9834251 | - 1,5063568 | - 2,9603337 |
| 66 - 80 | 82,5167345 | - 4,4666905 | |

$$\log c = \frac{\log \left[\Delta^2 \sum_{x=21}^{x+t-1} \log l_x \right] - \log \left[\Delta^2 \sum_{x=36}^{x+t-1} \log l_x \right]}{t}$$

$$\log g = \frac{e = 1,07771365 \quad \Delta^2 \sum_{x=21}^{x+t-1} \log l_x (c-1)}{c^x (c^t - 1)^3}$$

$$\log e = - 0,0017456984$$

$$\log s = \frac{\Delta \sum_{x=21}^{x+t-1} \log l_x - \left(\frac{c^x (c^t - 1)^2}{c-1} \right) \log g}{t^2}$$

$$\log s = 0,000347807$$

$$\log k = \frac{\sum_{x=21}^{x+t-1} \log l_x - (2x+t-1) \frac{t}{2} \log s - \frac{c^x (c^t - 1)}{c-1} \log g}{t}$$

$$\log k = 5,96020330$$

Con los valores de las constantes hallados se ha procedido al cálculo de los logaritmos de l_x . Hallados los valores de l_x sólo se consideran aceptables los correspondientes a edades superiores a 30 años.

- 17
- A. 2) Ajustamiento gráfico de las probabilidades empíricas de muerte (q_x) para edades comprendidas entre 3 y 30 años.

Se ha trazado libremente a pulso en el gráfico que se agrega una curva que refleja la tendencia de la mortalidad con regularidad.

Se cuidó que dicha curva estuviera comprendida dentro de la zona $q_x \pm 3\sigma_x$ donde con cierta probabilidad debe encontrarse el trazo continuo. $\sigma_x = \sqrt{\frac{q_x(1-q_x)}{l_x}}$

- A. 3) Con los valores de q_x obtenidos mediante ajustamiento gráfico, los valores empíricos de las probabilidades de muerte para $x = 0, 1$ y 2 y las l_x resultantes del ajustamiento anterior a partir de $x = 30$; se confeccionó la primera tabla de mortalidad que se presenta en el capítulo siguiente.



$$l_x = k s^x g c^x$$

| x | log l _x | l _x |
|----|--------------------|----------------|
| 1 | 59579741 | 907766 |
| 2 | 59574801 | 906734 |
| 3 | 59569747 | 905680 |
| 4 | 59564571 | 904601 |
| 5 | 59559263 | 903496 |
| 6 | 59553813 | 902363 |
| 7 | 59548209 | 901199 |
| 8 | 59542440 | 900003 |
| 9 | 59536493 | 898771 |
| 10 | 59530354 | 897502 |
| 11 | 59524009 | 896192 |
| 12 | 59517440 | 894837 |
| 13 | 59510632 | 893436 |
| 14 | 59503564 | 891983 |
| 15 | 59496218 | 890475 |
| 16 | 59488571 | 888909 |
| 17 | 59480600 | 887279 |
| 18 | 59472280 | 885580 |
| 19 | 59463584 | 883809 |
| 20 | 59454482 | 881959 |
| 21 | 59444943 | 880024 |
| 22 | 59434923 | 877998 |
| 23 | 59424416 | 875874 |
| 24 | 59413351 | 873645 |
| 25 | 59401697 | 871304 |
| 26 | 59389407 | 868842 |
| 27 | 59376433 | 866250 |
| 28 | 59362720 | 863519 |
| 29 | 59348213 | 860640 |
| 30 | 59332848 | 857600 |
| 31 | 59316559 | 854389 |
| 32 | 59299275 | 850996 |
| 33 | 59280918 | 847406 |
| 34 | 59261405 | 843608 |
| 35 | 59240645 | 839585 |
| 36 | 59218542 | 835323 |
| 37 | 59194992 | 830805 |
| 38 | 59169883 | 826016 |
| 39 | 59143092 | 820936 |
| 40 | 59114489 | 815547 |

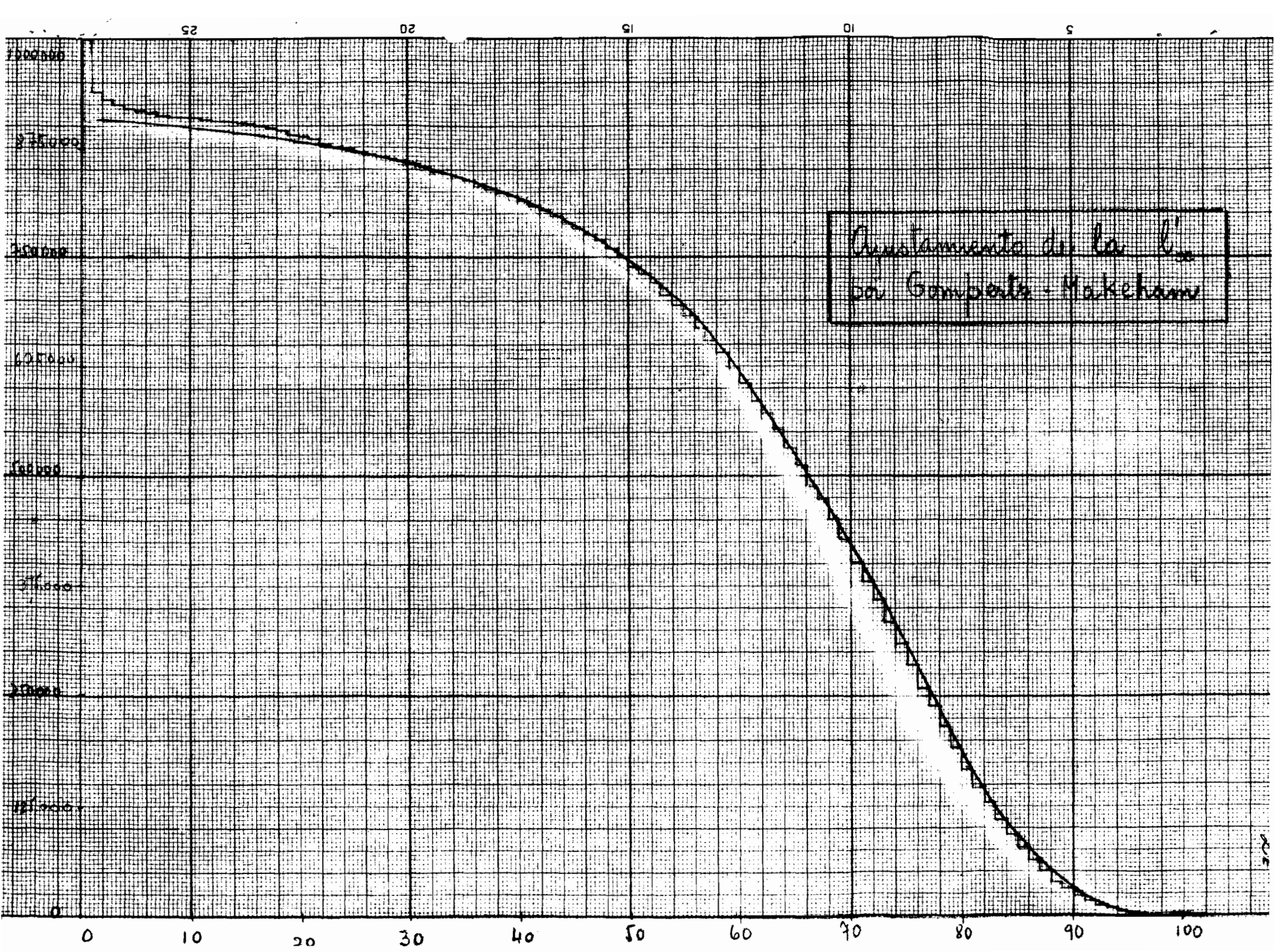
19

19

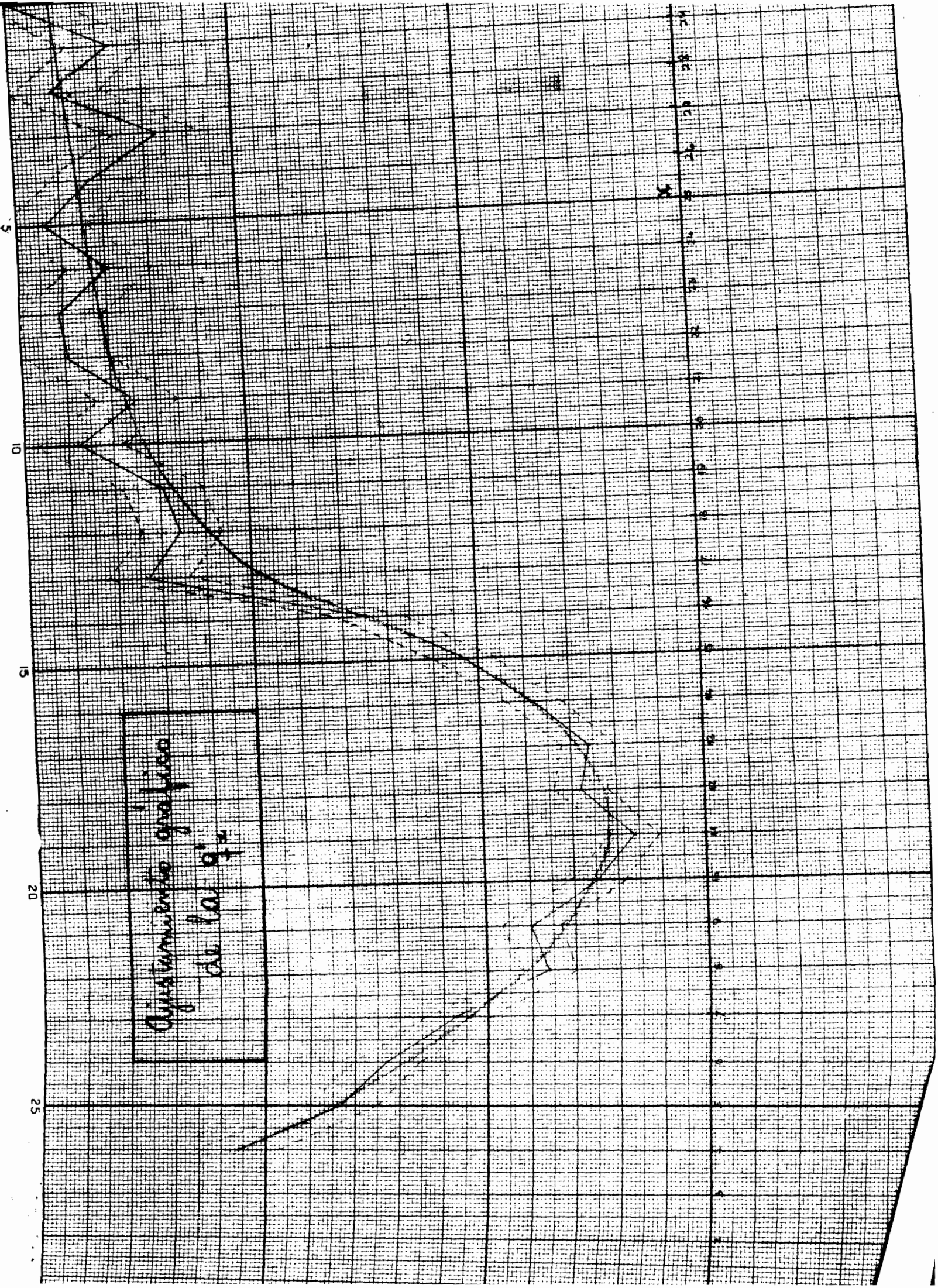
| x | $log\ l_x$ | l_x |
|-----|------------|--------|
| 41 | 59083934 | 809829 |
| 42 | 59051275 | 803762 |
| 43 | 59016347 | 797324 |
| 44 | 58978976 | 790492 |
| 45 | 58938771 | 783244 |
| 46 | 58896127 | 775555 |
| 47 | 58850224 | 767401 |
| 48 | 58801024 | 758756 |
| 49 | 58748271 | 749596 |
| 50 | 58691688 | 739893 |
| 51 | 58630978 | 729622 |
| 52 | 58565821 | 718757 |
| 53 | 58495870 | 707273 |
| 54 | 58420754 | 695145 |
| 55 | 58340070 | 682350 |
| 56 | 58253386 | 668865 |
| 57 | 58160236 | 654672 |
| 58 | 58060118 | 639752 |
| 59 | 57952489 | 624092 |
| 60 | 57836766 | 607682 |
| 61 | 57712320 | 590516 |
| 62 | 57578474 | 572595 |
| 63 | 57434496 | 553923 |
| 64 | 57279599 | 534515 |
| 65 | 57112935 | 514391 |
| 66 | 56933589 | 493586 |
| 67 | 56740575 | 472126 |
| 68 | 56532833 | 450073 |
| 69 | 56309216 | 427486 |
| 70 | 56068491 | 404435 |
| 71 | 55809329 | 381007 |
| 72 | 55530297 | 357297 |
| 73 | 55229851 | 333415 |
| 74 | 54906326 | 309480 |
| 75 | 54557829 | 285623 |
| 76 | 54182727 | 261983 |
| 77 | 53778637 | 238706 |
| 78 | 53343414 | 215944 |
| 79 | 52874639 | 193849 |
| 80 | 52369704 | 172572 |

20

| x | ly lx | lx |
|-----|----------|--------|
| 81 | 51825799 | 152258 |
| 82 | 51239895 | 133042 |
| 83 | 50608729 | 115046 |
| 84 | 49928782 | 98374 |
| 85 | 49196265 | 83105 |
| 86 | 48407092 | 69296 |
| 87 | 47556859 | 56975 |
| 88 | 46640823 | 46141 |
| 89 | 45653867 | 36761 |
| 90 | 44590483 | 28777 |
| 91 | 43444728 | 22104 |
| 92 | 42210204 | 16635 |
| 93 | 40880010 | 12246 |
| 94 | 39446713 | 8804 |
| 95 | 37902299 | 6169 |
| 96 | 36238133 | 4206 |
| 97 | 34444909 | 2783 |
| 98 | 32512598 | 1783 |
| 99 | 30430390 | 1104 |
| 100 | 28186636 | 659 |
| 101 | 25768782 | 377 |
| 102 | 23163298 | 207 |
| 103 | 20355603 | 109 |
| 104 | 17329912 | 54 |
| 105 | 14069499 | 26 |



Ajustamiento grafico
de la q^2



B. Interpolación de l_x con la fórmula de Lazarus

$$l_x = k s^x g_1^{c_1^x} g_2^{c_2^x}$$

23

Por los valores de l_x correspondientes a las edades 0, 12, 24, 36, 48, y 60 ($t = 12$) se hizo pasar una función de Lazarus.

Para la determinación de las constantes se logaritmaron los valores observados, se hallaron las diferencias primera y segunda y se utilizaron

las fórmulas que se transcriben:

$$\begin{cases} q \Delta_x^2 + p \Delta_{x+t}^2 = -\Delta_{x+2t}^2 \\ q \Delta_{x+t}^2 + p \Delta_{x+2t}^2 = -\Delta_{x+3t}^2 \end{cases}$$

Donde:

$$p = - (c_1^t + c_2^t) \quad y \quad q = c_1^t c_2^t$$

$$p = 0,049404173$$

$$q = - 2,9772317$$

y también en

$$x^2 + p x + q = 0$$

$$c_1^t = x_1 = 2,96058940 \quad \therefore c_1 = 1,09466574$$

$$c_2^t = x_2 = 0,01673230 \quad \therefore c_2 = 0,71115295$$

Del sistema:

$$\begin{cases} \Delta_x^2 = c_1^x (c_1^{t-1})^2 \log g_1 + c_2^x (c_2^{t-1})^2 \log g_2 \\ \Delta_{x+t}^2 = c_1^{x+t} (c_1^{t-1})^2 \log g_1 + c_2^{x+t} (c_2^{t-1})^2 \log g_2 \end{cases}$$

Resulta:

$$\log g_1 = - 0,0005716998$$

$$\log g_2 = + 0,031265393$$

$$\log s = \frac{\Delta_x - c_1^x (c_1^{t-1}) \log g_1 - c_2^x (c_2^{t-1}) \log g_2}{t}$$

$$\log s = - 0,0009281666$$

$$\log k = \log l_x - x \log s - c_1^x \log g_1 - c_2^x \log g_2$$

$$\log k = 5,9693063$$

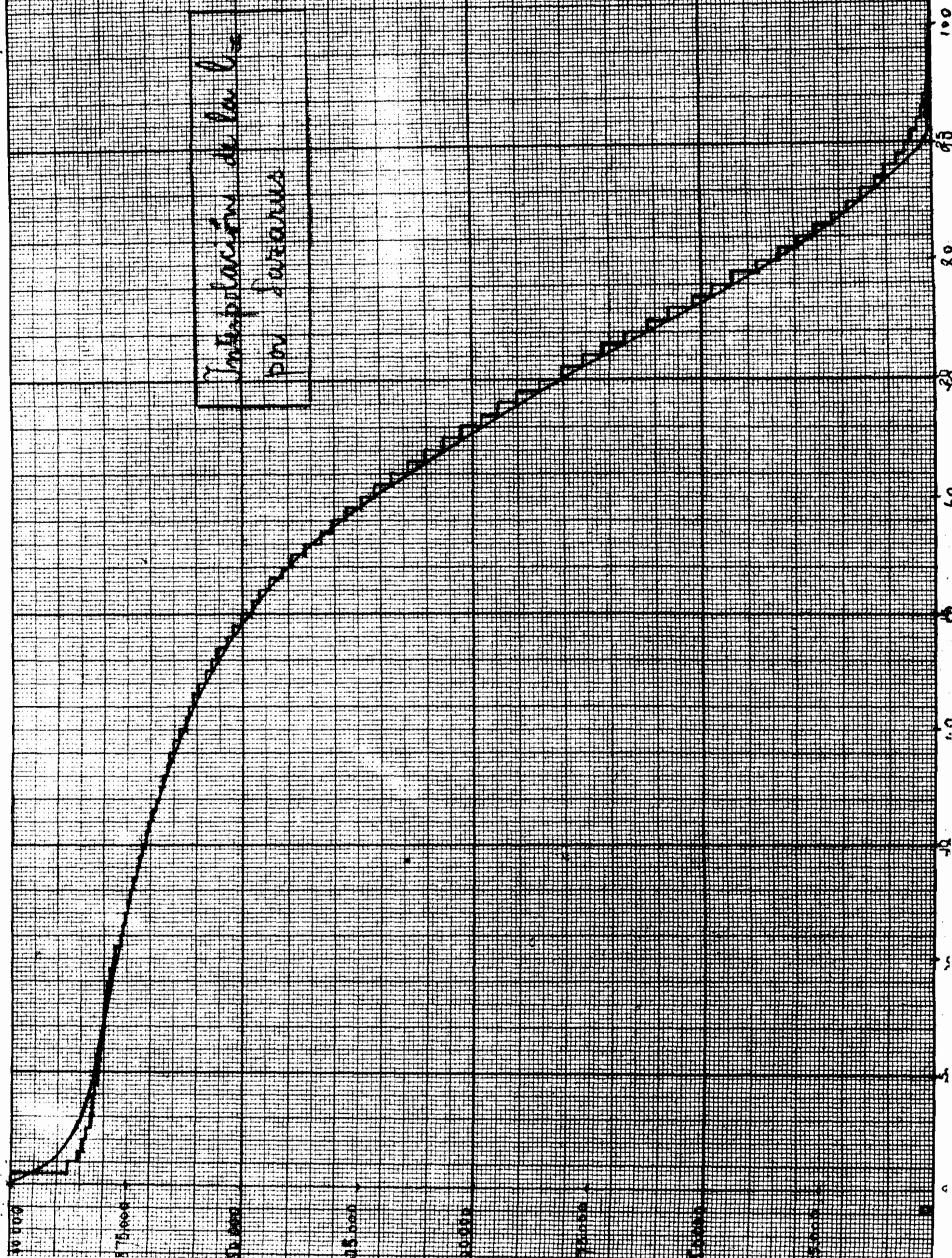
Con estos valores de las constantes se calcularon los logaritmos de l_x que sirvieron de base para la segunda tabla construida.

