

20
del



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ELABORACION DE UNA TABLA
SELECTA DE MORTALIDAD

T E S I S
Que para obtener el Titulo de
A C T U A R I O
p r e s e n t a

LIZANDRO HERNANDEZ TAUSCHER



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

México, D. F.

1990



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	pág.
Introducción	1
CAPITULO I	
Tablas Selectas de Mortalidad	5
CAPITULO II	
Construcción de la Tabla Selecta y Ultima	8
I Recopilación de Datos	8
II Obtención de las tasas crudas	11
III Suavizamiento	24
IV Ajuste Final	55
IV BIS	
Caso especial para la curva del 5 ^o año de antigüedad	72
V Construcción de las columnas $p(x)_t$, $l(x)_t$ y $d(x)_t$ de la tabla selecta	73
CAPITULO III	
Datos sobre la tabla última	85
CAPITULO IV	
Conclusiones	88
Bibliografía	89

INTODUCCION

Una idea general del método de preparar tablas de mortalidad es crear una lista, mostrando para cada edad alcanzada el número de personas aseguradas en la(s) compañía(s)¹ de seguros al primero de enero y también el número de muertes a cada edad durante el año subsiguiente. Así, el número de las personas que mueren a cada edad podría entonces expresarse como una proporción del número de personas de esa edad que estuvieron expuestos al riesgo de morir durante el año; de tal forma que la construcción de dichas tablas es una cuestión técnica. Si la investigación se limita a un solo año, los resultados estarán sujetos a considerables deformaciones debido a las fluctuaciones accidentales que se producen con los números pequeños y el corto período involucrado². Sería mejor el basar las proporciones de los que mueren en la experiencia de varios años, de tal forma que se puedan obtener resultados promedio. Tomando esta suposición, las muertes a cada edad durante los años de experiencia, tendrán que compararse con la exposición total a esa edad, de manera que una persona que estuvo asegurada durante todo el tiempo se contará una vez a cada edad alcanzada durante el periodo. Ahora bien, esas proporciones de los que mueren son los que se conocen como tasas crudas de mortalidad. A partir de estas tasas se obtendrán por medio de ajustes que se muestran más adelante las tasas centrales de mortalidad, para que a partir de estas últimas obtener probabilidades de muerte para cada edad, con las cuales se forman las tablas de mortalidad. Así se entiende que una tabla de mortalidad es un registro de la experiencia pasada y que supone que la experiencia del futuro se reproducirá de acuerdo con lo estipulado en ella.

¹ En la elaboración de esta tabla selecta se toma en cuenta la declaración de 19 compañías de seguros del mercado mexicano.

² Maclean Joseph H., El Seguro de Vida, Editorial C.E.C.S.A., 9a. edición, 1982, cap. 5, pp. 80.

Normalmente las probabilidades de muerte reales son inferiores a las que se encuentran en una tabla de mortalidad, más aun si ésta contempla la experiencia ocurrida muchos años atrás, esto se debe principalmente a las mejores condiciones de vida, al aumento en los adelantos médicos y quirúrgicos, a una mayor atención en la sanidad y en la salud pública en general y en el caso de las vidas aseguradas, a los mejores métodos de selección. Sin embargo, cuando se encuentran involucrados grandes números, la experiencia futura podrá ser estimada con bastante aproximación, porque los cambios en las tasas de mortalidad son lentos y dichas tasas cuando son aplicadas a grandes números, son bastante estables³.

Las fuentes con información necesaria para construir una tabla de mortalidad pueden provenir de varios lados, entre ellos se puede citar aquellos en donde se plasma la experiencia de la población en general, por ejemplo, un censo; claro es que la tabla que se construyera con esta información sería inadecuada para el uso del cálculo de primas, reservas, anualidades, etc. en una compañía de seguros, ya que en ésta no se contempla la selección de riesgo, la cual se practica en las aseguradoras. Otra fuente son los registros estadísticos que las compañías de seguros formulan cada año con el fin de observar, entre otras funciones, la mortalidad ocurrida entre sus asegurados. Estas formas estadísticas de seguras se envían año con año a la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas. Para la elaboración de la tabla selecta de mortalidad que a continuación se presenta, se utilizaron dichas formas considerando a 19 compañías de seguro del mercado mexicano para la experiencia 1983 - 1988. Así se tendrá representado más del 95% del total del volumen de prima emitida en dicha experiencia.

Hasta el momento solo se ha hablado de tablas de mortalidad como un registro de probabilidades de muerte para cada edad. A continuación se presenta el significado de tablas selectas de mortalidad y tablas últimas, para que en el capítulo II comenzar

³ Maclean Joseph B., "El Seguro de Vida", Editorial C.E.C.S.A., 9a. edición, 1982, Cap. 5, pp. 79.

propriadamente con la construcción de dichas tablas.

Ahora bien, los pasos a seguir en el trabajo serán :

- 1) Recopilación de datos. (fuentes y distribución).
- 2) Obtención de las tasas crudas (Supuestos a considerar)
- 3) Suavizamiento (Agrupación de datos por periodos quinquenales)
- 4) Ajuste final (Supuesto de muerte técnica)
- 5) Construcción de las columnas $p(x)_{t:t}$, $l(x)_{t:t}$ y $d(x)_{t:t}$ de la tabla selecta (Columnas dependientes de las probabilidades de muerte para cada edad y cada antigüedad).

Dada la importancia de la tabla última en el mercado asegurador, se presenta en el capítulo III algunos datos sobre su comportamiento.

CAPITULO I

TABLAS SELECTAS DE MORTALIDAD

Debido al examen médico y a otros métodos de selección de los asegurados del seguro de vida, la tasa de mortalidad en cualquier edad entre un grupo de asegurados dependerá del tiempo que haya transcurrido desde el contrato de su seguro.

Lo que se pretende en esta tesis, es mostrar que la afirmación citada se cumpla en el mercado mexicano de seguros. Para esto, después de haber capturado la información para expuestos al riesgo al 31 de diciembre y mortalidad ocurrida, de las mencionadas formas estadísticas de seguro, para personas que estén en su primer, segundo, tercero, cuarto, quinto o sexto o más años de haber contratado su seguro, se mostrarán los efectos que los métodos de selección provocan en la tasa de mortalidad para distintos grupos de asegurados de la misma edad, con diferente antigüedad de contrato de seguro. Así, si por ejemplo, se toma un grupo de asegurados a edad 30 que esté en su primer año de contrato de seguro, la probabilidad de que un miembro del grupo muera durante el año será inferior a la probabilidad de muerte de un miembro de otro grupo de asegurados de edad 30 que esté en su segundo año de contrato, y a su vez este último tendrá menos probabilidades de morir que algún integrante de un tercer grupo de asegurados de edad 30 que esté en su tercer año de haber contratado su seguro, y así sucesivamente. Este aumento en la tasa de mortalidad que depende de la antigüedad de contrato del seguro y que es originada por los métodos de selección, es temporal y gradualmente disminuirá hasta hacerse imperceptible⁴. Probablemente no existirá diferencia de importancia en las tasas de mortalidad entre dos grupos de asegurados de la misma edad, uno de los cuales fue asegurado 10 años atrás y el otro hace 11. Sin embargo, por un corto periodo, hasta aproximadamente 5 años, habrá una diferencia de consideración.

⁴ Maclean Joseph B., "El Seguro de Vida", Editorial C.E.C.S.A., 9a. edición, 1982, Cap. 5, pp. 92.

Definición: Una tabla de mortalidad selecta es aquella que muestra la tasa de mortalidad no solamente por edades sino también por la duración del seguro, esto es, el tiempo transcurrido desde la selección.

Una tabla selecta completa sería sencillamente un juego de tablas de mortalidad, una por cada edad al emitir. Sin embargo, según se mencionó anteriormente, la diferencia debida a la selección reduce su importancia en mas o menos 5 años, de manera que, en vez de una tabla completa para cada edad al emitir, una tabla selecta de mortalidad se elabora usualmente a partir de la combinación entre el periodo selecto y la tabla ultima de mortalidad (ver tabla 1).

Entendiéndose como periodo selecto al periodo en el cual los efectos de la selección del grupo son de consideración. La selección se refiere principalmente al estado de salud del asegurado, su edad, su ocupación, etc.

Como tabla última de mortalidad se entiende la tabla de mortalidad que usualmente se conoce, la cual considera como único factor de probabilidad de muerte la edad del individuo, en éstas se considera la mortalidad de los asegurados cuya antigüedad excede a los efectos admitidos de la selección.