24

| x | $\frac{1}{x}$ | $\log \frac{1}{x}$ | $\Delta \log \frac{1}{x}$ | $\Delta^2 \log \frac{1}{x}$ |
|-----|---------------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 0 | 1.000.000 | 6,000 0000 | - 0,043 0012 | + 0,028 0303 |
| 12 | 905.726 | 5,956 9988 | - 0,014 9709 | - 0,006 0003 |
| 24 | 875.044 | 5,942 0279 | - 0,020 9712 | - 0,019 2491 |
| 36 | 833.791 | 5,921 0567 | - 0,040 2203 | - 0,057 0126 |
| 48 | 760.042 | 5,880 8364 | - 0,097 2329 | |
| 60 | 607.584 | 5,783 6035 | | |

24

Intégration de la C₂
par Sarrus



G. Ajustamiento de d_x mediante la serie de Gram - Charlier (Transformación logarítmica)

76

$$\varphi(z) = k_0 \varphi_0(z) + k_3 \varphi_3(z) + k_4 \varphi_4(z)$$

1. En todo el desarrollo se recurrió en forma sistemática a A. Fisher (The Mathematical Theory of Probabilities).

El ajustamiento se ha efectuado sobre la base de la columna d_x de la tabla empírica construída. Agrupando las cantidades en períodos de cinco años a partir de la edad 15 se obtuvo la curva que se descompuso en dos componentes.

| Edades | d_x | 1ª Componente $F_1(x)$ | 2ª Componente |
|-----------|---------|---------------------------|---------------|
| 15 - 19 | 13.189 | 1.300 | 11.889 |
| 20 - 24 | 16.256 | 2.500 | 13.756 |
| 25 - 29 | 15.796 | 4.500 | 11.296 |
| 30 - 34 | 17.751 | 9.000 | 8.751 |
| 35 - 39 | 23.355 | 17.000 | 6.355 |
| 40 - 44 | 31.088 | 26.000 | 5.088 |
| 45 - 49 | 43.191 | 40.000 | 3.191 |
| 50 - 54 | 58.268 | 56.000 | 2.268 |
| 55 - 59 | 74.866 | 74.800 | 66 |
| 60 - 64 | 93.400 | 93.400 | |
| 65 - 69 | 110.230 | 110.230 | |
| 70 - 74 | 118.073 | 118.073 | |
| 75 - 79 | 116.559 | 116.559 | |
| 80 - 84 | 91.685 | 91.685 | |
| 85 - 89 | 54.974 | 54.974 | |
| 90 - 94 | 18.130 | 18.130 | |
| 95 - 99 | 4.220 | 4.220 | |
| 100 - 104 | 178 | 178 | |

} valores hipotéticos convenientes

2. Ajustamiento de la primera componente ($F_1(x)$)

Se calcularon los momentos eligiendo como media provisoria la edad 67 y como unidad el intervalo 5 años

- $m_1 = 0,02689$
- $m_2 = 8,0772$
- $m_3 = 11,9045$

Con estos valores se obtuvieron los seminvariantes

$$\lambda_1 = m_1 = 0,02689$$

$$\lambda_2 = m_2 = m_1^2 = 0,000765$$

$$\lambda_3 = m_3 = 3 m_2 m_1 = 2 m_1^3 = 12,5560$$

La media aritmética resulta:

$$M_x = 67 + 5 (0,02689) = 67,13$$

Se determinó el origen (cero matemático) mediante la ecuación:

$$\lambda_3 \eta^3 - 3 \lambda_2 \eta^2 = \lambda_1$$

Donde $\eta = 15,754$, indica que el punto cero está situado en:

$$67,13 + 5 \times 15,754 = 145,90$$

De las ecuaciones:

$$\eta = e^{m + 1,5 n^2} \quad \text{y} \quad \lambda_2 = e^{2m + 3n^2} (e^{n^2} - 1)$$
$$\lambda_2 = \eta^2 (e^{n^2} - 1)$$

Se calculó:

$$n = 0,178947$$

$$y = 4,31850$$

Que permitieron escribir la nueva variable:

$$z = \left[\log_e (146 - x) - 4,31850 \right] \div 0,178947$$

Con esta transformación logarítmica se puede escribir:

$$\phi_0(x) = \frac{1}{0,178947 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left[\frac{\log_e(146-x) - 4,31850}{0,178947} \right]^2} = \phi_0(z)$$

$$\phi_0(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$$

Expresando la función observada mediante la serie de Gram & Charlier bajo la forma

$$F(x) = k_0 \phi_0(x) + k_3 \phi_3(x) + k_4 \phi_4(x)$$

y en función de la variable transformada

78

$$Q(z) = k_0 Q_0(z) + k_3 Q_3(z) + k_4 Q_4(z)$$

donde $Q_0(z)$ es la curva normal de probabilidad

$Q_3(z)$ y $Q_4(z)$ las derivadas tercera y cuarta de dicha curva y k_0, k_3 y k_4 parámetros desconocidos que se determinaron por el método de mínimos cuadrados.

Los valores obtenidos fueron:

$$k_0 = 6.209,53$$

$$k_3 = 268,84$$

$$k_4 = 65,76$$

Multiplicando k_0, k_3 y k_4 por los valores de las funciones $Q_0(z); Q_3(z)$ y $Q_4(z)$ respectivos y sumando los resultados obtenidos se formó la columna de $F_1(x)$ ajustada.

3.- Ajustamiento de la segunda Componente $F_2(x)$

Restando de las d_x^i observadas los valores ajustados de $F_1(x)$ y agrupando los valores en períodos de cinco años se obtuvo la serie $F_2(x)$ que constituyó la segunda componente de la curva de muertos y que se completó con valores convenientes para las primeras edades.

| x | d_x^i | $F_1(x)$ ajustada | $F_2(x)$ |
|---------|---------|-------------------|--------------------------|
| 0 - 4 | 81,847 | | 500} Valores Hipotéticos |
| 5 - 9 | 9.870 | | 2.750 |
| 10 - 14 | 6.839 | | 6.839 |
| 15 - 19 | 13.189 | 1.903 | 11.286 |
| 20 - 24 | 16.256 | 3.858 | 12.798 |
| 25 - 29 | 15.796 | 6.058 | 9.738 |
| 30 - 34 | 17.751 | 10.239 | 7.512 |
| 35 - 39 | 23.355 | 16.597 | 6.758 |
| 40 - 44 | 31.088 | 25.791 | 5.297 |
| 45 - 49 | 43.191 | 38.353 | 4.838 |
| 50 - 54 | 58.268 | 54.430 | 3.838 |
| 55 - 59 | 74.866 | 73.426 | 1.440 |

Se procedió luego al ajustamiento de la distribución conseguida de la forma indicada para $F_1(x)$

Los valores de las constantes utilizadas y calculadas son los siguientes:

Media provisorio: Edad 17 años

Intervale unitario: 5 años

m_1 ■ 2,1958

m_2 ■ 11,3826

m_3 ■ 60,3179

λ_1 ■ 2,1958

λ_2 ■ 6,5611

λ_3 ■ 6,5103

M_x ■ 27,98

η ■ 19,948

Origen(Cero Matemático) ■ 71,76

n ■ 0,12788

m ■ 4,578038

$z = \log_e [(72 + x) \cdot 4,578038] : 0,12788$

k_0 ■ 594,38

k_3 ■ 38,59

k_4 ■ 15,65



Los valores de k_0 , k_3 y k_4 obtenidos aplicados a las funciones $\varphi_0(z)$; $\varphi_3(z)$ y $\varphi_4(z)$ permitieron calcular la columna de $F_2(x)$ ajustada

4. Ajustamiento de los fallecidos de 0 a 9 años $F_3(x)$

Con el objeto de completar la tabla sin proponerse construir una tabla especialmente para las primeras edades, se siguió el sistema de ajustar a una recta por mínimos cuadrados la curva de las d_x previa alineación mediante la aplicación de logaritmos a las edades y al total de fallecidos en cada edad.

A los efectos de este ajustamiento el total de muertos de cada edad se atribuyó al valor central de la clase

30

salvo en las dos primeras por considerarse que en dichas edades los fallecidos no se distribuyen uniformemente dentro del intervalo. Los totales d_0 y d_1 se hicieron corresponder a $2\frac{1}{2}$ meses y a $1\frac{1}{2}$ años respectivamente.

5. Los valores ajustados conjuntamente con los resultados de los ajustamientos anteriores se transcriben en la tabla siguiente que es la base de la tercera tabla que se presenta.

Se agregan además los gráficos que permiten apreciar resultados de los ajustamientos realizados.

| X | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_1(x) + F_2(x)$ |
|----|----------|----------|-------------------|
| 0 | | | 57921 |
| 1 | | | 10403 |
| 2 | | | 5327 |
| 3 | | | 3882 |
| 4 | | | 3052 |
| 5 | | | 2518 |
| 6 | | | 2146 |
| 7 | | | 1872 |
| 8 | | | 1660 |
| 9 | | | 1493 |
| 10 | 145 | 1183 | 1328 |
| 11 | 178 | 1324 | 1502 |
| 12 | 208 | 1480 | 1688 |
| 13 | 222 | 1615 | 1837 |
| 14 | 264 | 1742 | 2006 |
| 15 | 295 | 1859 | 2154 |
| 16 | 332 | 1964 | 2296 |
| 17 | 375 | 2053 | 2428 |
| 18 | 425 | 2127 | 2552 |
| 19 | 476 | 2178 | 2654 |
| 20 | 542 | 2219 | 2761 |
| 21 | 607 | 2240 | 2847 |
| 22 | 680 | 2249 | 2929 |
| 23 | 768 | 2243 | 3011 |
| 24 | 861 | 2225 | 3086 |
| 25 | 962 | 2197 | 3159 |
| 26 | 1076 | 2159 | 3235 |
| 27 | 1196 | 2113 | 3309 |
| 28 | 1335 | 2059 | 3394 |
| 29 | 1489 | 1998 | 3487 |
| 30 | 1654 | 1934 | 3588 |
| 31 | 1835 | 1873 | 3708 |
| 32 | 2037 | 1801 | 3838 |
| 33 | 2239 | 1736 | 3975 |
| 34 | 2474 | 1659 | 4133 |
| 35 | 2729 | 1590 | 4319 |
| 36 | 3001 | 1520 | 4521 |
| 37 | 3295 | 1439 | 4734 |
| 38 | 3617 | 1367 | 4984 |
| 39 | 3955 | 1296 | 5251 |
| 40 | 4316 | 1224 | 5540 |
| 41 | 4709 | 1153 | 5862 |
| 42 | 5137 | 1082 | 6219 |
| 43 | 5581 | 1010 | 6591 |
| 44 | 6048 | 951 | 6999 |

 $F_3(x)$

| x | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_1(x) + F_2(x)$ |
|-----|----------|----------|-------------------|
| 45 | 6553 | 882 | 7435 |
| 46 | 7085 | 813 | 7898 |
| 47 | 7642 | 757 | 8399 |
| 48 | 8231 | 694 | 8925 |
| 49 | 8842 | 640 | 9482 |
| 50 | 9490 | 581 | 10071 |
| 51 | 10167 | 532 | 10699 |
| 52 | 10861 | 485 | 11346 |
| 53 | 11584 | 432 | 12016 |
| 54 | 12328 | 391 | 12719 |
| 55 | 13093 | 352 | 13445 |
| 56 | 13882 | 311 | 14193 |
| 57 | 14674 | 281 | 14955 |
| 58 | 15481 | 249 | 15730 |
| 59 | 16296 | 219 | 16515 |
| 60 | 17112 | 193 | 17305 |
| 61 | 17930 | 169 | 18099 |
| 62 | 18727 | 146 | 18873 |
| 63 | 19512 | 127 | 19639 |
| 64 | 20270 | 109 | 20379 |
| 65 | 21001 | 95 | 21096 |
| 66 | 21672 | 81 | 21753 |
| 67 | 22292 | 68 | 22360 |
| 68 | 22845 | 59 | 22904 |
| 69 | 23327 | 50 | 23377 |
| 70 | 23714 | 42 | 23756 |
| 71 | 23997 | 36 | 24033 |
| 72 | 24169 | 27 | 24196 |
| 73 | 24221 | 24 | 24245 |
| 74 | 24135 | 20 | 24155 |
| 75 | 23909 | 16 | 23925 |
| 76 | 23476 | 13 | 23489 |
| 77 | 23010 | 10 | 23020 |
| 78 | 23343 | 9 | 23352 |
| 79 | 21524 | 7 | 21531 |
| 80 | 20558 | | 20558 |
| 81 | 19471 | | 19471 |
| 82 | 18259 | | 18259 |
| 83 | 16948 | | 16948 |
| 84 | 15600 | | 15600 |
| 85 | 14129 | | 14129 |
| 86 | 12644 | | 12644 |
| 87 | 11181 | | 11181 |
| 88 | 9737 | | 9737 |
| 89 | 8350 | | 8350 |

2

| x | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_1(x) + F_2(x)$ |
|-----|----------|----------|-------------------|
| 90 | 7033 | | 7033 |
| 91 | 5802 | | 5802 |
| 92 | 4693 | | 4693 |
| 93 | 3698 | | 3698 |
| 94 | 2839 | | 2839 |
| 95 | 2111 | | 2111 |
| 96 | 1504 | | 1504 |
| 97 | 1047 | | 1047 |
| 98 | 704 | | 704 |
| 99 | 455 | | 455 |
| 100 | 273 | | 273 |
| 101 | 150 | | 150 |
| 102 | 66 | | 66 |
| 103 | 24 | | 24 |

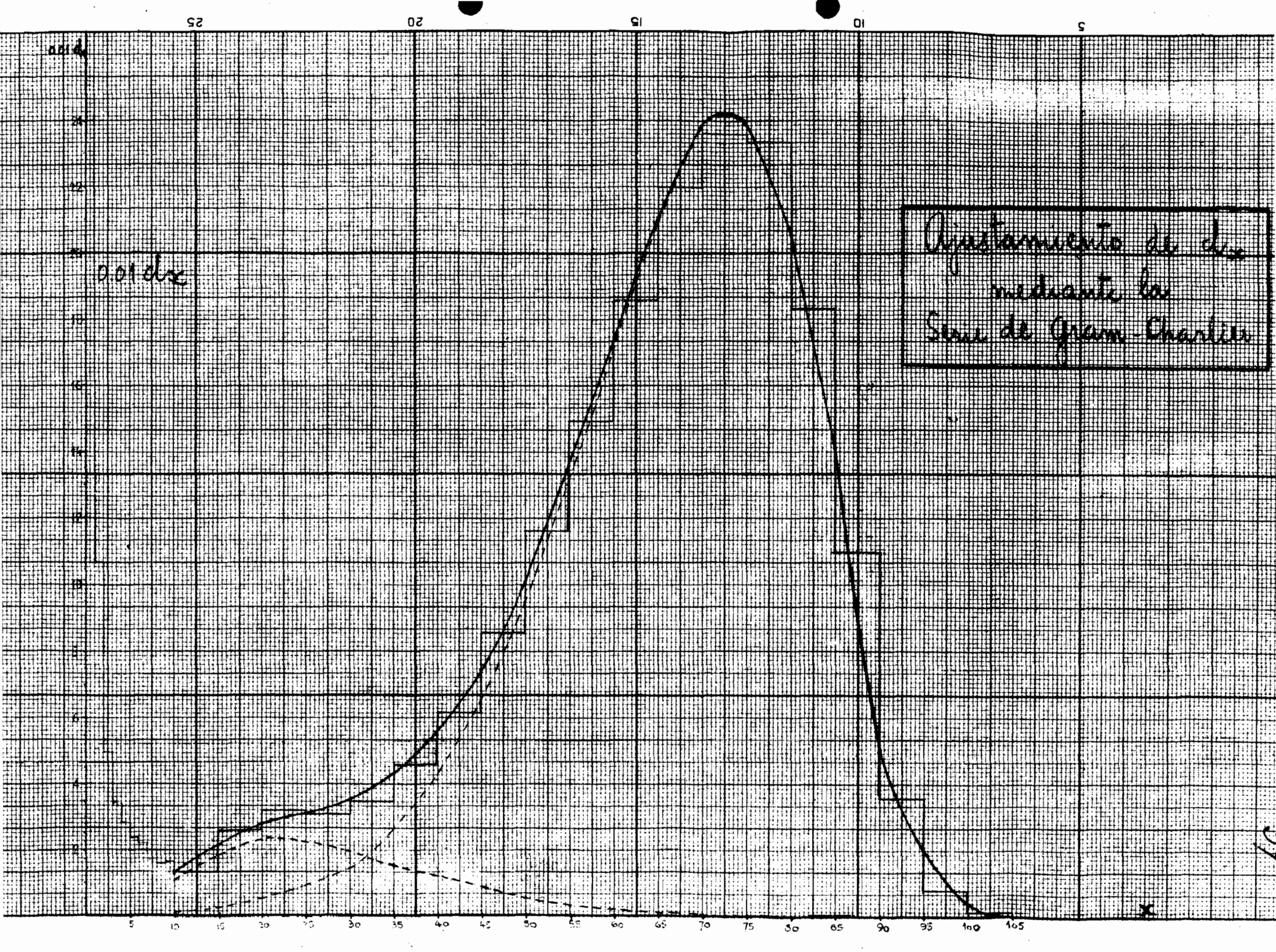
0.01 dx

0.01 dx

Ajustamiento de d_n
 mediante la
 Serie de Gram-Charlier

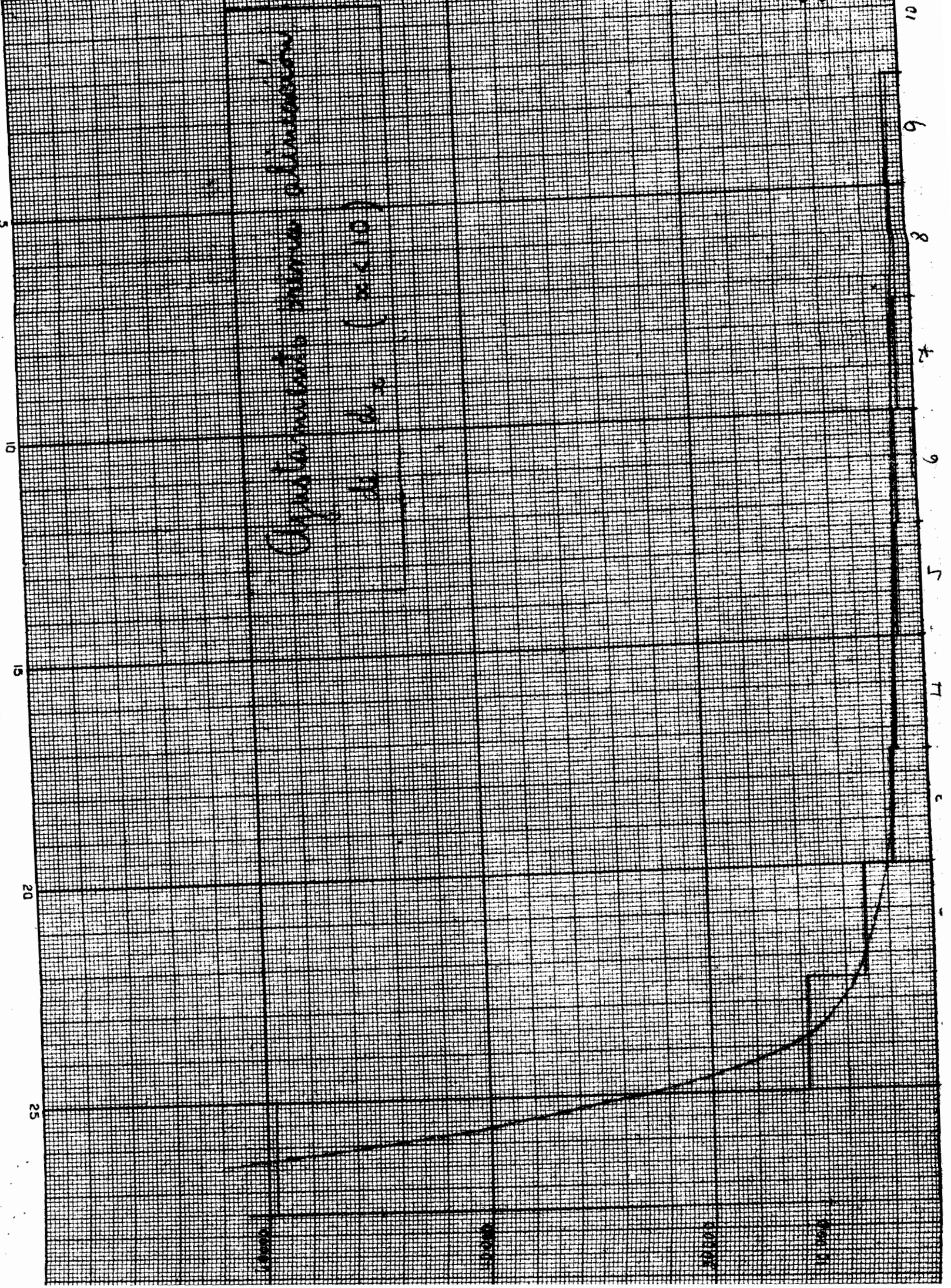
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2

5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105



Agrostis nemoralis (L.) Link.
(01258)

00000
00000
00000
00000



LIBRO

1. Nota teórica

Una curva de frecuencia puede expresarse mediante la serie

$$f(x) = k_0 \psi(\lambda, x) + k_2 \Delta^2 \psi + k_3 \Delta^3 \psi$$

que es la ecuación tipo B de Charlier, y donde:

$$\psi(\lambda, x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{\Gamma(x+1)}$$

es la ley de Poisson o de sucesos raros, en la que λ puede hacerse coincidir con la media.

$\Delta^2 \psi$; $\Delta^3 \psi$ son las diferencias finitas de $\psi(\lambda, x)$ de acuerdo con la fórmula:

$$\Delta \psi(\lambda, x) = \psi(\lambda, x) - \psi(\lambda, x-1)$$

y k_0, k_2, k_3 , parámetros desconocidos que pueden determinarse por el método de mínimos cuadrados formando el sistema de ecuaciones lineales

$$\begin{cases} k_0 \psi_1 + k_2 \Delta^2 \psi_1 + k_3 \Delta^3 \psi_1 = f_1 \\ k_0 \psi_2 + k_2 \Delta^2 \psi_2 + k_3 \Delta^3 \psi_2 = f_2 \\ k_0 \psi_3 + k_2 \Delta^2 \psi_3 + k_3 \Delta^3 \psi_3 = f_3 \\ \dots \\ k_0 \psi_n + k_2 \Delta^2 \psi_n + k_3 \Delta^3 \psi_n = f_n \end{cases}$$

El sistema de valores de k_0, k_2 y k_3 debe obtenerse haciendo mínimo la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores ajustados y los observados

$$\sum_1^n (k_0 \psi_i + k_2 \Delta^2 \psi_i + k_3 \Delta^3 \psi_i - f_i)^2 = Q(k_0, k_2, k_3) = \text{mínimo}$$

Esto ocurre cuando, simultáneamente

$$\frac{dQ}{dk_0} = 0 ; \quad \frac{dQ}{dk_2} = 0 ; \quad \frac{dQ}{dk_3} = 0$$

Las tres ecuaciones del sistema anteriores desarrolladas y escritas en forma simbólica con la notación de Gauss pueden expresarse:

$$\begin{cases} [aa]k_0 + [ab]k_2 + [ac]k_3 - [a0] = 0 \\ [ab]k_0 + [bb]k_2 + [bc]k_3 - [b0] = 0 \\ [ac]k_0 + [cb]k_2 + [cc]k_3 - [c0] = 0 \end{cases}$$

donde se indica con:

$$[aa] = \psi_1^2 + \psi_2^2 + \dots$$

$$[ab] = \psi_1 \cdot \Delta^2 \psi_1 + \psi_2 \cdot \Delta^2 \psi_2 + \dots$$

Cuando puede conocerse un valor aproximado para k_0, k_2 y k_3 , y escribirse:

$$k_0 = r_0 k'_0 \quad ; \quad k_2 = r_2 k'_2 \quad \text{y} \quad k_3 = r_3 k'_3$$

donde k'_0, k'_2 y k'_3 son los valores aproximados.

Los símbolos utilizados para expresar las sumas de los productos significarán

$$[aa] = (k'_0 \psi_1)^2 + (k'_0 \psi_2)^2 + \dots$$

$$[ab] = k'_0 \psi_1 \cdot k'_2 \Delta^2 \psi_1 + k'_0 \psi_2 \cdot k'_2 \Delta^2 \psi_2 + \dots$$

y el sistema de ecuaciones normales estarán así escritas:

$$\begin{cases} [aa] r_0 + [ab] r_2 + [ac] r_3 - [a0] = 0 & (1) \\ [ab] r_0 + [bb] r_2 + [bc] r_3 - [b0] = 0 & (2) \\ [ac] r_0 + [cb] r_2 + [cc] r_3 - [c0] = 0 & (3) \end{cases}$$

Usando el método de reducción de Gauss su solución será:

$$\text{De (1)} \quad r_0 = \frac{[a0]}{[aa]} - \frac{[ab]}{[aa]} r_2 - \frac{[ac]}{[aa]} r_3$$

reemplazando en (2) y (3)

$$(2') \quad \left\{ [bb] - \frac{[ab]}{[aa]} [ab] \right\} r_2 + \left\{ [bc] - \frac{[ac]}{[aa]} [ab] \right\} r_3 - \left\{ [b0] - \frac{[a0]}{[aa]} [ab] \right\} = 0$$

$$(3') \quad \left\{ [cb] - \frac{[ab]}{[aa]} [ac] \right\} r_2 + \left\{ [cc] - \frac{[ac]}{[aa]} [ac] \right\} r_3 - \left\{ [c0] - \frac{[a0]}{[aa]} [ac] \right\} = 0$$

Haciendo

$$\left\{ [ik] - \frac{[ai]}{[aa]} [ak] \right\} = [ik.1] = [k.i.1]$$

se pueden escribir

$$(2') \quad [bb.1] r_2 + [bc.1] r_3 - [bo.1] = 0$$

$$(3') \quad [cb.1] r_2 + [cc.1] r_3 - [co.1] = 0$$

38

$$\text{De (2')} \quad \lambda_2 = \frac{[b_{0.1}]}{[b_{b.1}]} - \frac{[b_{c.1}]}{[b_{b.1}]} \lambda_3$$

reemplazando en (3')

$$(3'') \quad \left\{ [c_{c.1}] - \frac{[b_{c.1}]}{[b_{b.1}]} [c_{b.1}] \right\} \lambda_3 - \left\{ [c_{0.1}] - \frac{[b_{0.1}]}{[b_{b.1}]} [c_{b.1}] \right\} = 0$$

Haciendo

$$\left\{ [i_{k.1}] - \frac{[b_{i.1}]}{[b_{b.1}]} [b_{k.1}] \right\} = [i'_{k.2}] = [k_{i.2}]$$

Se puede escribir

$$[c_{c.2}] \lambda_3 - [c_{0.2}] = 0$$

$$\therefore \lambda_3 = \frac{[c_{0.2}]}{[c_{c.2}]}$$

2. Descomposición de la curva de muertes (dx)

Al igual que en el ajustamiento con la serie de Groom y Charlier se efectuó la descomposición del total de muertes agrupados per edad en períodos quinquenales

| Edades | $\sum d'_x$ | $F_1(x)$ | $\sum d'_x \cdot F_1(x)$ |
|-----------|-------------|----------|--------------------------|
| 0 - 4 | 81.847 | .. | 81.847 |
| 5 - 9 | 9.870 | .. | 9.870 |
| 10 - 14 | 6.939 | .. | 6.939 |
| 15 - 19 | 13.189 | .. | 13.189 |
| 20 - 24 | 16.256 | .. | 16.256 |
| 25 - 29 | 15.796 | 1.500 | 14.296 |
| 30 - 34 | 17.751 | 8.500 | 7.251 |
| 35 - 39 | 23.355 | 19.000 | 4.355 |
| 40 - 44 | 31.088 | 29.588 | 1.500 |
| 45 - 49 | 43.191 | 43.191 | .. |
| 50 - 54 | 58.268 | 58.268 | .. |
| 55 - 59 | 74.866 | 74.866 | .. |
| 60 - 64 | 93.400 | 93.400 | .. |
| 65 - 69 | 110.230 | 110.230 | .. |
| 70 - 74 | 118.073 | 118.073 | .. |
| 75 - 79 | 116.559 | 116.559 | .. |
| 80 - 84 | 91.685 | 91.685 | .. |
| 85 - 89 | 54.974 | 54.974 | .. |
| 90 - 94 | 18.130 | 18.130 | .. |
| 95 - 99 | 4.220 | 4.220 | .. |
| 100 - 104 | 178 | 178 | .. |

Valores Hipotéticos



3. Ajustamiento de la primera componente [$F_1(x)$]

| Edades | Variable de Cálculo x | $F_1(x)$ |
|-----------|-----------------------|----------|
| 100 - 104 | 0 | 178 |
| 95 - 99 | 1 | 4.220 |

40

| | | |
|---------|----|---------|
| 90 • 94 | 2 | 18.130 |
| 85 • 89 | 3 | 54.974 |
| 80 • 84 | 4 | 91.685 |
| 75 • 79 | 5 | 116.559 |
| 70 • 74 | 6 | 118.073 |
| 65 • 69 | 7 | 110.210 |
| 60 • 64 | 8 | 93.400 |
| 55 • 59 | 9 | 74.866 |
| 50 • 54 | 10 | 58.268 |
| 45 • 49 | 11 | 43.191 |
| 40 • 44 | 12 | 29.588 |
| 35 • 39 | 13 | 19.000 |
| 30 • 34 | 14 | 8.500 |
| 25 • 29 | 15 | 1.500 |
| | | <hr/> |
| | | 842.362 |

De la que resultó:

$$\lambda = m_1 = 6,953443$$

Se confeccionó la tabla de

$$\psi(\lambda, x) ; \Delta\psi ; \Delta^2\psi ; \Delta^3\psi$$

con la que agrupando por intervalo de edad se obtuvo la tabla con los coeficientes de las ecuaciones normales.

Fijados los valores $k_0^i, k_2^i, y k_3^i$ y multiplicando los mismos por los respectivos coeficientes se obtuvo la tabla con las columnas a, b, c, 0, y s (control) y además las tablas con las columnas aa, ab, ac, a0, as; bb, bc, b0, bs y cc, c0, cs. Con dichas tablas se confeccionó el esquema para la solución de las "ecuaciones normales" en el que las filas (a), (b) y (c) son las sumas de los pro

ductos indicados anteriormente. La fila (3) es el cociente de cada uno de los valores de la fila (a) por el primer valor de dicha fila. La columna marcada con (1) es el producto de los valores de la fila (a) por el primer valor de la fila (3). La fila (2) es el producto de los valores de la fila (a) por el segundo valor de la fila (3). Restando la fila (1) de la (b) y la (2) de la (c) se formó el esquema denominado "Primera reducción" que tratada de la misma forma que el de ecuaciones normales condujo a la segunda reducción del que se arranca para el cálculo de las r.

La relación $k_1 = r_1 k_1'$ permitió calcular k_0, k_2 y k_3 que aplicados a los valores de $\psi, \Delta^2 \psi$ y $\Delta^3 \psi$ formaron las columnas de la tabla que sumadas constituyen la $F_1(x)$ ajustada.

4. Ajustamiento de la Segunda Componente $F_2(x)$

Restando de las d_x' observadas los valores ajustados de $F_1(x)$ y agrupando los valores en períodos de cinco años se obtuvo la serie $F_2(x)$ que constituye la segunda componente de la curva de muertes que una vez completada con valores hipotéticos para los dos primeros períodos se sometió al ajustamiento mediante la serie de Poisson Charlier de la forma indicada para $F_1(x)$

| Edades | Variable de cálculo | $0,1 F_2(x)$ | |
|---------|---------------------|--------------|-----------------------|
| 0 - 4 | 0 | 100 | } Valores Hipotéticos |
| 5 - 9 | 1 | 400 | |
| 10 - 14 | 2 | 694 | |
| 15 - 19 | 3 | 1.206 | |
| 20 - 24 | 4 | 1.383 | |
| 25 - 29 | 5 | 1.093 | |
| 30 - 34 | 6 | 860 | |
| 35 - 39 | 7 | 738 | |
| 40 - 44 | 8 | 504 | |
| 45 - 49 | 9 | 354 | |
| 50 - 54 | 10 | 152 | |

Los resultados obtenidos

$$\begin{aligned}\lambda &= 0,675687 \\ k_0 &= 1.483,284 \\ k_2 &= 10.094,175 \\ k_3 &= 61.089,336\end{aligned}$$

Con estos valores se formó la tabla con los valores ajustados de $F_2(x)$

5. Ajustamiento de la tercera y cuarta componente de la curva de muertes

De la misma manera indicada para $F_2(x)$ se obtuvieron sucesivamente $F_3(x)$ y $F_4(x)$ tercera y cuarta componente respectivamente de la curva de muertes que corresponden a las primeras edades de la tabla (infancia y niñez).

Para el ajustamiento de dichas distribuciones se abandonó el sistema utilizado para $F_1(x)$ y $F_2(x)$ y se recurrió, por la menor cantidad de cálculos que requiere, al desarrollo tal como lo utiliza Charlier en sus "Elementos de Estadística Matemática"

$$F(x) = N \left[\psi(\lambda, x) + \gamma_2 \Delta^2 \psi(\lambda, x) \right]$$

donde N es la suma de las frecuencias; y $\gamma_2 = \frac{1}{2} (\lambda_2 - \lambda_1)$ es la característica llamada por Charlier "excentricidad", en la que λ_1 (módulo de la serie) es la media aritmética y λ_2 el momento segundo a la media aritmética.

Los cálculos efectuados y los resultados obtenidos se detallan a continuación.

.....

Las series ajustadas $F_1(x)$, $F_2(x)$, $F_3(x)$, $F_4(x)$ sumadas constituyen la columna de d_x que sirvió de base para la construcción de la cuarta tabla de mortalidad del capítulo

siguiente.

Se agregan las planillas con dichas series y su suma y el gráfico de los ajustamientos realizados.

43

44

Tablas y cálculos correspondientes al ajustamiento

te de la primer componente

| x | $\psi(\lambda, x)$ | $\Delta \psi(\lambda, x)$ | $\Delta^2 \psi(\lambda, x)$ | $\Delta^3 \psi(\lambda, x)$ |
|------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| -0,8 | 0,0000441 | 0,0000441 | 0,0000441 | 0,0000441 |
| -0,6 | 0,0001345 | 0,0000904 | 0,0000463 | 0,0000022 |
| -0,4 | 0,0002954 | 0,0001609 | 0,0000705 | 0,0000242 |
| -0,2 | 0,0005568 | 0,0002614 | 0,0001005 | 0,0000300 |
| 0,- | 0,0009554 | 0,0003986 | 0,0001372 | 0,0000367 |
| 0,2 | 0,0015335 | 0,0005781 | 0,0001795 | 0,0000423 |
| 0,4 | 0,0023388 | 0,0008053 | 0,0002272 | 0,0000477 |
| 0,6 | 0,0034228 | 0,0010840 | 0,0002787 | 0,0000515 |
| 0,8 | 0,0048394 | 0,0014166 | 0,0003326 | 0,0000539 |
| 1,- | 0,0066430 | 0,0018036 | 0,0003870 | 0,0000544 |
| 1,2 | 0,0088858 | 0,0022428 | 0,0004392 | 0,0000522 |
| 1,4 | 0,0116161 | 0,0027303 | 0,0004875 | 0,0000483 |
| 1,6 | 0,0148751 | 0,0032590 | 0,0005287 | 0,0000412 |
| 1,8 | 0,0186948 | 0,0038197 | 0,0005607 | 0,0000320 |
| 2,- | 0,0230957 | 0,0044009 | 0,0005812 | 0,0000205 |
| 2,2 | 0,0280850 | 0,0049893 | 0,0005884 | 0,0000072 |
| 2,4 | 0,0336550 | 0,0055700 | 0,0005807 | -0,0000077 |
| 2,6 | 0,0397819 | 0,0061269 | 0,0005569 | -0,0000238 |
| 2,8 | 0,0464261 | 0,0066442 | 0,0005173 | -0,0000396 |
| 3,- | 0,0535315 | 0,0071054 | 0,0004612 | -0,0000561 |
| 3,2 | 0,0610274 | 0,0074959 | 0,0003905 | -0,0000707 |
| 3,4 | 0,0688288 | 0,0078014 | 0,0003055 | -0,0000850 |
| 3,6 | 0,0768393 | 0,0080105 | 0,0002091 | -0,0000964 |
| 3,8 | 0,0849529 | 0,0081136 | 0,0001031 | -0,0001060 |
| 4,- | 0,0930571 | 0,0081042 | -0,0000094 | -0,0001125 |
| 4,2 | 0,1010358 | 0,0079787 | -0,0001255 | -0,0001161 |
| 4,4 | 0,1087721 | 0,0077363 | -0,0002424 | -0,0001169 |
| 4,6 | 0,1161516 | 0,0073795 | -0,0003568 | -0,0001144 |
| 4,8 | 0,1230657 | 0,0069141 | -0,0004654 | -0,0001086 |
| 5,- | 0,1294135 | 0,0063478 | -0,0005663 | -0,0001009 |
| 5,2 | 0,1351052 | 0,0056917 | -0,0006561 | -0,0000898 |
| 5,4 | 0,1400630 | 0,0049578 | -0,0007339 | -0,0000778 |
| 5,6 | 0,1442239 | 0,0041609 | -0,0007969 | -0,0000630 |
| 5,8 | 0,1475397 | 0,0033158 | -0,0008451 | -0,0000482 |
| 6,- | 0,1499782 | 0,0024385 | -0,0008773 | -0,0000322 |
| 6,2 | 0,1515235 | 0,0015453 | -0,0008932 | -0,0000159 |
| 6,4 | 0,1521750 | 0,0006515 | -0,0008938 | -0,0000006 |
| 6,6 | 0,1519474 | -0,0002276 | -0,0008791 | 0,0000147 |
| 6,8 | 0,1508688 | -0,0010786 | -0,0008510 | 0,0000281 |
| 7,- | 0,1489807 | -0,0018881 | -0,0008095 | 0,0000415 |
| 7,2 | 0,1463347 | -0,0026460 | -0,0007579 | 0,0000516 |
| 7,4 | 0,1429919 | -0,0033428 | -0,0006968 | 0,0000611 |

45

| x | ψ | $\Delta\psi$ | $\Delta^2\psi$ | $\Delta^3\psi$ |
|------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 7,6 | 0,1390207 | -0,0039712 | -0,0006284 | 0,0000684 |
| 7,8 | 0,1344947 | -0,0045260 | -0,0005548 | 0,0000736 |
| 8,- | 0,1294911 | -0,0050036 | -0,0004776 | 0,0000772 |
| 8,2 | 0,1240891 | -0,0054020 | -0,0003984 | 0,0000792 |
| 8,4 | 0,1183674 | -0,0057217 | -0,0003197 | 0,0000787 |
| 8,6 | 0,1124038 | -0,0059636 | -0,0002419 | 0,0000778 |
| 8,8 | 0,1062728 | -0,0061310 | -0,0001674 | 0,0000745 |
| 9,- | 0,1000455 | -0,0062273 | -0,0000963 | 0,0000711 |
| 9,2 | 0,0937877 | -0,0062578 | -0,0000305 | 0,0000658 |
| 9,4 | 0,0875597 | -0,0062280 | 0,0000298 | 0,0000603 |
| 9,6 | 0,0814160 | -0,0061437 | 0,0000843 | 0,0000545 |
| 9,8 | 0,0754043 | -0,0060117 | 0,0001320 | 0,0000477 |
| 10,- | 0,0695660 | -0,0058383 | 0,0001734 | 0,0000414 |
| 10,2 | 0,0639360 | -0,0056300 | 0,0002083 | 0,0000349 |
| 10,4 | 0,0585424 | -0,0053936 | 0,0002364 | 0,0000281 |
| 10,6 | 0,0534077 | -0,0051347 | 0,0002589 | 0,0000225 |
| 10,8 | 0,0485481 | -0,0048596 | 0,0002751 | 0,0000162 |
| 11,- | 0,0439749 | -0,0045732 | 0,0002864 | 0,0000113 |
| 11,2 | 0,0396941 | -0,0042808 | 0,0002924 | 0,0000060 |
| 11,4 | 0,0357080 | -0,0039861 | 0,0002947 | 0,0000023 |
| 11,6 | 0,0320144 | -0,0036936 | 0,0002925 | -0,0000022 |
| 11,8 | 0,0286082 | -0,0034062 | 0,0002874 | -0,0000051 |
| 12,- | 0,0254814 | -0,0031268 | 0,0002794 | -0,0000080 |
| 12,2 | 0,0226239 | -0,0028575 | 0,0002693 | -0,0000101 |
| 12,4 | 0,0200237 | -0,0026002 | 0,0002573 | -0,0000120 |
| 12,6 | 0,0176675 | -0,0023562 | 0,0002440 | -0,0000133 |
| 12,8 | 0,0155410 | -0,0021265 | 0,0002297 | -0,0000143 |
| 13,- | 0,0136295 | -0,0019115 | 0,0002150 | -0,0000147 |
| 13,2 | 0,0119181 | -0,0017114 | 0,0002001 | -0,0000149 |
| 13,4 | 0,0103906 | -0,0015271 | 0,0001847 | -0,0000150 |
| 13,6 | 0,0090331 | -0,0013575 | 0,0001696 | -0,0000151 |
| 13,8 | 0,0078307 | -0,0012024 | 0,0001551 | -0,0000145 |
| 14,- | 0,0067694 | -0,0010613 | 0,0001411 | -0,0000140 |
| 14,2 | 0,0058359 | -0,0009335 | 0,0001278 | -0,0000133 |
| 14,4 | 0,0050174 | -0,0008185 | 0,0001150 | -0,0000128 |
| 14,6 | 0,0043021 | -0,0007153 | 0,0001032 | -0,0000118 |
| 14,8 | 0,0036791 | -0,0006230 | 0,0000923 | -0,0000109 |
| 15,- | 0,0031381 | -0,0005410 | 0,0000820 | -0,0000103 |
| 15,2 | 0,0026697 | -0,0004684 | 0,0000726 | -0,0000094 |
| 15,4 | 0,0022655 | -0,0004042 | 0,0000642 | -0,0000084 |
| 15,6 | 0,0019176 | -0,0003479 | 0,0000563 | -0,0000079 |
| 15,8 | 0,0016191 | -0,0002985 | 0,0000494 | -0,0000069 |
| 16,- | 0,0013638 | -0,0002553 | 0,0000432 | -0,0000062 |
| 16,2 | 0,0011459 | -0,0002179 | 0,0000374 | -0,0000058 |
| 16,4 | 0,0009605 | -0,0001854 | 0,0000325 | -0,0000049 |

46

| x | ψ | $\Delta\psi$ | $\Delta^2\psi$ | $\Delta^3\psi$ |
|------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 16,6 | 0,0008033 | -0,0001572 | 0,0000282 | -0,0000043 |
| 16,8 | 0,0006702 | -0,0001331 | 0,0000241 | -0,0000041 |
| 17,0 | 0,0005578 | -0,0001124 | 0,0000207 | -0,0000034 |
| 17,2 | 0,0004633 | -0,0000945 | 0,0000179 | -0,0000028 |
| 17,4 | 0,0003839 | -0,0000794 | 0,0000151 | -0,0000028 |
| 17,6 | 0,0003174 | -0,0000665 | 0,0000129 | -0,0000022 |
| 17,8 | 0,0002618 | -0,0000556 | 0,0000109 | -0,0000020 |
| 18,0 | 0,0002155 | -0,0000463 | 0,0000093 | -0,0000016 |
| 18,2 | 0,0001770 | -0,0000385 | 0,0000078 | -0,0000015 |
| 18,4 | 0,0001451 | -0,0000319 | 0,0000066 | -0,0000012 |
| 18,6 | 0,0001186 | -0,0000265 | 0,0000054 | -0,0000012 |
| 18,8 | 0,0000968 | -0,0000218 | 0,0000047 | -0,0000007 |
| 19,0 | 0,0000789 | -0,0000179 | 0,0000039 | -0,0000008 |
| 19,2 | 0,0000641 | -0,0000148 | 0,0000031 | -0,0000008 |
| 19,4 | 0,0000520 | -0,0000121 | 0,0000027 | -0,0000004 |
| 19,6 | 0,0000421 | -0,0000099 | 0,0000022 | -0,0000005 |
| 19,8 | 0,0000340 | -0,0000081 | 0,0000018 | -0,0000004 |