Tabla de Mortalidad Selecta⁵
(Tasas de mortalidad por 1000)

Edad de Emisión	Año del seguro						Edad alcanzada
	1	2	3	4	5	6 en adelante	
20	2.73	3.59	3.80	3.96	4.13	4.31	25
21	2.78	3.66	3.86	4.01	4.18	4.35	26
22	2.83	3.72	3.91	4.06	4.21	4.39	27
23	2.86	3.76	3.96	4.08	4.24	4.41	28
24	2.91	3.80	3.99	4.11	4.26	4.43	29
etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.	etc.

tabla 1

⁵ Maclean Joseph B., "El Seguro de Vida", Editorial C.E.C.S.A., 9a. edición, 1982, Cap. 5, p. 92.

CAPITULO II

CONSTRUCCION DE LA TABLA SELECTA Y ULTIMA

A lo largo del presente trabajo se estará suponiendo que los efectos de selección dejan de ser de consideración después de aproximadamente 5 años, debido a esto, lo más práctico será juntar la tabla selecta con una tabla última, así que se procederá a construir ambas. Ahora bien, la metodología de construcción será consistente en las dos tablas, de tal forma que sean los datos mismos los que reflejen el periodo selecto y el resultado al perder los efectos de selección. Se comprenderá que la mortalidad dada por la tabla selecta irá creciendo, a paridad de edades, a medida que aumente la antigüedad de haber contratado el seguro, hasta alcanzar un máximo en la tabla última.

Bien, los pasos que a continuación se muestran son los que se hicieron para construir cada curva de probabilidad de muerte, tanto en el periodo selecto, como en la tabla última.

I Recopilacion de Datos

Las compañías de seguros presentan anualmente a consideración de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas información relativa a certificados en vigor a edad alcanzada al 31 de diciembre y siniestros ocurridos en el transcurso del año. Esta información se presenta tanto para asegurados que estén en el primero, segundo, tercero, cuarto, quinto, sexto o más año de haber contratado su seguro.

Para que la información reflejara en lo más posible el impacto de la mortalidad en el mercado mexicano, se decidió tomar la experiencia de seis años consecutivos, i.e. el periodo que comprende desde la declaración de 1983 a la de 1988.

Se define la siguiente notación que se usará en adelante :

Expuestos a edad alcanzada : E_n^t

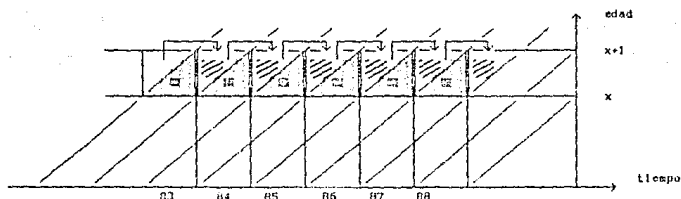
Mortalidad ocurrida durante el año : θ_n^t

$$\begin{aligned} \text{con : } t &= 83, \dots, 88 \\ x &= 12, \dots, 100 \\ n &= 1, 2, \dots, 6+ \end{aligned}$$

n denota el año de antigüedad en que se encuentra el asegurado, por lo que si $n = 2$, de esta información se calculará la curva de mortalidad correspondiente al segundo año y si $n=6^+$ de esta información se calculará la tabla última.

Podremos tener un concepto visual de cómo está distribuida nuestra información en el siguiente diagrama de Lexis :

antigüedad : n



$$\begin{aligned} \square & \quad 1^{\text{era}} \quad \frac{1}{2} \text{ de } {}_n \theta_x^t \quad \parallel \quad E_x^t \text{ al 31 de Diciembre de año } t \\ \text{///} & \quad 2^{\text{a}} \quad \frac{1}{2} \text{ de } {}_n \theta_x^t \end{aligned}$$

Se considerarán dos supuestos muy importantes en la elaboración de esta tabla :

a. La mortalidad se distribuye de manera *uniforme* durante el año.

b. El comportamiento de la mortalidad es *estable* durante el tiempo, i.e. durante el periodo de observación 83-88 no hubo gran diferencia en el número de muertes para personas de edad alcanzada x de un año al siguiente.