47

| | ψ | $\Delta^2 \psi$ | $\Delta^3 \psi$ | $O = F_1(x)$ |
|---------|----------|-----------------|-----------------|--------------|
| 25-29 | 0,016055 | 0,000415 | - 0,000050 | 150 |
| 30-34 | 0,034486 | 0,000708 | - 0,000070 | 850 |
| 35-39 | 0,069146 | 0,001073 | - 0,000073 | 1900 |
| 40-44 | 0,128751 | 0,001386 | - 0,000038 | 2959 |
| 45-49 | 0,221333 | 0,001408 | 0,000059 | 4319 |
| 50-54 | 0,348864 | 0,000834 | 0,000202 | 5827 |
| 55-59 | 0,500068 | -0,000508 | 0,000354 | 7487 |
| 60-64 | 0,645460 | -0,002380 | 0,000370 | 9340 |
| 65-69 | 0,741120 | -0,003990 | 0,000200 | 11023 |
| 70-74 | 0,745430 | -0,004300 | - 0,000140 | 11807 |
| 75-79 | 0,643800 | -0,002780 | - 0,000497 | 11656 |
| 80-84 | 0,464659 | -0,000072 | - 0,000560 | 9160 |
| 85-89 | 0,269596 | 0,002232 | - 0,000274 | 5497 |
| 90-94 | 0,118406 | 0,002840 | 0,000094 | 1813 |
| 95-99 | 0,035407 | 0,001925 | 0,000261 | 422 |
| 100-104 | 0,005680 | 0,000805 | 0,000226 | 18 |
| | 4,988261 | -0,000404 | 0,000064 | 84237 |

| | a | b | c | o | s |
|---------|------|------|------|-------|------|
| 25-29 | 30 | 22 | 13 | - 15 | + 50 |
| 30-34 | 64 | 38 | 18 | - 85 | + 35 |
| 35-39 | 127 | 57 | 19 | - 190 | + 13 |
| 40-44 | 237 | 74 | 10 | - 296 | + 25 |
| 45-49 | 408 | 75 | -15 | - 432 | + 36 |
| 50-54 | 643 | 44 | -52 | - 583 | + 52 |
| 55-59 | 922 | -27 | -91 | - 749 | + 55 |
| 60-64 | 1189 | -127 | -95 | - 934 | + 33 |
| 65-69 | 1366 | -212 | -51 | -1102 | + 1 |
| 70-74 | 1373 | -229 | +36 | -1181 | + 1 |
| 75-79 | 1186 | -148 | +127 | -1166 | - 1 |
| 80-84 | 856 | - 4 | +143 | - 917 | + 78 |
| 85-89 | 497 | 119 | +70 | - 550 | +136 |
| 90-94 | 218 | 151 | -24 | - 181 | +164 |
| 95-99 | 65 | 102 | -67 | = 42 | + 58 |
| 100-104 | 10 | 43 | -58 | = 2 | - 7 |

| | | | | |
|------|------|-----|-------|-----|
| 9191 | - 22 | -17 | -8425 | 727 |
|------|------|-----|-------|-----|

| <i>aa</i> | <i>ab</i> | <i>ac</i> | <i>ao</i> | <i>as</i> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 900 | 660 | 390 | - 450 | + 1500 |
| 4096 | 2432 | 1152 | - 5440 | + 2240 |
| 16129 | 7239 | 2413 | - 24130 | + 1651 |
| 56169 | 17538 | 2370 | - 70152 | + 5925 |
| 166464 | 30600 | - 6120 | -176256 | + 14688 |
| 413448 | 28292 | - 33436 | -374869 | + 33436 |
| 850084 | - 24894 | - 83902 | -690578 | + 50710 |
| 1413721 | - 151003 | -112955 | -1110526 | + 39237 |
| 1865956 | - 289592 | - 69666 | -1505332 | + 1366 |
| 1885129 | - 314417 | + 49428 | -1621513 | + 1373 |
| 1406596 | - 175528 | +150622 | -1382876 | - 1186 |
| 732726 | - 3424 | +122408 | - 784952 | + 66768 |
| 247009 | + 59143 | + 34790 | - 273350 | + 67592 |
| 47524 | + 32918 | * 5232 | - 39458 | + 35752 |
| 4225 | 6630 | - 4355 | - 2730 | + 3770 |
| 100 | 430 | - 580 | - 20 | - 70 |
| | | | | |
| + 9110287 | - 772976 | + 47327 | -8062632 | + 322006 |

50

| <i>bb</i> | | <i>bc</i> | | <i>bo</i> | | <i>bs</i> | |
|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|--|
| 484 | + | 286 | - | 330 | + | 1100 | |
| 1444 | + | 684 | - | 3230 | + | 1330 | |
| 3249 | + | 1083 | - | 10830 | + | 741 | |
| 5476 | + | 740 | - | 21904 | + | 1850 | |
| 5625 | - | 1125 | - | 32400 | + | 2700 | |
| 1936 | - | 2288 | - | 25652 | + | 2288 | |
| 729 | + | 2457 | + | 20223 | - | 1485 | |
| 16129 | + | 12065 | + | 118618 | - | 4191 | |
| 44944 | + | 10812 | + | 233624 | - | 212 | |
| 52441 | - | 8244 | + | 770449 | + | 229 | |
| 21904 | - | 18796 | + | 272568 | + | 148 | |
| 16 | - | 572 | + | 3668 | - | 312 | |
| 14161 | + | 8330 | - | 65450 | + | 16184 | |
| 22801 | - | 3624 | - | 27331 | + | 24764 | |
| 10404 | - | 6834 | - | 4284 | + | 5916 | |
| 1849 | - | 2494 | - | 86 | - | 301 | |
| + 203592 | - | 7520 | + | 627653 | + | 50749 | |



57

| cc | | co | | cs |
|--------|---|--------|---|-------|
| 169 | - | 195 | + | 650 |
| 324 | - | 1530 | + | 630 |
| 361 | - | 3610 | + | 247 |
| 100 | - | 2960 | + | 250 |
| 225 | + | 6480 | - | 540 |
| 2704 | + | 30316 | - | 2704 |
| 8281 | + | 68159 | - | 5005 |
| 9025 | + | 88730 | - | 3135 |
| 2601 | + | 56202 | - | 51 |
| 1296 | + | 42516 | - | 36 |
| 16129 | - | 148082 | - | 127 |
| 20449 | - | 131131 | + | 11154 |
| 4900 | - | 38500 | + | 9520 |
| 576 | + | 4344 | - | 3936 |
| 4489 | + | 2814 | - | 3886 |
| 3364 | + | 116 | + | 406 |
| +74993 | - | 111363 | + | 3437 |

ECUACIONES NORMALES

| | | | | |
|-------|-----------|----------|---------|-----------|
| (a) | + 911.029 | - 77.298 | + 4.733 | - 806.263 |
| (1) | | + 6.559 | - 402 | + 68.411 |
| (b) | | + 20.359 | - 752 | + 62.765 |
| (2) | | | + 25 | - 4.193 |
| (c) | | | + 7.499 | - 11.136 |

| | | | | |
|-------|--|-----------|-----------|-----------|
| (3) | | - 0,08485 | + 0,00520 | - 0,88500 |
|-------|--|-----------|-----------|-----------|

Primera Reducción

| | | | |
|-------|----------|---------|---------|
| (a) | + 13.800 | + 350 | - 5.646 |
| (1) | | + 9 | + 143 |
| (b) | | + 7.474 | - 6.943 |

| | | | |
|-------|--|-----------|-----------|
| (2) | | - 0,02536 | - 0,40913 |
|-------|--|-----------|-----------|

Segunda Reducción

| | | |
|--|---------|---------|
| | + 7.465 | - 7.086 |
|--|---------|---------|

$$r_3 = 7.086 : 7.746 = \underline{0,91479}$$

$$r_2 = 0,40913 - (0,91479) \cdot (- 0,02536) = 0,40913 + 0,02320 = \underline{0,43233}$$

$$r_0 = 0,88500 - (0,43233) \cdot (- 0,08485) - (0,91479) \cdot (0,00520)$$

$$r_0 = 0,88500 + 0,03668 + 0,00476$$

$$r_0 = \underline{0,92644}$$

$$k_0 = r_0 \cdot k'_0 = 0,92644 \times 18.428.601 = 17.072,993$$

$$k_2 = r_2 \cdot k'_2 = 0,43233 \times 532.157.899 = 230.067,824$$

$$k_3 = r_3 \cdot k'_3 = 0,91479 \times - 2.557.475,519 = - 2.339.553,030$$

| x | $k_0 \psi$ | $k_2 \Delta^2 \psi$ | $k_3 \Delta^3 \psi$ | $F(x)$ |
|-----|------------|---------------------|---------------------|--------|
| 0 | | | | 6 |
| 1 | | | | 10 |
| 2 | | | | 14 |
| 3 | 6 | 4 | 9 | 19 |
| 4 | 7 | 5 | 12 | 24 |
| 5 | 9 | 6 | 16 | 31 |
| 6 | 11 | 7 | 19 | 37 |
| 7 | 13 | 9 | 21 | 43 |
| 8 | 17 | 11 | 26 | 54 |
| 9 | 20 | 12 | 28 | 60 |
| 10 | 25 | 15 | 28 | 68 |
| 11 | 30 | 18 | 35 | 83 |
| 12 | 37 | 21 | 37 | 95 |
| 13 | 45 | 25 | 48 | 118 |
| 14 | 54 | 30 | 51 | 139 |

54

| x | $k_0 \psi$ | | $k_2 \Delta^2 \psi$ | | $k_3 \Delta^3 \psi$ | $F_1(x)$ |
|-----|------------|---|---------------------|---|---------------------|----------|
| 15 | 66 | + | 35 | + | 66 | 167 |
| 16 | 79 | + | 41 | + | 66 | 186 |
| 17 | 95 | + | 48 | + | 80 | 223 |
| 18 | 114 | + | 55 | + | 96 | 265 |
| 19 | 137 | + | 65 | + | 101 | 303 |
| 20 | 164 | + | 75 | + | 115 | 354 |
| 21 | 196 | + | 86 | + | 136 | 418 |
| 22 | 233 | + | 99 | + | 145 | 477 |
| 23 | 276 | + | 114 | + | 161 | 551 |
| 24 | 327 | + | 130 | + | 185 | 642 |
| 25 | 387 | + | 148 | + | 217 | 732 |
| 26 | 456 | + | 167 | + | 257 | 843 |
| 27 | 536 | + | 189 | + | 305 | 966 |
| 28 | 628 | + | 212 | + | 361 | 1095 |
| 29 | 734 | + | 237 | + | 425 | 1247 |
| 30 | 857 | + | 265 | + | 497 | 1421 |
| 31 | 996 | + | 294 | + | 577 | 1601 |
| 32 | 1156 | + | 325 | + | 665 | 1798 |
| 33 | 1337 | + | 357 | + | 761 | 2013 |
| 34 | 1542 | + | 390 | + | 865 | 2247 |
| 35 | 1774 | + | 425 | + | 977 | 2550 |
| 36 | 2035 | + | 460 | + | 1097 | 2844 |
| 37 | 2327 | + | 495 | + | 1225 | 3166 |
| 38 | 2653 | + | 528 | + | 1361 | 3516 |
| 39 | 3016 | + | 561 | + | 1505 | 3888 |
| 40 | 3419 | + | 592 | + | 1657 | 4292 |
| 41 | 3863 | + | 620 | + | 1817 | 4719 |
| 42 | 4350 | + | 643 | + | 1985 | 5180 |
| 43 | 4884 | + | 661 | + | 2161 | 5664 |
| 44 | 5466 | + | 673 | + | 2345 | 6191 |
| 45 | 6096 | + | 678 | - | 2537 | 6720 |
| 46 | 6777 | + | 673 | - | 2737 | 7310 |
| 47 | 7508 | + | 659 | - | 2945 | 7903 |
| 48 | 8289 | + | 633 | - | 3161 | 8543 |
| 49 | 9118 | + | 596 | - | 3385 | 9188 |
| 50 | 9995 | + | 544 | - | 3617 | 9882 |
| 51 | 10916 | + | 479 | - | 3857 | 10578 |
| 52 | 11877 | + | 399 | - | 4105 | 11307 |
| 53 | 12874 | + | 304 | - | 4361 | 12062 |
| 54 | 13900 | + | 194 | - | 4625 | 12819 |
| 55 | 14949 | + | 69 | - | 4897 | 13607 |
| 56 | 16013 | - | 70 | - | 5177 | 14404 |
| 57 | 17081 | - | 222 | - | 5465 | 15196 |
| 58 | 18144 | - | 385 | - | 5761 | 16015 |
| 59 | 19190 | - | 557 | - | 6065 | 16813 |

///

| x | $k_0\psi$ | $k_2\Delta^2\psi$ | $k_3\Delta^3\psi$ | $F_1(x)$ |
|-----|-----------|-------------------|-------------------|----------|
| 60 | 20209 | - 736 | - 1841 | 17632 |
| 61 | 21186 | - 917 | - 1853 | 18416 |
| 62 | 22108 | - 1099 | - 1808 | 19203 |
| 63 | 22962 | - 1276 | - 1722 | 19964 |
| 64 | 23735 | - 1446 | - 1600 | 20689 |
| 65 | 24413 | - 1603 | - 1429 | 21381 |
| 66 | 24984 | - 1744 | - 1207 | 22033 |
| 67 | 25435 | - 1862 | - 971 | 22602 |
| 68 | 25758 | - 1958 | - 657 | 23143 |
| 69 | 25942 | - 2025 | - 344 | 23573 |
| 70 | 25981 | - 2056 | - 14 | 23911 |
| 71 | 25870 | - 2055 | + 372 | 24187 |
| 72 | 25606 | - 2018 | + 753 | 24341 |
| 73 | 25189 | - 1944 | + 1128 | 24373 |
| 74 | 24623 | - 1833 | + 1474 | 24264 |
| 75 | 23913 | - 1688 | + 1820 | 24045 |
| 76 | 23067 | - 1509 | + 2101 | 23659 |
| 77 | 22095 | - 1303 | + 2361 | 23153 |
| 78 | 21011 | - 1071 | + 2541 | 22481 |
| 79 | 19831 | - 821 | + 2676 | 21686 |
| 80 | 18571 | - 558 | + 2735 | 20748 |
| 81 | 17250 | - 289 | + 2716 | 19737 |
| 82 | 15888 | - 22 | + 2632 | 18498 |
| 83 | 14504 | + 237 | + 2480 | 17221 |
| 84 | 13119 | + 481 | + 2255 | 15855 |
| 85 | 11755 | + 703 | + 1889 | 14343 |
| 86 | 10419 | + 898 | + 1654 | 12971 |
| 87 | 9139 | + 1061 | + 1312 | 11512 |
| 88 | 7926 | + 1190 | + 926 | 10042 |
| 89 | 6792 | + 1281 | + 557 | 8620 |
| 90 | 5746 | + 1336 | + 180 | 7262 |
| 91 | 4795 | + 1354 | + 168 | 5981 |
| 92 | 3943 | + 1337 | - 480 | 4800 |
| 93 | 3192 | + 1290 | - 749 | 3733 |
| 94 | 2540 | + 1216 | - 964 | 2792 |
| 95 | 1983 | + 1122 | - 1130 | 1975 |
| 96 | 1517 | + 1010 | - 1221 | 1306 |
| 97 | 1134 | + 890 | - 1273 | 751 |
| 98 | 826 | + 765 | - 1261 | 330 |
| 99 | 584 | + 641 | - 1205 | 20 |

de la Segunda Componente

56

| x | $\psi(x, \lambda)$ | $\Delta \psi(x, \lambda)$ | $\Delta^2 \psi(x, \lambda)$ | $\Delta^3 \psi(x, \lambda)$ |
|-------|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| - 0,4 | 0,0031524 | 0,0031524 | 0,0031524 | 0,0031524 |
| - 0,2 | 0,0055041 | 0,0023517 | -0,0008007 | -0,0039531 |
| 0 | 0,0087471 | 0,0032430 | 0,0008913 | 0,0016920 |
| 0,2 | 0,0130040 | 0,0042569 | 0,0010139 | 0,0001226 |
| 0,4 | 0,0183689 | 0,0053649 | 0,0011080 | 0,0000941 |
| 0,6 | 0,0248985 | 0,0065296 | 0,0011617 | 0,0000567 |
| 0,8 | 0,0326047 | 0,0077044 | 0,0011758 | 0,0000181 |
| 1,- | 0,0414524 | 0,0088475 | 0,0011411 | -0,0000357 |
| 1,2 | 0,0513550 | 0,0099026 | 0,0010551 | -0,0000860 |
| 1,4 | 0,0621789 | 0,0108239 | 0,0009213 | -0,0001338 |
| 1,6 | 0,0737462 | 0,0115673 | 0,0007434 | -0,0001779 |
| 1,8 | 0,0858416 | 0,0120954 | 0,0005281 | -0,0002153 |
| 2,- | 0,0982214 | 0,0123798 | 0,0002844 | -0,0002437 |
| 2,2 | 0,1106235 | 0,0124021 | 0,0000223 | -0,0002621 |
| 2,4 | 0,1227776 | 0,0121541 | -0,0002480 | -0,0002703 |
| 2,6 | 0,1344167 | 0,0116391 | -0,0005150 | -0,0002670 |
| 2,8 | 0,1452870 | 0,0108703 | -0,0007688 | -0,0002538 |
| 3,- | 0,1551573 | 0,0098703 | -0,0010000 | -0,0002312 |
| 3,2 | 0,1638266 | 0,0086693 | -0,0012010 | -0,0002010 |
| 3,4 | 0,1711304 | 0,0073038 | -0,0013655 | -0,0001645 |
| 3,6 | 0,1769448 | 0,0058144 | -0,0014894 | -0,0001239 |
| 3,8 | 0,1811888 | 0,0042440 | -0,0015704 | -0,0000810 |
| 4,- | 0,1838227 | 0,0026339 | -0,0016101 | -0,0000397 |
| 4,2 | 0,1848512 | 0,0010285 | -0,0016054 | 0,0000047 |
| 4,4 | 0,1843154 | -0,0005358 | -0,0015643 | 0,0000411 |
| 4,6 | 0,1822918 | -0,0020236 | -0,0014878 | 0,0000765 |
| 4,8 | 0,1788859 | -0,0034059 | -0,0013823 | 0,0001055 |
| 5,- | 0,1742273 | -0,0046586 | -0,0012527 | 0,0001296 |
| 5,2 | 0,1684636 | -0,0057637 | -0,0011051 | 0,0001476 |
| 5,4 | 0,1617540 | -0,0067096 | -0,0009459 | 0,0001592 |
| 5,6 | 0,1542646 | -0,0074894 | -0,0007798 | 0,0001661 |
| 5,8 | 0,1461623 | -0,0081023 | -0,0006129 | 0,0001669 |
| 6,- | 0,1376107 | -0,0085516 | -0,0004493 | 0,0001636 |
| 6,2 | 0,1287661 | -0,0088446 | -0,0002930 | 0,0001563 |
| 6,4 | 0,1197739 | -0,0089922 | -0,0001476 | 0,0001454 |
| 6,6 | 0,1107667 | -0,0090072 | -0,0000150 | 0,0001326 |
| 6,8 | 0,1018623 | -0,0089044 | 0,0001028 | 0,0001178 |
| 7,- | 0,0931625 | -0,0086998 | 0,0002046 | 0,0001018 |
| 7,2 | 0,0847532 | -0,0084093 | 0,0002905 | 0,0000859 |
| 7,4 | 0,0767039 | -0,0080493 | 0,0003600 | 0,0000695 |
| 7,6 | 0,0690690 | -0,0076349 | 0,0004144 | 0,0000544 |
| 7,8 | 0,0618879 | -0,0071811 | 0,0004538 | 0,0000394 |
| 8,- | 0,0551872 | -0,0067007 | 0,0004804 | 0,0000266 |
| 8,2 | 0,0489812 | -0,0062060 | 0,0004947 | 0,0000143 |
| 8,4 | 0,0432738 | -0,0057074 | 0,0004986 | 0,0000039 |

| x | ψ | $\Delta\psi$ | $\Delta^2\psi$ | $\Delta^3\psi$ |
|------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| 8,6 | 0,0380602 | -0,0052136 | 0,0007938 | -0,0000048 |
| 8,8 | 0,0333281 | -0,0047321 | 0,0004815 | -0,0000123 |
| 9,- | 0,0290591 | -0,0042690 | 0,0004631 | -0,0000184 |
| 9,2 | 0,0252307 | -0,0038284 | 0,0004406 | -0,0000225 |
| 9,4 | 0,0218165 | -0,0034142 | 0,0004142 | -0,0000264 |
| 9,6 | 0,0187883 | -0,0030282 | 0,0003860 | -0,0000282 |
| 9,8 | 0,0161165 | -0,0026718 | 0,0003564 | -0,0000296 |
| 10,- | 0,0137711 | -0,0023454 | 0,0003264 | -0,0000300 |
| 10,2 | 0,0117224 | -0,0020487 | 0,0002967 | -0,0000297 |
| 10,4 | 0,0099412 | -0,0017812 | 0,0002675 | -0,0000292 |
| 10,6 | 0,0083998 | -0,0015414 | 0,0002398 | -0,0000277 |
| 10,8 | 0,0070719 | -0,0013279 | 0,0002135 | -0,0000263 |
| 11,- | 0,0059329 | -0,0011390 | 0,0001889 | -0,0000246 |
| 11,2 | 0,0049600 | -0,0009729 | 0,0001661 | -0,0000228 |
| 11,4 | 0,0041326 | -0,0008274 | 0,0001455 | -0,0000206 |
| 11,6 | 0,0034316 | -0,0007010 | 0,0001264 | -0,0000191 |
| 11,8 | 0,0028401 | -0,0005915 | 0,0001095 | -0,0000169 |
| 12,- | 0,0023430 | -0,0004971 | 0,0000944 | -0,0000151 |
| 12,2 | 0,0019267 | -0,0004163 | 0,0000808 | -0,0000136 |
| 12,4 | 0,0015794 | -0,0003473 | 0,0000690 | -0,0000118 |
| 12,6 | 0,0012907 | -0,0002887 | 0,0000586 | -0,0000104 |
| 12,8 | 0,0010515 | -0,0002392 | 0,0000495 | -0,0000091 |
| 13,- | 0,0008541 | -0,0001974 | 0,0000418 | -0,0000077 |
| 13,2 | 0,0006917 | -0,0001624 | 0,0000350 | -0,0000068 |
| 13,4 | 0,0005586 | -0,0001331 | 0,0000293 | -0,0000057 |