Bajo estos dos supuestos, podemos desfasar los periodos de muerte $\frac{1}{2}$ año⁶, para que de esta forma podamos obtener tasas centrales crudas de mortalidad, que se denotarán como :

$$m_{n,x}^t = \frac{\theta_{n,x}^t}{E_{n,x}^t} \quad \begin{array}{l} \text{para } t = 63, \dots, 88 \\ x = 12, \dots, 100 \\ n = 1, 2, \dots, 6+ \end{array}$$

Nótase que ésto es posible de la recopilación directa de la información, ya que los $E_{n,x}^t$ representan los años-persona vividos entre las edades exactas x y $x+1$ que son las mismas personas vivas a edad cumplida x años.

⁶ Nina Valdez Alejandro, "Elaboración y utilidad de la tabla abreviada de mortalidad", Vinculos Matematicos, Publicaciones del Departamento de Matematicas, Facultad de CIENCIAS, UNAM., 1987, p. 21.

II Obtencion de las tasas crudas

Como se notó en la gráfica anterior, de la información proporcionada por las compañías de seguros, se obtiene al número de asegurados vivos a edad x que no han cumplido la edad $x+1$, en esta virtud los índices de mortalidad que resultan corresponden a tasas centrales crudas; ahora, si se considera la experiencia 83 - 88 en conjunto y se analiza cómo se comportó la mortalidad en este lapso de tiempo, se tendrá antes de hacer el análisis, que definir la siguiente notación :

$$\theta_{n\ x} = \sum_{t=83}^{88} \theta_{n\ x}^t \quad \text{y} \quad E_{n\ x} = \sum_{t=83}^{88} E_{n\ x}^t \quad \begin{array}{l} x = 12, \dots, 100 \\ n = 1, 2, \dots, 6^* \end{array}$$

Así tendremos las tasas centrales crudas de la experiencia denotada por :

$$m_{n\ x} = \frac{\theta_{n\ x}}{E_{n\ x}} \quad \begin{array}{l} x = 12, \dots, 100 \\ n = 1, 2, \dots, 6^* \end{array}$$

Los resultados del cálculo de estas tasas crudas se observan en los cuadros # 1, y el comportamiento de las tasas crudas se observa en las gráficas # 2.

Nótese las terribles fluctuaciones que presentan las gráficas. Estas deberán desaparecer mediante los procedimientos siguientes; de tal forma que se obtenga una curva suave, pero que al mismo tiempo guarde fidelidad con los datos.

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 1

x	Ex	θx	mx
12	352154	27	0.000077
13	23439	4	0.000171
14	20696	5	0.000242
15	57147	18	0.000315
16	35074	12	0.000342
17	36210	21	0.000580
18	55168	24	0.000435
19	62512	25	0.000400
20	86863	40	0.000460
21	95481	42	0.000440
22	106070	49	0.000462
23	118988	95	0.000798
24	136732	99	0.000651
25	139375	92	0.000660
26	144779	86	0.000594
27	149449	109	0.000729
28	152267	122	0.000801
29	152514	123	0.000806
30	152452	116	0.000761
31	146839	129	0.000879
32	143923	106	0.000737
33	139725	122	0.000873
34	131752	133	0.001009
35	127196	123	0.000967
36	120021	123	0.001025
37	112991	109	0.000965
38	106530	150	0.001408
39	98279	123	0.001252
40	91467	153	0.001673
41	82859	121	0.001460
42	75377	95	0.001260
43	67601	79	0.001169
44	61923	87	0.001405
45	55756	79	0.001417
46	49108	97	0.001975
47	43072	64	0.001486
48	39118	70	0.001789
49	33989	48	0.001412
50	30100	67	0.002226
51	24802	67	0.002701
52	21632	53	0.002450
53	19082	57	0.002987
54	16833	41	0.002436
55	13865	65	0.004688
56	11649	41	0.003520
57	10252	39	0.003804
58	9007	30	0.003331
59	7298	33	0.004522

Cálculo de tasas crudas para asegurados de primer año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 1

x	Ex	θx	mx
60	6196	30	0.004842
61	4819	25	0.005188
62	4048	20	0.004941
63	3439	27	0.007851
64	3180	16	0.005031
65	2443	16	0.006549
66	1847	19	0.010287
67	1433	11	0.007650
68	1167	21	0.017995
69	985	12	0.012183
70	620	8	0.012903
71	334	11	0.032934
72	254	4	0.015748
73	193	6	0.031088
74	156	3	0.019231
75	115	3	0.026087
76	89	5	0.056180
77	101	5	0.049505
78	40	2	0.050000
79	51	3	0.058824
80	37	0	0.000000
81	18	2	0.111111
82	13	0	0.000000
83	12	0	0.000000
84	6	2	0.333333
85	16	0	0.000000
86	7	0	0.000000
87	1	0	0.000000
88	0	0	-
89	0	0	-
90	0	0	-
91	0	0	-
92	0	0	-
93	1	0	0.000000
94	0	0	-
95	0	0	-
96	0	0	-
97	0	0	-
98	0	0	-
99	0	0	-
100	0	0	-
	4001042	3854	