58

| | ψ | $\Delta^2 \psi$ | $\Delta^3 \psi$ | $\sigma = F_2(x)$ |
|----------|-----------|-----------------|-----------------|-------------------|
| -0,4-0,4 | 0,0487765 | 0,0053649 | 0,0011080 | 100 |
| 0,6-1,4 | 0,2124897 | 0,0054590 | -0,0001867 | 400 |
| 1,6-2,4 | 0,4912103 | 0,0013302 | -0,0011693 | 694 |
| 2,6-3,4 | 0,7698180 | -0,0048503 | -0,0011175 | 1206 |
| 3,6-4,4 | 0,9111229 | -0,0078396 | -0,0001988 | 1383 |
| 4,6-5,4 | 0,8656226 | -0,0061738 | 0,0006184 | 1093 |
| 5,6-6,4 | 0,6865776 | -0,0022826 | 0,0007983 | 860 |
| 6,6-7,4 | 0,4672486 | 0,0009429 | 0,0005076 | 738 |
| 7,6-8,4 | 0,2783991 | 0,0023419 | 0,0001386 | 504 |
| 8,6-9,4 | 0,1474946 | 0,0022932 | -0,0000844 | 354 |
| 9,6-10,4 | 0,0703395 | 0,0016330 | -0,0001467 | 152 |



59

59

| <i>a</i> | | <i>b</i> | | <i>c</i> | | <i>o</i> | | <i>s</i> |
|----------|---|----------|---|----------|---|----------|---|----------|
| 6 | - | 12 | - | 26 | - | 10 | - | 42 |
| 27 | - | 12 | + | 4 | - | 40 | - | 21 |
| 62 | - | 3 | + | 27 | - | 69 | + | 17 |
| 98 | + | 11 | + | 27 | - | 121 | + | 15 |
| 116 | + | 18 | + | 5 | - | 138 | + | 1 |
| 110 | + | 14 | - | 15 | - | 109 | | 0 |
| 87 | + | 5 | - | 19 | - | 86 | - | 13 |
| 59 | - | 2 | - | 12 | - | 74 | - | 29 |
| 35 | - | 5 | - | 3 | - | 50 | - | 23 |
| 19 | - | 5 | + | 2 | - | 35 | - | 19 |
| 9 | - | 4 | + | 3 | - | 15 | - | 7 |
| 628 | + | 5 | - | 7 | - | 747 | - | 121 |

60

60

| <i>aa</i> | | <i>ab</i> | | <i>ac</i> | | <i>ao</i> | | <i>as</i> |
|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
| 36 | - | 72 | - | 156 | - | 60 | - | 252 |
| 729 | - | 324 | + | 108 | - | 1080 | - | 567 |
| 3844 | - | 186 | + | 1674 | - | 4278 | + | 1054 |
| 9604 | + | 1078 | + | 2646 | - | 11858 | + | 1470 |
| 13456 | + | 2088 | + | 580 | - | 16008 | + | 116 |
| 12100 | + | 1540 | - | 1650 | - | 11990 | + | 0 |
| 7569 | + | 435 | - | 1653 | - | 7482 | - | 1131 |
| 3481 | - | 118 | - | 708 | - | 4366 | - | 1711 |
| 1225 | - | 175 | - | 105 | - | 1750 | - | 805 |
| 361 | - | 95 | + | 38 | - | 665 | - | 361 |
| 81 | - | 36 | + | 27 | - | 135 | - | 63 |
| 52486 | + | 4135 | + | 801 | - | 59672 | - | 2250 |

61

61

| <i>bb</i> | | <i>bc</i> | | <i>bo</i> | | <i>bs</i> |
|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
| 144 | + | 312 | + | 120 | + | 504 |
| 144 | - | 48 | + | 480 | + | 252 |
| 9 | - | 81 | + | 207 | + | 51 |
| 121 | + | 297 | - | 1331 | + | 165 |
| 324 | + | 90 | - | 2484 | + | 18 |
| 196 | - | 210 | - | 1526 | + | 0 |
| 25 | - | 95 | - | 430 | - | 65 |
| 4 | + | 24 | + | 148 | + | 58 |
| 25 | + | 15 | + | 250 | + | 115 |
| 25 | - | 10 | + | 175 | + | 95 |
| 16 | - | 12 | + | 60 | + | 28 |
| + 1033 | + | 282 | - | 4331 | + | 1119 |

62

62

| CC | | CO | | CS |
|------|---|------|---|------|
| 676 | + | 260 | + | 1092 |
| 16 | - | 160 | - | 84 |
| 729 | - | 1863 | + | 459 |
| 729 | - | 3267 | + | 405 |
| 25 | - | 690 | + | 5 |
| 225 | + | 1635 | + | 0 |
| 361 | + | 1634 | + | 247 |
| 144 | + | 888 | + | 348 |
| 9 | + | 150 | + | 69 |
| 4 | - | 70 | - | 38 |
| 9 | - | 45 | - | 21 |
| 2927 | - | 1528 | + | 2482 |

ECUACIONES NORMALES

| | | | | |
|-------|----------|---------|---------|----------|
| (a) | + 52.486 | + 4.135 | + 801 | - 59.672 |
| (1) | | + 326 | + 63 | - 4.701 |
| (b) | | + 1.033 | + 282 | - 4.331 |
| (2) | | | + 12 | - 911 |
| (c) | | | + 2.927 | - 1.528 |

| | | | | |
|-------|--|-----------|-----------|-----------|
| (3) | | + 0,07878 | + 0,01526 | - 1,13691 |
|-------|--|-----------|-----------|-----------|

Primera Reducción

| | | | |
|-------|-------|---------|-------|
| (a) | + 707 | + 219 | + 370 |
| (1) | | + 68 | + 115 |
| (b) | | + 2.915 | - 617 |

| | | | |
|-------|--|-----------|-----------|
| (2) | | + 0,30976 | + 0,52334 |
|-------|--|-----------|-----------|

Segunda Reducción

| | | |
|--|---------|-------|
| | + 2.847 | - 732 |
|--|---------|-------|

$$r_3 = 732 : 2.847 = 0,25711$$

$$r_2 = - 0,52334 - 0,25711 \times 0,30976 = - 0,44370$$

$$r_0 = 1,13691 - (- 0,44370) \cdot (0,07878) - 0,25711 \cdot 0,01526 + 0,03495 - 0,00392$$

$$r_0 = 1,16794$$

$$k_0 = r_0 \cdot k_0' = 1,16794 \cdot 1.270 = + 1.483,284$$

$$k_2 = r_2 \cdot k_2' = - 0,44370 \cdot (- 22.750) = + 10.094,175$$

$$k_3 = r_3 \cdot k_3' = 0,25711 \cdot (- 237.600) = - 61.089,336$$

64

64

| x | $k_0 \psi$ | $k_2 \Delta^2 \psi$ | $k_3 \Delta^3 \psi$ | $F_2(x)$ |
|-----|------------|---------------------|---------------------|----------|
| 0 | 47 | | | 47 |
| 1 | 82 | | | 82 |
| 2 | 130 | | | 130 |
| 3 | 193 | + 102 | - 75 | 220 |
| 4 | 272 | + 112 | - 57 | 327 |
| 5 | 369 | + 118 | - 35 | 452 |
| 6 | 484 | + 119 | - 7 | 603 |
| 7 | 619 | + 115 | + 22 | 752 |
| 8 | 762 | + 107 | + 53 | 922 |
| 9 | 922 | + 93 | + 82 | 1097 |
| 10 | 1094 | + 75 | + 109 | 1278 |
| 11 | 1273 | + 53 | + 132 | 1458 |
| 12 | 1457 | + 29 | + 149 | 1635 |
| 13 | 1641 | + 2 | + 160 | 1803 |
| 14 | 1821 | - 25 | + 165 | 1961 |
| 15 | 1994 | - 52 | + 163 | 2105 |
| 16 | 2155 | - 78 | + 155 | 2232 |
| 17 | 2301 | - 101 | + 141 | 2341 |
| 18 | 2430 | - 121 | + 123 | 2432 |
| 19 | 2539 | - 138 | + 100 | 2501 |
| 20 | 2625 | - 150 | + 76 | 2551 |
| 21 | 2688 | - 159 | + 49 | 2578 |
| 22 | 2727 | - 163 | + 24 | 2588 |
| 23 | 2742 | - 162 | - 3 | 2577 |
| 24 | 2734 | - 158 | - 25 | 2551 |
| 25 | 2704 | - 150 | - 47 | 2507 |
| 26 | 2653 | - 140 | - 64 | 2449 |
| 27 | 2584 | - 126 | - 79 | 2379 |
| 28 | 2499 | - 112 | - 90 | 2297 |
| 29 | 2399 | - 95 | - 97 | 2207 |
| 30 | 2288 | - 79 | - 101 | 2108 |
| 31 | 2168 | - 62 | - 102 | 2004 |
| 32 | 2041 | - 45 | - 100 | 1896 |
| 33 | 1910 | - 30 | - 95 | 1785 |
| 34 | 1777 | - 15 | - 89 | 1673 |
| 35 | 1643 | - 2 | - 81 | 1560 |
| 36 | 1511 | + 10 | - 72 | 1449 |
| 37 | 1382 | + 21 | - 62 | 1341 |
| 38 | 1257 | + 29 | - 52 | 1234 |
| 39 | 1138 | + 36 | - 42 | 1132 |
| 40 | 1024 | + 42 | - 33 | 1033 |
| 41 | 918 | + 46 | - 24 | 940 |
| 42 | 819 | + 48 | - 16 | 851 |
| 43 | 727 | + 50 | - 9 | 768 |
| 44 | 642 | + 50 | - 2 | 690 |

| x | $k_0 \psi$ | | $k_1 \Delta^2 \psi$ | | $k_2 \Delta^3 \psi$ | $F_2(x)$ |
|---------------|------------|---|---------------------|---|---------------------|----------|
| 45 | 565 | + | 50 | + | 2 | 617 |
| 46 | 494 | + | 49 | + | 8 | 551 |
| 47 | 431 | + | 47 | + | 11 | 489 |
| 48 | 374 | + | 44 | + | 14 | 432 |
| 49 | 324 | + | 42 | + | 16 | 382 |
| 50 | 279 | + | 39 | + | 17 | 335 |
| 51 | 239 | + | 36 | + | 18 | 293 |
| 52 | 204 | + | 33 | + | 18 | 255 |
| 53 | 174 | + | 30 | + | 18 | 222 |
| 54 | 147 | + | 27 | + | 18 | 192 |
| 55 | 125 | + | 24 | + | 17 | 166 |
| 56 | 105 | + | 22 | + | 16 | 143 |
| 57 | 88 | + | 19 | + | 15 | 122 |
| 58 | 74 | + | 17 | + | 14 | 105 |
| 59 | 61 | + | 15 | + | 13 | 89 |
| 60 | 51 | + | 13 | + | 12 | 76 |
| 61 | 42 | + | 11 | + | 10 | 63 |
| 62 | 35 | + | 10 | + | 9 | 54 |
| 63 | 29 | + | 8 | + | 8 | 45 |
| 64 | 23 | + | 7 | + | 7 | 37 |
| 65 | 19 | + | 6 | + | 6 | 31 |
| 66 | 16 | + | 5 | + | 6 | 27 |
| 67 | 13 | + | 4 | + | 5 | 22 |
| 68 | 10 | + | 4 | + | 4 | 18 |
| 69 | 8 | + | 3 | + | 3 | 14 |
| 70 | 6 | + | 3 | + | 2 | 12 |
| 71 | 4 | + | 2 | + | 1 | 8 |
| 72 | 2 | + | 2 | + | | 5 |
| 73 | | | | | | 2 |

66

Tablas y cálculos correspondientes al ajustamiento de la tercer componente

| x | \hat{d}_x | $F_2(x)$ | $\hat{d}_x - F_2(x)$ | $F_3(x)$ |
|---|-------------|----------|----------------------|----------|
| 0 | 59.510 | 47 | 59.463 | 150 |
| 1 | 10.704 | 82 | 10.622 | 250 |
| 2 | 5.012 | 130 | 4.882 | 350 |
| 3 | 3.735 | 220 | 3.515 | 352 |
| 4 | 2.886 | 327 | 2.559 | 256 |
| 5 | 2.447 | 452 | 1.995 | 200 |
| 6 | 2.254 | 603 | 1.651 | 165 |
| 7 | 1.955 | 752 | 1.203 | 120 |
| 8 | 1.573 | 922 | 65651 | 65 |
| 9 | 1.641 | 1.097 | 544 | 54 |
| | | | | 1.962 |

Valores Hipotéticos

$$m_1 = \lambda_1 = 3,49949$$

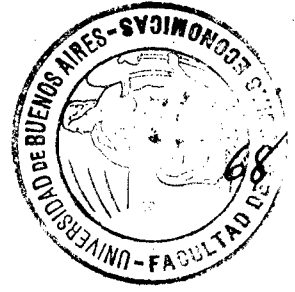
$$m_2 = 17,46585$$

$$\lambda_2 = m_2 - (m_1)^2 = 5,21942$$

$$\gamma_2 = (\lambda_2 - \lambda_1)^{\frac{1}{2}} = 0,85997$$

| x | $\psi(x, x)$ | $\Delta\psi$ | $\Delta^2\psi$ | $\delta_2\Delta^2\psi$ | $\psi + \delta_2\Delta^2\psi$ | $F_3(x)$ |
|-----|--------------|--------------|-------------------------|------------------------|-------------------------------|----------|
| 0 | 0,03021 | 0,03021 | 0,03021 | + 0,02598 | 0,05619 | 1.102 |
| 1 | 0,10572 | 0,07751 | 0,04730 | + 0,04068 | 0,14640 | 2.872 |
| 2 | 0,18498 | 0,07926 | 0,00175 | + 0,00150 | 0,18648 | 3.659 |
| 3 | 0,21578 | 0,03080 | ↔ 0,04846 | - 0,04167 | 0,17411 | 3.416 |
| 4 | 0,18878 | - 0,02700 | - 0,05780 | - 0,04971 | 0,13907 | 2.729 |
| 5 | 0,13213 | - 0,05665 | - 0,02965 | - 0,02550 | 0,10663 | 2.092 |
| 6 | 0,07706 | - 0,05507 | + 0,00158 | + 0,00136 | 0,07842 | 1.539 |
| 7 | 0,03853 | - 0,03853 | + 0,01654 | + 0,01422 | 0,05275 | 1.035 |
| 8 | 0,01685 | - 0,02168 | + 0,01685 | + 0,01449 | 0,03134 | 615 |
| 9 | 0,00655 | - 0,01030 | + 0,01138 | + 0,00979 | 0,01634 | 321 |
| 10 | 0,00229 | - 0,00426 | + 0,00604 | + 0,00519 | 0,00748 | 147 |
| 11 | 0,00073 | - 0,00156 | + 0,00270 | + 0,00232 | 0,00305 | 60 |
| 12 | 0,00021 | - 0,00052 | + 0,00104 | + 0,00089 | 0,00110 | 22 |
| 13 | 0,00006 | - 0,00015 | + 0,00037 $\frac{3}{4}$ | + 0,00032 | 0,00038 | 7 |

68



Tablas y cálculos correspondientes al ajustamiento
to de la cuarta componente

| x | a'_x | $F_3^{(s)}$ | $F_4^{(s)} = (a'_x - F_3^{(s)})$ |
|---|--------|-------------|----------------------------------|
| 0 | 5.951 | 110 | 5.841 |
| 1 | 1.062 | 287 | 775 |
| 2 | 487 | 365 | 122 |
| 3 | 352 | 341 | 11 |
| | | | 6.749 |

$$\lambda_1 = m_1 = 0,155875$$

$$m_2 = 0,201808 \quad = \lambda_2 = m_2 - (m_1)^2 = 0,177511$$

$$k_2 = \frac{1}{2}(\lambda_2 - \lambda_1) = 0,01082$$

| x | ψ_x | $\Delta\psi_x$ | $\Delta^2\psi_x$ | $\sqrt[2]{\Delta^2\psi}$ | $\psi + \sqrt[2]{\Delta^2\psi}$ | $F_4(x)$ |
|-----|----------|----------------|------------------|--------------------------|---------------------------------|----------|
| 0 | 0,85566 | 0,85566 | + 0,85566 | + 0,00926 | 0,86492 | 58.373 |
| 1 | 0,13337 | - 0,72229 | - 1,57795 | - 0,01707 | 0,11630 | 7.849 |
| 2 | 0,01040 | - 0,12297 | + 0,59932 | + 0,00648 | 0,01688 | 1.139 |
| 3 | 0,00054 | - 0,00986 | + 0,11311 | + 0,00122 | 0,00176 | 12 |
| 4 | 0,00002 | - 0,00052 | + 0,00934 | + 0,00010 | 0,00012 | 1 |

Valores Ajustados obtenidos

| X | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_3(x)$ | $F_4(x)$ | $F_1+F_2+F_3+F_4$ |
|----|----------|----------------|----------|-----------------|-------------------|
| 0 | 6 | 47 | 1102 | 58373 | 59528 |
| 1 | 10 | 82 | 2872 | 7849 | 10813 |
| 2 | 14 | 130 | 3659 | 1139 | 4942 |
| 3 | 19 | 220 | 3416 | 12 | 3667 |
| 4 | 24 | 327 | 2719 | 1 | 3071 |
| 5 | 31 | 452 | 2092 | | 2575 |
| 6 | 37 | 603 | 1539 | | 2179 |
| 7 | 43 | 752 | 1035 | | 1830 |
| 8 | 54 | 922 | 615 | | 1591 |
| 9 | 60 | 1097 | 321 | | 1478 |
| 10 | 68 | 1278 | 147 | | 1493 |
| 11 | 83 | 1458 | 60 | | 1601 |
| 12 | 95 | 1635 | 22 | | 1752 |
| 13 | 118 | 1803 | 7 | | 1928 |
| 14 | 135 | 1961 | | | 2096 |
| 15 | 167 | 2105 | | | 2272 |
| 16 | 186 | 2232 | | | 2418 |
| 17 | 223 | 2341 | | | 2564 |
| 18 | 265 | 2432 | | | 2697 |
| 19 | 303 | 2501 | | | 2804 |
| 20 | 354 | 2551 | | | 2905 |
| 21 | 418 | 2578 | | | 2996 |
| 22 | 477 | 2588 | | | 3065 |
| 23 | 551 | 2577 | | | 3128 |
| 24 | 642 | 2551 | | | 3193 |
| 25 | 732 | 2507 | | | 3239 |
| 26 | 843 | 2449 | | | 3292 |
| 27 | 966 | 2379 | | | 3345 |
| 28 | 1095 | 2297 | | | 3392 |
| 29 | 1247 | 2207 | | | 3454 |
| 30 | 1421 | 2108 | | | 3529 |
| 31 | 1601 | 2004 | | | 3605 |
| 32 | 1808 | 1896 | | | 3704 |
| 33 | 2033 | 1785 | | | 3818 |
| 34 | 2285 | 1673 | | | 3958 |
| 35 | 2550 | 1560 | | | 4110 |
| 36 | 2844 | 1449 | | | 4293 |
| 37 | 3166 | 1341 | | | 4507 |
| 38 | 3516 | 1234 | | | 4750 |
| 39 | 3888 | 1132 | | | 5000 |
| 40 | 4292 | 1033 | | | 5325 |
| 41 | 4719 | 940 | | | 5659 |
| 42 | 5180 | 851 | | | 6031 |
| 43 | 5664 | 768 | | | 6432 |
| 44 | 6191 | 690 | | | 6881 |

| x | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_3(x)$ | $F_4(x)$ | $F_1(x) + F_2(x)$ |
|-----|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| 45 | 6720 | 617 | | | 7337 |
| 46 | 7310 | 551 | | | 7861 |
| 47 | 7903 | 489 | | | 8392 |
| 48 | 8543 | 432 | | | 8975 |
| 49 | 9188 | 382 | | | 9570 |
| 50 | 9882 | 335 | | | 10217 |
| 51 | 10578 | 293 | | | 10871 |
| 52 | 11307 | 255 | | | 11562 |
| 53 | 12062 | 222 | | | 12284 |
| 54 | 12819 | 192 | | | 13011 |
| 55 | 13607 | 166 | | | 13773 |
| 56 | 14404 | 143 | | | 14547 |
| 57 | 15196 | 122 | | | 15318 |
| 58 | 16015 | 105 | | | 16120 |
| 59 | 16813 | 89 | | | 16902 |
| 60 | 17632 | 76 | | | 17708 |
| 61 | 18416 | 63 | | | 18479 |
| 62 | 19203 | 54 | | | 19257 |
| 63 | 19964 | 45 | | | 20009 |
| 64 | 20689 | 37 | | | 20726 |
| 65 | 21381 | 31 | | | 21412 |
| 66 | 22033 | 27 | | | 22060 |
| 67 | 22602 | 22 | | | 22624 |
| 68 | 23143 | 18 | | | 23161 |
| 69 | 23573 | 14 | | | 23587 |
| 70 | 23911 | 12 | | | 23923 |
| 71 | 24187 | 8 | | | 24195 |
| 72 | 24341 | 5 | | | 24346 |
| 73 | 24373 | 2 | | | 24375 |
| 74 | 24264 | | | | 24264 |
| 75 | 24045 | | | | 24045 |
| 76 | 23659 | | | | 23659 |
| 77 | 23153 | | | | 23153 |
| 78 | 22481 | | | | 22481 |
| 79 | 21686 | | | | 21686 |
| 80 | 20748 | | | | 20748 |
| 81 | 19737 | | | | 19737 |
| 82 | 18498 | | | | 18498 |
| 83 | 17221 | | | | 17221 |
| 84 | 15855 | | | | 15855 |
| 85 | 14343 | | | | 14343 |
| 86 | 12971 | | | | 12971 |
| 87 | 11512 | | | | 11512 |
| 88 | 10042 | | | | 10042 |
| 89 | 8630 | | | | 8630 |

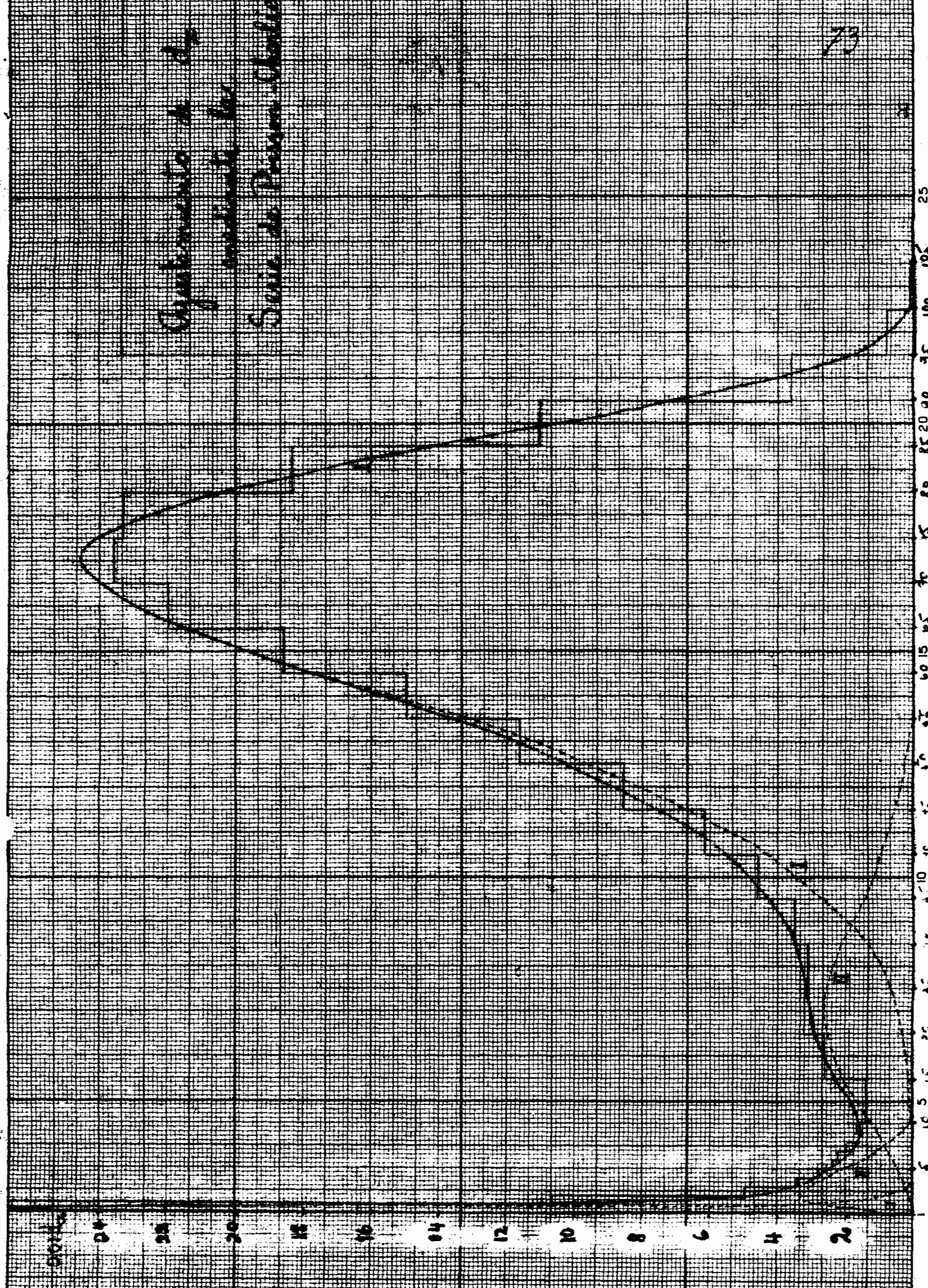
72

72

| x | $F_1(x)$ | $F_2(x)$ | $F_3(x)$ | $F_4(x)$ | $F_0(x)$ |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|
| 90 | 7262 | | | | 7262 |
| 91 | 5981 | | | | 5981 |
| 92 | 4800 | | | | 4800 |
| 93 | 3733 | | | | 3733 |
| 94 | 2792 | | | | 2792 |
| 95 | 1975 | | | | 1975 |
| 96 | 1306 | | | | 1306 |
| 97 | 751 | | | | 751 |
| 98 | 330 | | | | 330 |
| 99 | 20 | | | | 20 |

Quilómetros de
marcha de
Serie de Páramo Andino

73



OBSERVACION FINAL

El tema central de este trabajo consistía en la construcción de una tabla de mortalidad mediante el ajustamiento de la curva de muertos con la serie de Gram - Charlier

Al tenerse que recurrir a la transformación logarítmica expuesta por A. Fisher, resultó interesante realizar los distintos ensayos expuestos para tener personalmente la experiencia de las complicaciones matemáticas y de cálculo que cada ajustamiento requiere

Como conclusión puede afirmarse que:

- 1) Con los ajustamientos analíticos (Gompertz - Makeham y Lazarus) se obtuvieron resultados satisfactorios a partir de ciertas edades.
- 2) De los ajustamientos con las series A y B de Charlier es más conveniente el que se realiza con la serie B (Poisson) por los resultados obtenidos, por ser extensivo a todas las edades y además por la menor complicación matemática que requiere.

IV - TABLAS CONSTRUIDAS.

75
Una vez efectuados los ajustamientos -de la l_x ó d_x , según el caso- se ha procedido a confeccionar las cuatro tablas sobre la base de las relaciones entre la l_x , d_x , q_x y p_x y eligiendo como raíz de las tablas la cantidad 1.000.000.

Las tablas de mortalidad contienen las siguientes columnas:

x : Edad exacta

l_x : Sobrevivientes que de un grupo inicial dado alcanzan la edad x

d_x : Número de muertes, con edades comprendidas entre x y $x+1$

q_x : Probabilidad de que una persona de x muera dentro del año

p_x : Probabilidad de que una persona de x ^{años} sobreviva un año.

Se insertan a continuación las cuatro tablas construidas y el gráfico comparativo de las probabilidades de muerte ajustadas y empíricas.

Además se agrega un cuadro con las probabilidades de muerte de las tablas construidas y de la tabla que sobre la misma base ha sido construida por el Dr. E. R. Kern mediante ajustamiento mecánico.

De las tablas construidas, se adopta la resultante del ajustamiento con la serie de Poisson - Charlier para las comparaciones que se efectúan más adelante.

Tabla mortalidad de la población general de la Ciudad de Buenos Aires (1936).

Ajustamiento con la fórmula de Gompertz Makeham

76

| x | l_x | d_x | q_x | p_x |
|----|----------|-------|----------|----------|
| 0 | 1.000000 | 58227 | 0,058227 | 0,941773 |
| 1 | 941773 | 10717 | 0,011380 | 0,988620 |
| 2 | 931056 | 5307 | 0,005700 | 0,994300 |
| 3 | 925749 | 3814 | 0,004120 | 0,995880 |
| 4 | 921935 | 2895 | 0,003140 | 0,996860 |
| 5 | 919040 | 2509 | 0,002730 | 0,997270 |
| 6 | 916531 | 2181 | 0,002380 | 0,997620 |
| 7 | 914350 | 1902 | 0,002080 | 0,997920 |
| 8 | 912448 | 1679 | 0,001840 | 0,998160 |
| 9 | 910769 | 1512 | 0,001660 | 0,998340 |
| 10 | 909257 | 1382 | 0,001520 | 0,998480 |
| 11 | 907875 | 1307 | 0,001440 | 0,998560 |
| 12 | 906568 | 1315 | 0,001450 | 0,998550 |
| 13 | 905253 | 1430 | 0,001580 | 0,998420 |
| 14 | 903822 | 1591 | 0,001760 | 0,998240 |
| 15 | 902232 | 1868 | 0,002070 | 0,997930 |
| 16 | 900364 | 2242 | 0,002490 | 0,997510 |
| 17 | 898122 | 2649 | 0,002950 | 0,997050 |
| 18 | 895473 | 2848 | 0,003180 | 0,996820 |
| 19 | 892625 | 2981 | 0,003340 | 0,996660 |
| 20 | 889644 | 3069 | 0,003450 | 0,996550 |
| 21 | 886575 | 3147 | 0,003530 | 0,996450 |
| 22 | 883428 | 3172 | 0,003590 | 0,996410 |
| 23 | 880256 | 3187 | 0,003620 | 0,996380 |
| 24 | 877069 | 3201 | 0,003650 | 0,996350 |
| 25 | 873868 | 3216 | 0,003680 | 0,996320 |
| 26 | 870652 | 3230 | 0,003710 | 0,996290 |
| 27 | 867422 | 3244 | 0,003740 | 0,996260 |
| 28 | 864178 | 3258 | 0,003770 | 0,996230 |
| 29 | 860920 | 3263 | 0,003790 | 0,996210 |
| 30 | 857657 | 3268 | 0,003810 | 0,996190 |
| 31 | 854389 | 3293 | 0,003971 | 0,996029 |
| 32 | 850996 | 3590 | 0,004219 | 0,995781 |
| 33 | 847406 | 3798 | 0,004482 | 0,995518 |
| 34 | 843608 | 4023 | 0,004769 | 0,995231 |
| 35 | 839585 | 4262 | 0,005076 | 0,994924 |
| 36 | 835323 | 4518 | 0,005409 | 0,994591 |
| 37 | 830805 | 4789 | 0,005764 | 0,994236 |
| 38 | 826016 | 5080 | 0,006150 | 0,993850 |
| 39 | 820936 | 5389 | 0,006564 | 0,993436 |
| 40 | 815547 | 5718 | 0,007011 | 0,992989 |
| 41 | 809829 | 6067 | 0,007492 | 0,992508 |
| 42 | 803762 | 6438 | 0,008010 | 0,991990 |
| 43 | 797324 | 6832 | 0,008569 | 0,991431 |
| 44 | 790492 | 7248 | 0,009169 | 0,990831 |

| x | h_x | d_x | q_x | P_x |
|-----|--------|-------|----------|----------|
| 45 | 783244 | 7689 | 0,009817 | 0,990183 |
| 46 | 775555 | 8154 | 0,010514 | 0,989486 |
| 47 | 767401 | 8645 | 0,011255 | 0,988735 |
| 48 | 758756 | 9160 | 0,012072 | 0,987928 |
| 49 | 749596 | 9703 | 0,012944 | 0,987056 |
| 50 | 739893 | 10271 | 0,013882 | 0,986118 |
| 51 | 729622 | 10865 | 0,014891 | 0,985109 |
| 52 | 718757 | 11484 | 0,015978 | 0,984022 |
| 53 | 707273 | 12128 | 0,017148 | 0,982852 |
| 54 | 695145 | 12795 | 0,018406 | 0,981594 |
| 55 | 682350 | 13485 | 0,019763 | 0,980237 |
| 56 | 668865 | 14193 | 0,021220 | 0,978780 |
| 57 | 654672 | 14920 | 0,022790 | 0,977210 |
| 58 | 639752 | 15660 | 0,024478 | 0,975522 |
| 59 | 624092 | 16410 | 0,026294 | 0,973706 |
| 60 | 607682 | 17166 | 0,028248 | 0,971752 |
| 61 | 590516 | 17921 | 0,030348 | 0,969652 |
| 62 | 572595 | 18672 | 0,032609 | 0,967391 |
| 63 | 553923 | 19408 | 0,035037 | 0,964963 |
| 64 | 534515 | 20124 | 0,037649 | 0,962351 |
| 65 | 514391 | 20805 | 0,040446 | 0,959554 |
| 66 | 493586 | 21460 | 0,043478 | 0,956522 |
| 67 | 472126 | 22053 | 0,046710 | 0,953290 |
| 68 | 450073 | 22587 | 0,050185 | 0,949815 |
| 69 | 427486 | 23051 | 0,053922 | 0,946078 |
| 70 | 404435 | 23428 | 0,057903 | 0,942097 |
| 71 | 381007 | 23710 | 0,062230 | 0,937770 |
| 72 | 357297 | 23882 | 0,066841 | 0,933159 |
| 73 | 333415 | 23935 | 0,071787 | 0,928213 |
| 74 | 309480 | 23857 | 0,077087 | 0,922913 |
| 75 | 285623 | 23640 | 0,082766 | 0,917234 |
| 76 | 261983 | 23277 | 0,088849 | 0,911151 |
| 77 | 238706 | 22762 | 0,095356 | 0,904644 |
| 78 | 215944 | 22095 | 0,102318 | 0,897682 |
| 79 | 193849 | 21277 | 0,109761 | 0,890239 |
| 80 | 172572 | 20314 | 0,117713 | 0,882287 |
| 81 | 152258 | 19216 | 0,126207 | 0,873793 |
| 82 | 133042 | 17996 | 0,135266 | 0,864734 |
| 83 | 115046 | 16672 | 0,144916 | 0,855084 |
| 84 | 98374 | 15269 | 0,155214 | 0,844786 |
| 85 | 83105 | 13809 | 0,166163 | 0,833837 |
| 86 | 69296 | 12321 | 0,177802 | 0,822198 |
| 87 | 56975 | 10834 | 0,190154 | 0,809846 |
| 88 | 46141 | 9380 | 0,203290 | 0,796710 |
| 89 | 36761 | 7984 | 0,217187 | 0,782813 |

| x | l_x | d_x | q_x | p_x |
|-----|-------|-------|----------|----------|
| 90 | 28777 | 6673 | 0,231887 | 0,768113 |
| 91 | 22104 | 5469 | 0,247421 | 0,752579 |
| 92 | 16635 | 4389 | 0,263841 | 0,736159 |
| 93 | 12246 | 3442 | 0,281071 | 0,718929 |
| 94 | 8804 | 2635 | 0,299296 | 0,700704 |
| 95 | 6169 | 1963 | 0,318204 | 0,681796 |
| 96 | 4206 | 1423 | 0,338326 | 0,661674 |
| 97 | 2783 | 1000 | 0,359324 | 0,640676 |
| 98 | 1783 | 679 | 0,380819 | 0,619181 |
| 99 | 1104 | 445 | 0,403080 | 0,596920 |
| 100 | 659 | 282 | 0,427921 | 0,572079 |
| 101 | 377 | 170 | 0,450928 | 0,549072 |
| 102 | 207 | 98 | 0,473430 | 0,526570 |
| 103 | 109 | 55 | 0,504587 | 0,495413 |
| 104 | 54 | 28 | 0,518518 | 0,481482 |
| 105 | 26 | 26 | 1.000000 | 0,000000 |

Los valores de esta tabla correspondientes a las edades de 0 a 30 años -valores que figuran dentro del rectángulo de líneas punteadas no corresponden al ajustamiento con la fórmula de Gompertz-Makeham sino que han sido obtenidos mediante un ajustamiento gráfico.-

Tabla de mortalidad de la población
general de la ciudad de Buenos Aires (1936)

(Fórmula de Lazarus)

| x | l_x | d_x | q_x | p_x |
|-----|-----------|--------|----------|----------|
| 0 | 1.000.000 | 22.800 | 0,022800 | 0,977200 |
| 1 | 977.200 | 16.525 | 0,016911 | 0,983089 |
| 2 | 960.675 | 12.220 | 0,012720 | 0,987280 |
| 3 | 948.455 | 9.230 | 0,009732 | 0,990268 |
| 4 | 939.225 | 7.145 | 0,007607 | 0,992393 |
| 5 | 932.080 | 5.680 | 0,006094 | 0,993906 |
| 6 | 926.400 | 4.660 | 0,005030 | 0,994970 |
| 7 | 921.740 | 3.941 | 0,004276 | 0,995724 |
| 8 | 917.799 | 3.439 | 0,003747 | 0,996253 |
| 9 | 914.360 | 3.091 | 0,003381 | 0,996619 |
| 10 | 911.269 | 2.851 | 0,003129 | 0,996871 |
| 11 | 908.417 | 2.687 | 0,002958 | 0,997042 |
| 12 | 905.730 | 2.581 | 0,002850 | 0,997150 |
| 13 | 903.149 | 2.515 | 0,002785 | 0,997215 |
| 14 | 900.634 | 2.474 | 0,002747 | 0,997253 |
| 15 | 898.160 | 2.468 | 0,002748 | 0,997252 |
| 16 | 895.692 | 2.462 | 0,002749 | 0,997251 |
| 17 | 893.230 | 2.485 | 0,002782 | 0,997218 |
| 18 | 890.745 | 2.503 | 0,002810 | 0,997190 |
| 19 | 888.242 | 2.540 | 0,002860 | 0,997140 |
| 20 | 885.702 | 2.584 | 0,002917 | 0,997083 |
| 21 | 883.118 | 2.635 | 0,002984 | 0,997016 |
| 22 | 880.483 | 2.685 | 0,003049 | 0,996951 |
| 23 | 877.798 | 2.758 | 0,003142 | 0,996858 |
| 24 | 875.040 | 2.826 | 0,003230 | 0,996770 |
| 25 | 872.214 | 2.906 | 0,003332 | 0,996668 |
| 26 | 869.308 | 2.993 | 0,003443 | 0,996557 |
| 27 | 866.315 | 3.089 | 0,003566 | 0,996434 |
| 28 | 863.226 | 3.194 | 0,003700 | 0,996300 |
| 29 | 860.032 | 3.309 | 0,003848 | 0,996152 |
| 30 | 856.723 | 3.435 | 0,004009 | 0,995991 |
| 31 | 853.288 | 3.572 | 0,004186 | 0,995814 |
| 32 | 849.716 | 3.722 | 0,004380 | 0,995620 |
| 33 | 845.994 | 3.885 | 0,004592 | 0,995408 |
| 34 | 842.109 | 4.062 | 0,004824 | 0,995176 |
| 35 | 838.047 | 4.257 | 0,005080 | 0,994920 |
| 36 | 833.790 | 4.466 | 0,005356 | 0,994644 |
| 37 | 829.324 | 4.695 | 0,005661 | 0,994339 |
| 38 | 824.629 | 4.943 | 0,005994 | 0,994006 |
| 39 | 819.686 | 5.212 | 0,006359 | 0,993641 |
| 40 | 814.474 | 5.504 | 0,006758 | 0,993242 |
| 41 | 808.970 | 5.820 | 0,007194 | 0,992806 |
| 42 | 803.150 | 6.161 | 0,007671 | 0,992329 |
| 43 | 796.989 | 6.531 | 0,008195 | 0,991805 |
| 44 | 790.458 | 6.929 | 0,008766 | 0,991234 |

79

| x | l_x | d_x | q_x | P_x |
|-----|---------|--------|----------|----------|
| 45 | 783.529 | 7.359 | 0,009392 | 0,990608 |
| 46 | 776.170 | 8.020 | 0,010333 | 0,989667 |
| 47 | 768.350 | 8.317 | 0,010824 | 0,989176 |
| 48 | 760.033 | 8.849 | 0,011643 | 0,988357 |
| 49 | 751.184 | 9.418 | 0,012538 | 0,987462 |
| 50 | 741.766 | 10.027 | 0,013518 | 0,986482 |
| 51 | 731.739 | 10.675 | 0,014589 | 0,985411 |
| 52 | 721.064 | 11.363 | 0,015759 | 0,984241 |
| 53 | 709.701 | 12.093 | 0,017040 | 0,982960 |
| 54 | 697.608 | 12.862 | 0,018437 | 0,981563 |
| 55 | 684.746 | 13.673 | 0,019968 | 0,980032 |
| 56 | 671.073 | 14.522 | 0,021640 | 0,978360 |
| 57 | 656.551 | 15.406 | 0,023465 | 0,976535 |
| 58 | 641.145 | 16.325 | 0,025462 | 0,974538 |
| 59 | 624.820 | 17.270 | 0,027640 | 0,972360 |
| 60 | 607.550 | 18.240 | 0,030022 | 0,969978 |
| 61 | 589.310 | 19.224 | 0,032621 | 0,967379 |
| 62 | 570.086 | 20.214 | 0,035458 | 0,964542 |
| 63 | 549.872 | 21.200 | 0,038554 | 0,961446 |
| 64 | 528.672 | 22.169 | 0,041933 | 0,958067 |
| 65 | 506.503 | 23.105 | 0,045617 | 0,954383 |
| 66 | 483.398 | 23.993 | 0,049634 | 0,950366 |
| 67 | 459.405 | 24.812 | 0,054009 | 0,945991 |
| 68 | 434.593 | 25.546 | 0,058781 | 0,941219 |
| 69 | 409.047 | 26.168 | 0,063973 | 0,936027 |
| 70 | 382.879 | 26.658 | 0,069625 | 0,930375 |
| 71 | 356.221 | 26.991 | 0,075770 | 0,924230 |
| 72 | 329.230 | 27.147 | 0,082456 | 0,917544 |
| 73 | 302.083 | 27.101 | 0,089714 | 0,910286 |
| 74 | 274.982 | 26.837 | 0,097595 | 0,902405 |
| 75 | 248.145 | 26.340 | 0,106148 | 0,893852 |
| 76 | 221.805 | 25.599 | 0,115412 | 0,884588 |
| 77 | 196.206 | 24.613 | 0,125445 | 0,874555 |
| 78 | 171.593 | 23.387 | 0,136293 | 0,863707 |
| 79 | 148.206 | 21.938 | 0,148024 | 0,851976 |
| 80 | 126.268 | 20.288 | 0,160674 | 0,839326 |
| 81 | 105.980 | 18.474 | 0,174316 | 0,825684 |
| 82 | 87.506 | 16.537 | 0,188981 | 0,811019 |
| 83 | 70.969 | 14.531 | 0,204751 | 0,795249 |
| 84 | 56.438 | 12.509 | 0,221641 | 0,778359 |
| 85 | 43.929 | 10.532 | 0,239751 | 0,760249 |
| 86 | 33.397 | 8.652 | 0,259065 | 0,740935 |
| 87 | 24.745 | 6.920 | 0,279652 | 0,720348 |
| 88 | 17.825 | 5.375 | 0,301543 | 0,698457 |
| 89 | 12.450 | 4.043 | 0,324739 | 0,675261 |

| x | h_x | dx | q_x | p_x |
|-----|-------|-------|----------|----------|
| 90 | 8.407 | 2.936 | 0,349233 | 0,650767 |
| 91 | 5.471 | 2.052 | 0,375069 | 0,624931 |
| 92 | 3.419 | 1.375 | 0,402164 | 0,597836 |
| 93 | 2.044 | 880 | 0,430528 | 0,569472 |
| 94 | 1.164 | 535 | 0,459622 | 0,540378 |
| 95 | 629 | 309 | 0,491254 | 0,508746 |
| 96 | 320 | 167 | 0,521875 | 0,478125 |
| 97 | 153 | 85 | 0,555556 | 0,444444 |
| 98 | 68 | 49 | 0,588235 | 0,411765 |
| 99 | 28 | 17 | 0,607143 | 0,392857 |
| 100 | 11 | 11 | 1.000000 | 0,000000 |



Tabla de mortalidad de la población general
de la ciudad de Buenos Aires (1936)

Ajustamiento mediante la serie de
Gram-Charlier (Método de A. Fisher)

82

82

| x | l_x | d_x | q_x |
|-----|-----------|--------|----------|
| 0 | 1.000.000 | 57.472 | 0,057472 |
| 1 | 942.528 | 10.322 | 0,010951 |
| 2 | 932.206 | 5.315 | 0,005702 |
| 3 | 926.891 | 3.852 | 0,004155 |
| 4 | 923.039 | 3.028 | 0,003280 |
| 5 | 920.011 | 2.498 | 0,002715 |
| 6 | 917.513 | 2.129 | 0,002320 |
| 7 | 915.384 | 1.857 | 0,002029 |
| 8 | 913.527 | 1.647 | 0,001803 |
| 9 | 911.880 | 1.481 | 0,001624 |
| 10 | 910.399 | 1.318 | 0,001448 |
| 11 | 909.081 | 1.490 | 0,001639 |
| 12 | 907.591 | 1.675 | 0,001846 |
| 13 | 905.916 | 1.823 | 0,002012 |
| 14 | 904.093 | 1.990 | 0,002201 |
| 15 | 902.103 | 2.137 | 0,002369 |
| 16 | 899.966 | 2.278 | 0,002531 |
| 17 | 897.688 | 2.409 | 0,002684 |
| 18 | 895.279 | 2.532 | 0,002828 |
| 19 | 892.747 | 2.633 | 0,002949 |
| 20 | 890.114 | 2.740 | 0,003078 |
| 21 | 887.374 | 2.825 | 0,003184 |
| 22 | 884.549 | 2.906 | 0,003285 |
| 23 | 881.643 | 2.988 | 0,003389 |
| 24 | 878.655 | 3.062 | 0,003485 |
| 25 | 875.593 | 3.134 | 0,003579 |
| 26 | 872.459 | 3.210 | 0,003679 |
| 27 | 869.249 | 3.283 | 0,003777 |
| 28 | 865.966 | 3.368 | 0,003889 |
| 29 | 862.598 | 3.460 | 0,004011 |
| 30 | 859.138 | 3.560 | 0,004144 |
| 31 | 855.578 | 3.679 | 0,004300 |
| 32 | 851.899 | 3.808 | 0,004470 |
| 33 | 848.091 | 3.944 | 0,004650 |
| 34 | 844.147 | 4.101 | 0,004858 |
| 35 | 840.046 | 4.286 | 0,005102 |
| 36 | 835.760 | 4.486 | 0,005368 |
| 37 | 831.274 | 4.697 | 0,005650 |
| 38 | 826.577 | 4.945 | 0,005983 |
| 39 | 821.632 | 5.210 | 0,006341 |
| 40 | 816.422 | 5.497 | 0,006733 |
| 41 | 810.925 | 5.817 | 0,007173 |
| 42 | 805.108 | 6.171 | 0,007665 |
| 43 | 798.937 | 6.540 | 0,008186 |
| 44 | 792.397 | 6.945 | 0,008766 |

| x | l_x | d_x | q_x |
|-----|---------|--------|----------|
| 45 | 785.451 | 7.377 | 0,009392 |
| 46 | 778.074 | 7.837 | 0,010072 |
| 47 | 770.237 | 8.334 | 0,010820 |
| 48 | 761.903 | 8.857 | 0,011625 |
| 49 | 753.046 | 9.408 | 0,012933 |
| 50 | 743.638 | 9.993 | 0,013438 |
| 51 | 733.645 | 10.616 | 0,014470 |
| 52 | 723.029 | 11.258 | 0,015571 |
| 53 | 711.771 | 11.923 | 0,016751 |
| 54 | 699.848 | 12.620 | 0,018032 |
| 55 | 687.228 | 13.341 | 0,019413 |
| 56 | 673.887 | 14.083 | 0,020898 |
| 57 | 659.804 | 14.839 | 0,022490 |
| 58 | 644.965 | 15.608 | 0,024200 |
| 59 | 629.357 | 16.387 | 0,026038 |
| 60 | 612.970 | 17.171 | 0,028013 |
| 61 | 595.799 | 17.959 | 0,030143 |
| 62 | 577.840 | 18.727 | 0,032409 |
| 63 | 559.113 | 19.487 | 0,034853 |
| 64 | 539.626 | 20.221 | 0,037472 |
| 65 | 519.405 | 20.932 | 0,040300 |
| 66 | 498.473 | 21.584 | 0,043300 |
| 67 | 476.889 | 22.187 | 0,046524 |
| 68 | 454.702 | 22.726 | 0,049980 |
| 69 | 431.976 | 23.196 | 0,053697 |
| 70 | 408.780 | 23.572 | 0,057664 |
| 71 | 385.208 | 23.847 | 0,061985 |
| 72 | 361.361 | 24.008 | 0,066438 |
| 73 | 337.353 | 24.057 | 0,071311 |
| 74 | 313.296 | 23.968 | 0,076503 |
| 75 | 289.328 | 23.739 | 0,082049 |
| 76 | 265.589 | 23.307 | 0,087756 |
| 77 | 242.282 | 22.841 | 0,094274 |
| 78 | 219.441 | 22.179 | 0,101070 |
| 79 | 197.262 | 21.364 | 0,108303 |
| 80 | 175.898 | 20.398 | 0,115965 |
| 81 | 155.500 | 19.320 | 0,124244 |
| 82 | 136.180 | 18.117 | 0,133037 |
| 83 | 118.063 | 16.816 | 0,142432 |
| 84 | 101.247 | 15.479 | 0,152884 |
| 85 | 85.768 | 14.019 | 0,163453 |
| 86 | 71.749 | 12.546 | 0,174860 |
| 87 | 59.203 | 11.094 | 0,187389 |
| 88 | 48.109 | 9.661 | 0,200794 |
| 89 | 38.448 | 8.285 | 0,215486 |

| x | l_x | d_x | q_x |
|-----|--------|-------|----------|
| 90 | 30.163 | 6.978 | 0,231343 |
| 91 | 23.185 | 5.757 | 0,248307 |
| 92 | 17.428 | 4.657 | 0,267214 |
| 93 | 12.771 | 3.569 | 0,287292 |
| 94 | 9.102 | 2.817 | 0,309492 |
| 95 | 6.285 | 2.095 | 0,333333 |
| 96 | 4.190 | 1.492 | 0,356086 |
| 97 | 2.698 | 1.039 | 0,385100 |
| 98 | 1.659 | 699 | 0,421338 |
| 99 | 960 | 451 | 0,469792 |
| 100 | 509 | 271 | 0,532417 |
| 101 | 238 | 149 | 0,626050 |
| 102 | 89 | 65 | 0,730337 |
| 103 | 24 | 24 | 1.000000 |

Tabla de mortalidad de la población general
de la ciudad de Buenos Aires (1936)

85

Ajustamiento mediante la serie de
Poisson - Charlier

| x | d_x | l_x | q_x | P_x |
|-----|--------|-----------|----------|----------|
| 0 | 58.515 | 1.000.000 | 0,058515 | 0,941485 |
| 1 | 10.629 | 941.485 | 0,011290 | 0,988710 |
| 2 | 4.858 | 930.856 | 0,005219 | 0,994781 |
| 3 | 3.605 | 925.998 | 0,003893 | 0,996107 |
| 4 | 3.019 | 922.393 | 0,003273 | 0,996727 |
| 5 | 2.531 | 919.374 | 0,002753 | 0,997247 |
| 6 | 2.142 | 916.843 | 0,002336 | 0,997664 |
| 7 | 1.799 | 914.701 | 0,001967 | 0,998033 |
| 8 | 1.564 | 912.902 | 0,001713 | 0,998287 |
| 9 | 1.453 | 911.338 | 0,001594 | 0,998406 |
| 10 | 1.468 | 909.885 | 0,001613 | 0,998387 |
| 11 | 1.574 | 908.417 | 0,001733 | 0,998267 |
| 12 | 1.722 | 906.843 | 0,001899 | 0,998101 |
| 13 | 1.895 | 905.121 | 0,002094 | 0,997906 |
| 14 | 2.060 | 903.226 | 0,002281 | 0,997719 |
| 15 | 2.233 | 901.166 | 0,002478 | 0,997522 |
| 16 | 2.377 | 898.933 | 0,002644 | 0,997356 |
| 17 | 2.520 | 896.556 | 0,002811 | 0,997189 |
| 18 | 2.651 | 894.036 | 0,002965 | 0,997035 |
| 19 | 2.756 | 891.385 | 0,003092 | 0,996908 |
| 20 | 2.856 | 888.629 | 0,003214 | 0,996786 |
| 21 | 2.945 | 885.773 | 0,003325 | 0,996675 |
| 22 | 3.013 | 882.828 | 0,003413 | 0,996587 |
| 23 | 3.075 | 879.815 | 0,003495 | 0,996505 |
| 24 | 3.139 | 876.740 | 0,003580 | 0,996420 |
| 25 | 3.184 | 873.601 | 0,003645 | 0,996355 |
| 26 | 3.236 | 870.417 | 0,003718 | 0,996282 |
| 27 | 3.288 | 867.181 | 0,003792 | 0,996208 |
| 28 | 3.334 | 863.893 | 0,003859 | 0,996141 |
| 29 | 3.395 | 860.559 | 0,003945 | 0,996055 |
| 30 | 3.469 | 857.164 | 0,004047 | 0,995953 |
| 31 | 3.544 | 853.695 | 0,004151 | 0,995849 |
| 32 | 3.641 | 850.151 | 0,004283 | 0,995717 |
| 33 | 3.753 | 846.510 | 0,004433 | 0,995567 |
| 34 | 3.891 | 842.757 | 0,004617 | 0,995383 |
| 35 | 4.040 | 838.866 | 0,004816 | 0,995184 |
| 36 | 4.220 | 834.826 | 0,005055 | 0,994945 |
| 37 | 4.430 | 830.606 | 0,005333 | 0,994667 |
| 38 | 4.669 | 826.176 | 0,005651 | 0,994349 |
| 39 | 4.934 | 821.507 | 0,006006 | 0,993994 |
| 40 | 5.234 | 816.573 | 0,006408 | 0,993592 |
| 41 | 5.563 | 811.339 | 0,006857 | 0,993143 |
| 42 | 5.928 | 805.776 | 0,007357 | 0,992643 |
| 43 | 6.322 | 799.848 | 0,007904 | 0,992096 |
| 44 | 6.764 | 793.526 | 0,008524 | 0,991476 |

| x | dx | l_x | q_x | P_x |
|-----|--------|---------|----------|----------|
| 45 | 7.212 | 786.762 | 0,009167 | 0,990833 |
| 46 | 7.727 | 779.550 | 0,009912 | 0,990088 |
| 47 | 8.249 | 771.823 | 0,010688 | 0,989312 |
| 48 | 8.822 | 763.574 | 0,011554 | 0,988446 |
| 49 | 9.407 | 754.752 | 0,012464 | 0,987536 |
| 50 | 10.043 | 745.345 | 0,013474 | 0,986526 |
| 51 | 10.686 | 735.302 | 0,014533 | 0,985467 |
| 52 | 11.365 | 724.616 | 0,015684 | 0,984316 |
| 53 | 12.075 | 713.251 | 0,016930 | 0,983070 |
| 54 | 12.789 | 701.176 | 0,018239 | 0,981761 |
| 55 | 13.538 | 688.387 | 0,019666 | 0,980334 |
| 56 | 14.299 | 674.849 | 0,021188 | 0,978812 |
| 57 | 15.057 | 660.550 | 0,022795 | 0,977205 |
| 58 | 15.845 | 645.493 | 0,024547 | 0,975453 |
| 59 | 16.614 | 629.648 | 0,026386 | 0,973614 |
| 60 | 17.406 | 613.034 | 0,028393 | 0,971607 |
| 61 | 18.164 | 595.628 | 0,030496 | 0,969504 |
| 62 | 18.929 | 577.464 | 0,032780 | 0,967220 |
| 63 | 19.668 | 558.535 | 0,035214 | 0,964786 |
| 64 | 20.373 | 538.867 | 0,037807 | 0,962193 |
| 65 | 21.047 | 518.494 | 0,040593 | 0,959407 |
| 66 | 21.684 | 497.447 | 0,043591 | 0,956409 |
| 67 | 22.239 | 475.763 | 0,046744 | 0,953256 |
| 68 | 22.767 | 453.524 | 0,050200 | 0,949800 |
| 69 | 23.185 | 430.757 | 0,053824 | 0,946176 |
| 70 | 23.516 | 407.572 | 0,057698 | 0,942302 |
| 71 | 23.783 | 384.056 | 0,061926 | 0,938074 |
| 72 | 23.931 | 360.273 | 0,066425 | 0,933575 |
| 73 | 23.960 | 336.342 | 0,071237 | 0,928763 |
| 74 | 23.851 | 312.382 | 0,076352 | 0,923648 |
| 75 | 23.635 | 288.531 | 0,081915 | 0,918085 |
| 76 | 23.256 | 264.896 | 0,087792 | 0,912208 |
| 77 | 22.759 | 241.640 | 0,094186 | 0,905814 |
| 78 | 22.098 | 218.881 | 0,100959 | 0,899041 |
| 79 | 21.317 | 196.783 | 0,108327 | 0,891673 |
| 80 | 20.395 | 175.466 | 0,116233 | 0,883767 |
| 81 | 19.401 | 155.071 | 0,125110 | 0,874890 |
| 82 | 18.183 | 135.670 | 0,134024 | 0,865976 |
| 83 | 16.928 | 117.487 | 0,144084 | 0,855916 |
| 84 | 15.585 | 100.559 | 0,154984 | 0,845016 |
| 85 | 14.099 | 84.974 | 0,165921 | 0,834079 |
| 86 | 12.750 | 70.875 | 0,179894 | 0,820106 |
| 87 | 11.316 | 58.125 | 0,194684 | 0,805316 |
| 88 | 9.871 | 46.809 | 0,210878 | 0,789122 |
| 89 | 8.433 | 36.938 | 0,229655 | 0,770345 |

87

87

| x | dx | lx | gx | Px |
|-----|-------|--------|----------|----------|
| 90 | 7.138 | 28.455 | 0,250852 | 0,749148 |
| 91 | 5.879 | 21.317 | 0,275789 | 0,724211 |
| 92 | 4.718 | 15.438 | 0,305610 | 0,694390 |
| 93 | 3.669 | 10.720 | 0,342257 | 0,657743 |
| 94 | 2.744 | 7.051 | 0,389164 | 0,610836 |
| 95 | 1.941 | 4.307 | 0,450661 | 0,549339 |
| 96 | 1.284 | 2.366 | 0,542688 | 0,457312 |
| 97 | 738 | 1.082 | 0,682070 | 0,317930 |
| 98 | 324 | 344 | 0,941860 | 0,058140 |
| 99 | 20 | 20 | 1.000000 | 0,000000 |



10000

10000

10000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5000

5

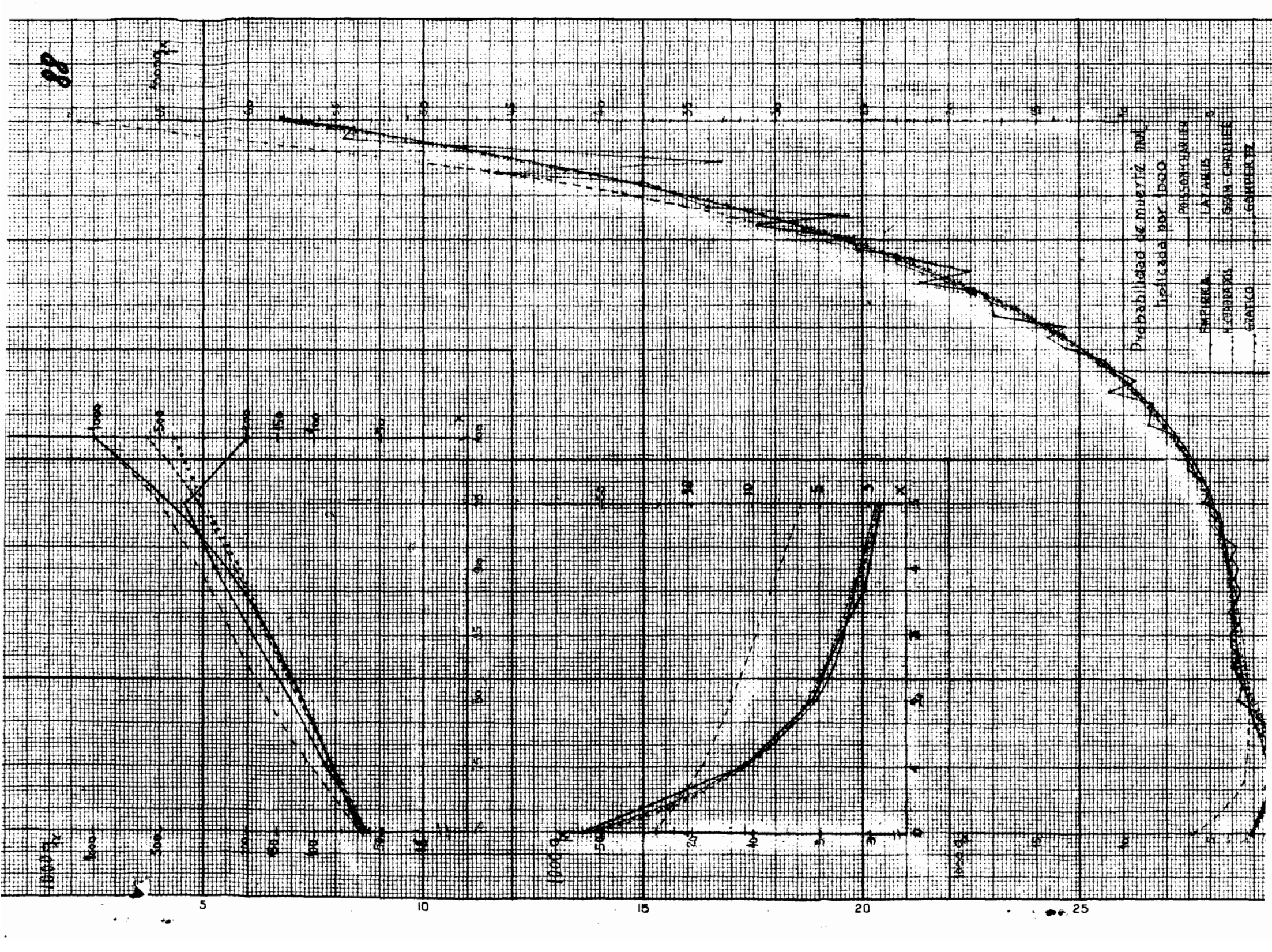
10

15

20

25

- Probabilidad de muerte por
- Tratada por DGO
- PROSTACINILIN
- LACTARIUS
- EMPERIA
- LACTARIUS
- SEAN-CHARLIE
- GRATICO
- GEMPEROZ



Probabilidades anuales de muerte obtenidas con distintos
sistemas de ajustamiento (Población General de Buenos
Aires - Año 1936)

| Edades | Gompertz | Lazarus | Gram Charlier | Poisson-Charlier | Kern |
|--------|----------|----------|---------------|------------------|----------|
| 0 | 0,059510 | 0,022800 | 0,057472 | 0,058515 | 0,060855 |
| 5 | 0,002730 | 0,006094 | 0,002715 | 0,002753 | 0,002858 |
| 10 | 0,001520 | 0,003129 | 0,001448 | 0,001613 | 0,001347 |
| 15 | 0,002070 | 0,002748 | 0,002369 | 0,002478 | 0,002158 |
| 20 | 0,003450 | 0,002917 | 0,003078 | 0,003214 | 0,003346 |
| 25 | 0,003680 | 0,003332 | 0,003579 | 0,003645 | 0,003638 |
| 30 | 0,003810 | 0,004009 | 0,004144 | 0,004047 | 0,003931 |
| 35 | 0,005076 | 0,005080 | 0,005102 | 0,004816 | 0,004926 |
| 40 | 0,007011 | 0,006758 | 0,006733 | 0,006408 | 0,006549 |
| 45 | 0,009817 | 0,009392 | 0,009392 | 0,009167 | 0,009460 |
| 50 | 0,013882 | 0,013518 | 0,013438 | 0,013474 | 0,013665 |
| 55 | 0,019763 | 0,019968 | 0,019413 | 0,019666 | 0,019073 |
| 60 | 0,028248 | 0,030022 | 0,028013 | 0,028393 | 0,027030 |
| 65 | 0,040446 | 0,045617 | 0,040300 | 0,040593 | 0,038461 |
| 70 | 0,057903 | 0,069625 | 0,057664 | 0,057698 | 0,055497 |
| 75 | 0,082766 | 0,106148 | 0,082049 | 0,081915 | 0,079276 |
| 80 | 0,117713 | 0,160674 | 0,115965 | 0,116233 | 0,117272 |
| 85 | 0,166163 | 0,239751 | 0,163453 | 0,165921 | 0,182716 |
| 90 | 0,231887 | 0,349233 | 0,231343 | 0,250852 | 0,288174 |
| 95 | 0,318204 | 0,491254 | 0,333333 | 0,450661 | 0,446687 |

V - COMPARACION DE LAS TABLAS CONSTRUIDAS CON OTRAS TABLAS.-

Se efectúa la comparación de la tabla construida para la población general de la Ciudad de Buenos Aires (1936) con:

- a) La tabla construida para la misma población por el Dr. E. R. Kern.
- b) La tabla Comisiones 1941 Standard Ordinary CSO (1941) actualmente usada por las compañías de seguros norteamericanas.
- c) La tabla SIMF (1931) de la población general italiana.
- d) La tabla H^M, Vieja tabla todavía en uso por muchas compañías de seguros locales.

De las comparaciones efectuadas, sobre la base de las tablas mencionadas, surge:

- 1) La probabilidad de muerte de la tabla construida no se aparta nunca en más del 5% de la de la tabla del Dr. E. R. Kern.
- 2) La mortalidad de la Ciudad de Buenos Aires es superior hasta los 35 años a la mortalidad de la CSO (1941). A partir de esa edad las probabilidades de muerte de las dos tablas son sensiblemente iguales.
- 3) La mortalidad de la Ciudad de Buenos Aires es inferior hasta los 35 años a la mortalidad italiana. Desde esa edad la probabilidad de muerte de la población de Buenos Aires es bastante superior a la italiana.
- 4) La tabla de mortalidad H^M tiene para todas las edades probabilidades de muerte más altas que la tabla de la Ciudad de Buenos Aires. La discrepancia recién deja de ser significativa a partir de los 55 años.

11

PROBABILIDADES DE MUERTE DE DISTINTAS TABLAS

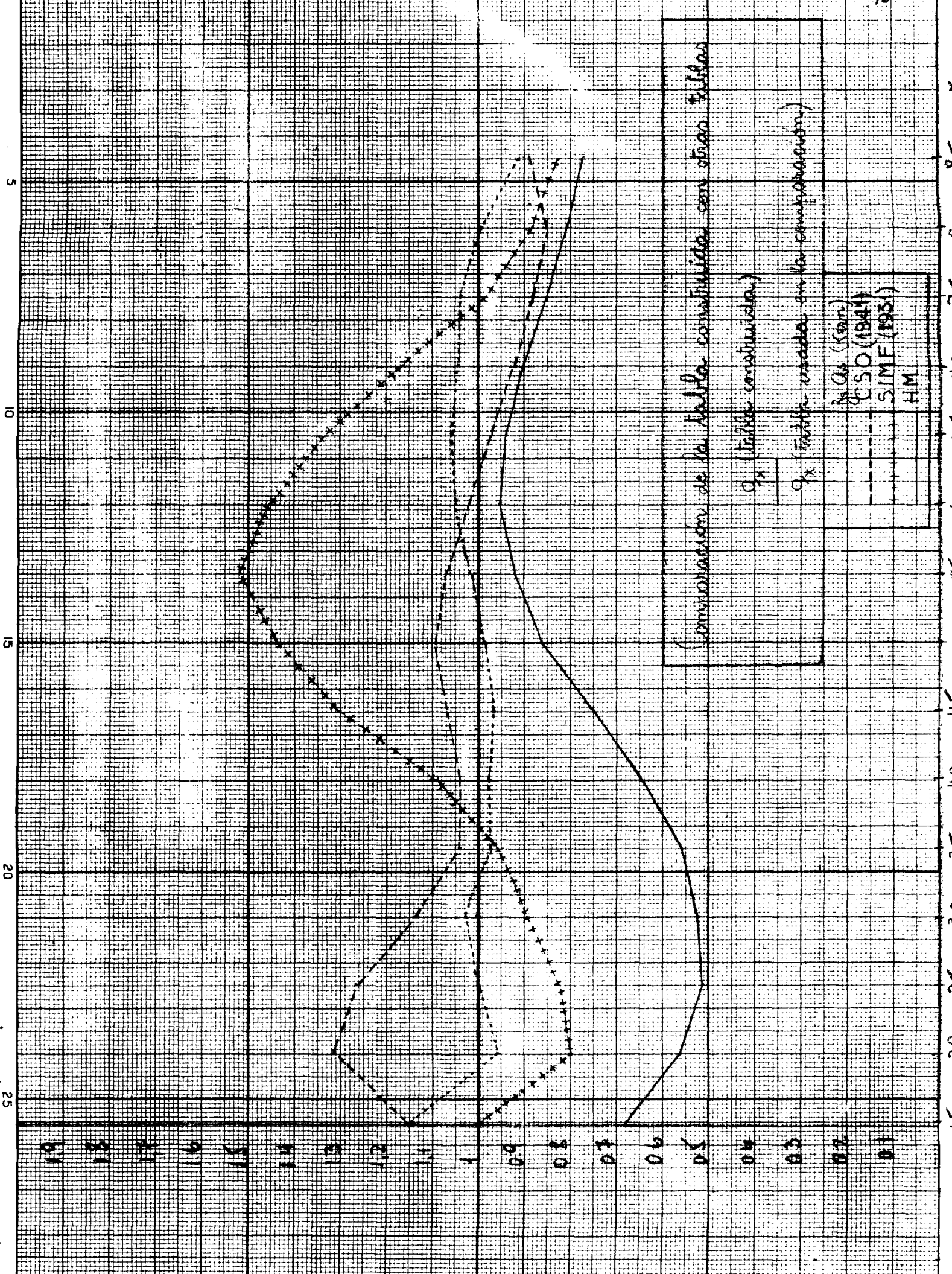
| Edades | Buenos Aires (1936) | | C S O (1941) | S I M F (1931) | M H |
|--------|-----------------------|----------|----------------|------------------|---------|
| | Poisson Charlier | KERN | | | |
| 0 | 0,058515 | 0,060855 | 0,02258 | 0,10894 | 0,11280 |
| 5 | 0,002753 | 0,002858 | 0,00276 | 0,00365 | 0,01024 |
| 10 | 0,001613 | 0,001347 | 0,00197 | 0,00189 | 0,00409 |
| 15 | 0,002478 | 0,002158 | 0,00215 | 0,00250 | 0,00365 |
| 20 | 0,003214 | 0,003346 | 0,00243 | 0,00401 | 0,00572 |
| 25 | 0,003645 | 0,003638 | 0,00288 | 0,00436 | 0,00707 |
| 30 | 0,004047 | 0,003931 | 0,00356 | 0,00452 | 0,00771 |
| 35 | 0,004816 | 0,004926 | 0,00459 | 0,00503 | 0,00862 |
| 40 | 0,006408 | 0,006549 | 0,00618 | 0,00586 | 0,01001 |
| 45 | 0,009167 | 0,009460 | 0,00861 | 0,00700 | 0,01224 |
| 50 | 0,013474 | 0,013665 | 0,01232 | 0,00935 | 0,01572 |
| 55 | 0,019666 | 0,019073 | 0,01798 | 0,01297 | 0,02123 |
| 60 | 0,028393 | 0,027030 | 0,02659 | 0,01963 | 0,02983 |
| 65 | 0,040593 | 0,038461 | 0,03964 | 0,03072 | 0,04327 |
| 70 | 0,057698 | 0,055497 | 0,05930 | 0,04974 | 0,06410 |
| 75 | 0,081915 | 0,079276 | 0,08864 | 0,08351 | 0,09604 |
| 80 | 0,116233 | 0,117272 | 0,13185 | 0,13213 | 0,14426 |
| 85 | 0,165921 | 0,182716 | 0,19413 | 0,19808 | 0,21522 |
| 90 | 0,250852 | 0,288174 | 0,28099 | 0,27748 | 0,31579 |
| 95 | 0,450661 | 0,446687 | 0,39621 | 0,36175 | 0,44961 |

COMPARACION DE LAS PROBABILIDADES ANUALES DE

MUERTE DE LAS DISTINTAS TABLAS

- (1) Ciudad de Buenos Aires 1936 (Poisson Charlier)
- (2) Ciudad de Buenos Aires 1936 (Kern)
- (3) G S O (1941)
- (4) S I M P (1931)
- (5) H M

| Edades | 100 $\frac{(1)}{(2)}$ | 100 $\frac{(1)}{(3)}$ | 100 $\frac{(1)}{(4)}$ | 100 $\frac{(1)}{(5)}$ |
|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 0 | 0,962 | 2,591 | 0,537 | 0,519 |
| 5 | 0,963 | 0,997 | 0,754 | 0,269 |
| 10 | 1,197 | 0,819 | 0,853 | 0,394 |
| 15 | 1,148 | 2,253 | 0,991 | 0,679 |
| 20 | 0,961 | 1,323 | 0,801 | 0,562 |
| 25 | 1,002 | 1,266 | 0,836 | 0,516 |
| 30 | 1,030 | 1,137 | 0,895 | 0,525 |
| 35 | 0,978 | 1,049 | 0,957 | 0,559 |
| 40 | 0,978 | 1,037 | 1,094 | 0,640 |
| 45 | 0,969 | 1,065 | 1,310 | 0,749 |
| 50 | 0,986 | 1,094 | 1,441 | 0,857 |
| 55 | 1,031 | 1,094 | 1,516 | 0,926 |
| 60 | 1,050 | 1,068 | 1,446 | 0,952 |
| 65 | 1,055 | 1,024 | 1,321 | 0,938 |
| 70 | 1,040 | 0,973 | 1,160 | 0,900 |
| 75 | 1,033 | 0,924 | 0,981 | 0,853 |
| 80 | 0,991 | 0,882 | 0,880 | 0,806 |
| 85 | 0,908 | 0,855 | 0,838 | 0,771 |
| 90 | 0,870 | 0,893 | 0,904 | 0,794 |
| 95 | 1,009 | 1,137 | 1,246 | 1,002 |



VI - LA MARCHA DE LA MORTALIDAD EN LA CIUDAD DE BUENOS
AIRES.-

94

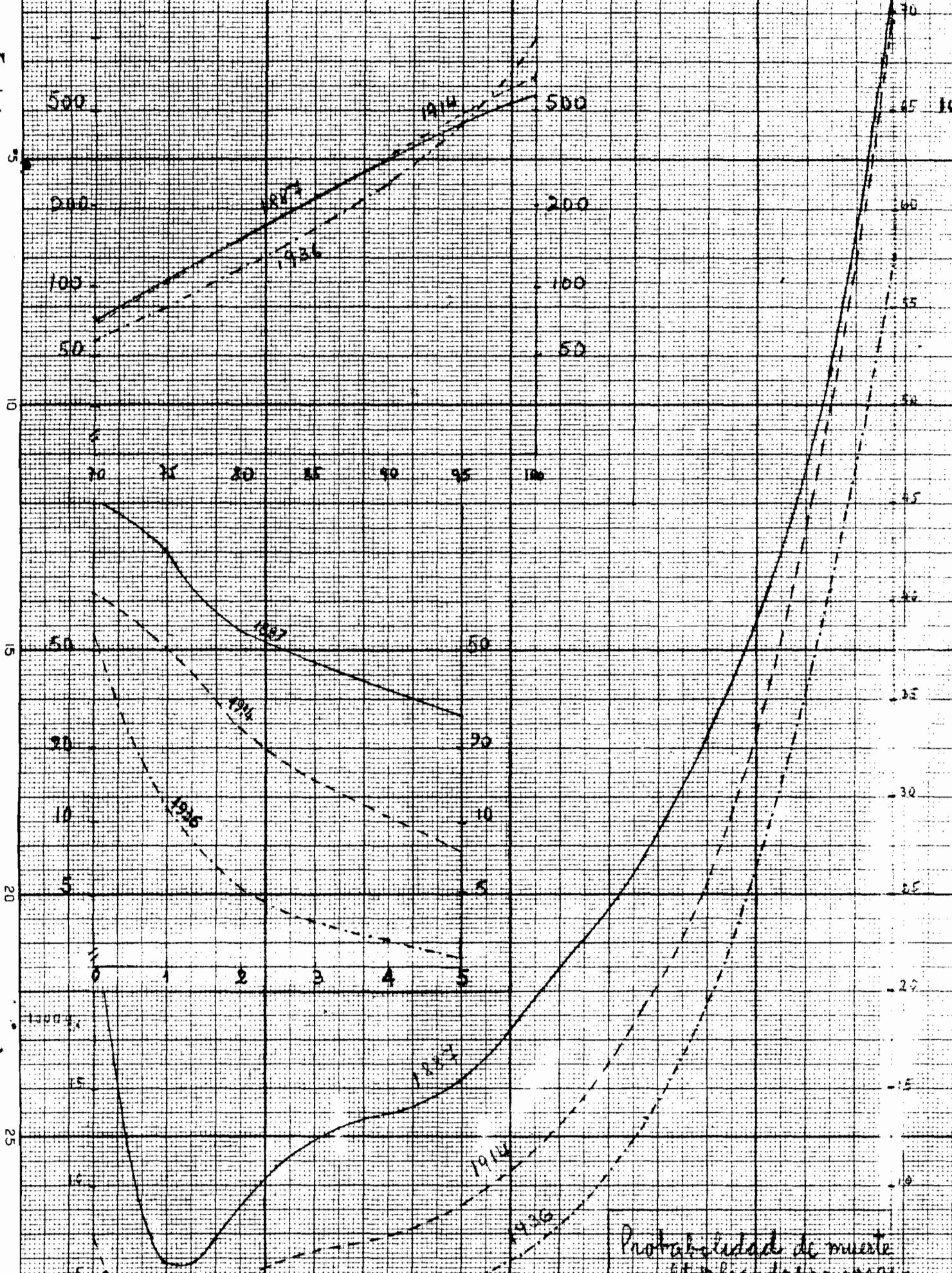
Una tabla de mortalidad considerada como el instrumento de medida de la mortalidad en las distintas edades, refleja estadísticamente las condiciones de sanidad de la población.

Comparando la tabla con otras construídas para la misma población sobre la base de períodos de observación anteriores se obtiene el balance sanitario de esa población. La disminución de la mortalidad es uno de los índices más significativos del progreso de una población.

La tabla construída no es rigurosamente comparable con las anteriores (Dr. Kern 1887 y 1914) porque se refieren a territorios distintos y han sido construídas con otros métodos pero eso no impide hacer la comparación destinada a tener una idea de la marcha del fenómeno Mortalidad.

Se ha recurrido al análisis gráfico, representando en uno las probabilidades anuales de muerte y en otro el número de sobrevivientes a las distintas edades.

Con las tablas numéricas confeccionadas se quiere mostrar la tendencia de la mortalidad mediante la comparación de las probabilidades anuales de muerte, las probabilidades de morir dentro de los diez años, el número de sobrevivientes sobre mil nacidos, la vida media y la vida probable para las distintas edades y épocas.



Probabilidad de muerte
multiplicadas por 1000

1887

1914

76

Tendencia de la Mortalidad

| | Periodo | Al nacer | A la edad 20 | A la edad 40 | A la edad 70 |
|-------------------|---------|----------|--------------|--------------|--------------|
| Tasa de | 1887 | 204.25 | 10.92 | 18.76 | 71.03 |
| mortalidad | 1914 | 107.26 | 6.00 | 11.22 | 69.59 |
| para mil personas | 1936 | 58.52 | 3.21 | 6.41 | 57.70 |
| 1000 q_x | | | | | |
| Vida media | 1887 | 29.70 | 35.09 | 23.16 | 8.11 |
| completa | 1914 | 46.83 | 40.50 | 25.77 | 8.16 |
| e_x | 1936 | 59.11 | 45.97 | 29.07 | 9.52 |

76

98

98

Vida probable correspondiente
a la edad cero según las ta-
blas de las distintas épocas.

| Años | |
|------|----|
| 1887 | 22 |
| 1914 | 55 |
| 1936 | 66 |

99

99

Probabilidad al inicio de las edades indica-
das de morir dentro de los 10 años en las dis
tintas épocas

 ${}_{10}Q(x)$

| Edades | 1887 | 1914 | 1936 |
|--------|-------|-------|-------|
| 0 | 0,448 | 0,212 | 0,090 |
| 10 | 0,074 | 0,037 | 0,023 |
| 20 | 0,118 | 0,065 | 0,035 |
| 30 | 0,144 | 0,086 | 0,047 |
| 40 | 0,202 | 0,135 | 0,087 |
| 50 | 0,283 | 0,227 | 0,178 |
| 60 | 0,412 | 0,398 | 0,335 |
| 70 | 0,659 | 0,652 | 0,569 |
| 80 | 0,916 | 0,926 | 0,838 |

Número de Sobrevivientes a las edades indicadas,
sobre 1.000 nacidos según las tablas de los dis-
tintos años

100

| Edades | A ñ o s | | |
|--------|---------|-------|-------|
| | 1887 | 1914 | 1936 |
| 0 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |
| 1 | 796 | 893 | 941 |
| 2 | 694 | 847 | 931 |
| 3 | 652 | 826 | 926 |
| 4 | 623 | 814 | 922 |
| 5 | 602 | 805 | 919 |
| 10 | 552 | 787 | 910 |
| 15 | 535 | 777 | 901 |
| 20 | 511 | 758 | 889 |
| 25 | 482 | 734 | 873 |
| 30 | 451 | 709 | 857 |
| 35 | 420 | 680 | 839 |
| 40 | 386 | 647 | 817 |
| 45 | 348 | 608 | 787 |
| 50 | 308 | 560 | 745 |
| 55 | 265 | 502 | 688 |
| 60 | 221 | 433 | 613 |
| 65 | 176 | 350 | 518 |
| 70 | 130 | 260 | 408 |
| 75 | 84 | 171 | 289 |
| 80 | 44 | 91 | 175 |
| 85 | 17 | 33 | 85 |
| 90 | 4 | 7 | 28 |

101

101

Vida media a las distintas edades
tablas de mortalidad para las épocas indicadas

| Edades | A ñ o s | | |
|--------|---------|-------|-------|
| | 1887 | 1914 | 1936 |
| 0 | 29.70 | 46.83 | 59.11 |
| 1 | 36.20 | 51.39 | 61.75 |
| 2 | 40.14 | 53.16 | 61.45 |
| 3 | 41.98 | 53.47 | 60.77 |
| 4 | 42.91 | 53.27 | 60.01 |
| 5 | 43.43 | 52.83 | 59.20 |
| 10 | 42.17 | 48.99 | 54.80 |
| 15 | 38.46 | 44.50 | 50.30 |
| 20 | 35.09 | 40.56 | 45.97 |
| 30 | 29.12 | 33.13 | 37.47 |
| 40 | 23.16 | 25.77 | 29.07 |
| 50 | 17.73 | 18.96 | 21.32 |
| 60 | 12.72 | 12.98 | 14.74 |
| 70 | 8.11 | 8.16 | 9.52 |
| 80 | 4.53 | 4.42 | 5.62 |
| 90 | 2.31 | 2.07 | 2.70 |

VIII - BIBLIOGRAFIA

BULA, Clotilde; Tabla de Mortalidad para varones argentinos de la Ciudad de Rosario

CASTELNUOVO, Guido: Calcolo delle Probabilità

CHARLIER, C. V. L.: Elementos de estadística matemática (Versión castellana de José González Galé)

DIEULEFAIT, C. E.: Elementos de estadística metodológica Fascículos 3 y 4.

FISHER, Arne: The Mathematical Theory of Probabilities

GINI, C e GALVANI, L.: Tavole de Mortalità della popolazione italiana.

GONZALEZ GALE, José: Elementos de Cálculo Actuarial.

KERN, Enrique R.: La mortalidad en la Ciudad de Buenos Aires.

KERN, Enrique R.: Aplicación del método de Kapteyn. Revista de Ciencias Económicas Noviembre 1945

W. PALIN ELDERTON: Frequency curves and correlation.

RICHARD, P. J. : Theorie mathématique des assurances.

IX - TABLAS

BARLOW'S TABLES

L. POTIN, Formules et tables numériques (Publicación del Instituto de Biometría)

SCHRÖN, L.: Tables de logarithmes a sept décimales

ACTUARIAL TABLES COMMISSIONERS 1941 STANDARD ORDINARY

ISTITUTO CENTRALE DI STATISTICA DEL REGNO D'ITALIA: Tavole de Mortalità della popolaciones italiana 1930-1932

103

| | N ^o . |
|---|------------------|
| Introducción | 1 |
| I. Construcción de una tabla de mortalidad en base a los valores observados. | 2 |
| II. Ajustamiento de los datos empíricos • Sistemas utilizados. | 13 |
| III. Exposición de los ajustamientos realizados y presentación de los resultados obtenidos . | |
| A.1.-Ajustamiento de l_x con la fórmula de Gompertz • Makeham | 16 |
| A.2. • Ajustamiento gráfico de las probabilidades empíricas de muerte para edades comprendidas entre 3 y 30 años. | 17 |
| B.- Interpolación de l_x con la fórmula de Lazarus. | 23 |
| C.- Ajustamiento de d_x mediante la serie de Gram Charlier (Transformación logarítmica) | 26 |
| 1.-Descomposición de la curva de muertes | |
| 2. • Ajustamiento de la primer componente | 26 |
| 3. • Ajustamiento de la segunda componente | 28 |
| 4.-Ajustamiento de los fallecidos de 0 a 9 años. | 29 |
| D. • Ajustamiento de d_x mediante la serie de Poisson • Charlier. | |
| 1.-Nota teórica | 36 |
| 2. • Descomposición de la curva de muertes | 39 |
| 3. • Ajustamiento de la primer componente | 39 |
| 4. • Ajustamiento de la segunda componente | 41 |
| 5. • Ajustamiento de la tercera y cuarta componente | 42 |

104

104

| | |
|---|-----|
| IV. Tablas construidas | 75 |
| V. Comparación con otras tablas | 90 |
| VI. La marcha de la mortalidad en la Ciudad de Buenos Aires | 94 |
| VII. Bibliografía y Tablas | 102 |