CUADRO # 1.1

Total de información recopilada para personas que estén en el primer año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 2

x	Ex	θx	m _x
12	160478	18	0.000112
13	40435	1	0.000025
14	12920	3	0.000232
15	16790	1	0.000060
16	23066	11	0.000477
17	15043	4	0.000266
18	19152	7	0.000365
19	23291	17	0.000730
20	30997	21	0.000677
21	47248	22	0.000466
22	53093	56	0.001055
23	59856	53	0.000885
24	68468	58	0.000847
25	77272	73	0.000945
26	79790	82	0.001028
27	84158	71	0.000844
28	87015	85	0.000977
29	88517	104	0.001175
30	89951	97	0.001078
31	90096	93	0.001032
32	87638	96	0.001095
33	86000	89	0.001035
34	83149	100	0.001203
35	80722	98	0.001214
36	76929	109	0.001417
37	72260	89	0.001232
38	67893	90	0.001326
39	64735	80	0.001236
40	59844	103	0.001721
41	53560	98	0.001830
42	48045	85	0.001769
43	43470	73	0.001679
44	39328	79	0.002009
45	35477	87	0.002452
46	31577	74	0.002343
47	28701	67	0.002334
48	24916	65	0.002609
49	22131	60	0.002711
50	19413	64	0.003297
51	17202	60	0.003488
52	13937	51	0.003659
53	11828	43	0.003635
54	10526	60	0.005700
55	9412	45	0.004781
56	7901	61	0.007721
57	6437	43	0.006680
58	5670	39	0.006878
59	4837	42	0.008683

Cálculo de tasas crudas para asegurados de segundo año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 2

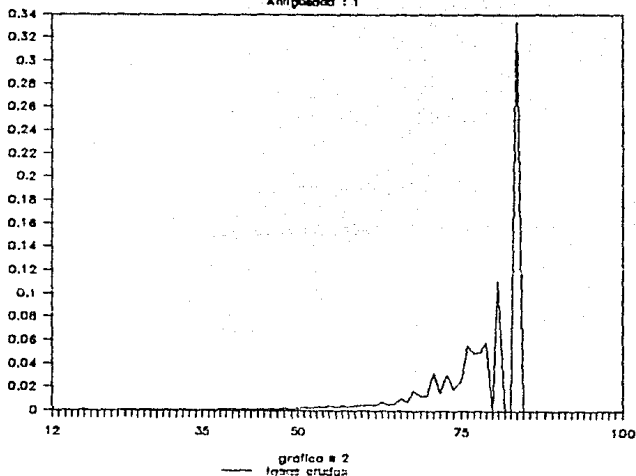
x	Ex	Ex	mx
60	4036	21	0.005203
61	3495	26	0.007439
62	2804	30	0.010699
63	2302	27	0.011729
64	2152	20	0.009294
65	1739	23	0.013226
66	1337	12	0.008975
67	1211	13	0.010735
68	885	11	0.012429
69	753	12	0.015936
70	572	15	0.026224
71	444	6	0.013514
72	262	5	0.019084
73	154	3	0.019481
74	132	6	0.045455
75	111	2	0.018018
76	86	2	0.023256
77	64	6	0.091750
78	51	0	0.000000
79	50	2	0.040000
80	32	1	0.031250
81	26	2	0.076923
82	9	0	0.000000
83	6	1	0.166667
84	15	0	0.000000
85	2	1	0.500000
86	8	4	0.500000
87	0	0	-
88	0	0	-
89	2	1	0.500000
90	1	0	0.000000
91	1	0	0.000000
92	0	0	-
93	0	0	-
94	0	0	-
95	0	0	-
96	0	0	-
97	0	0	-
98	0	0	-
99	0	0	-
100	0	0	-
	2303916	3179	

CUADRO # 1.2

Total de información recopilada para personas que estén en el segundo año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

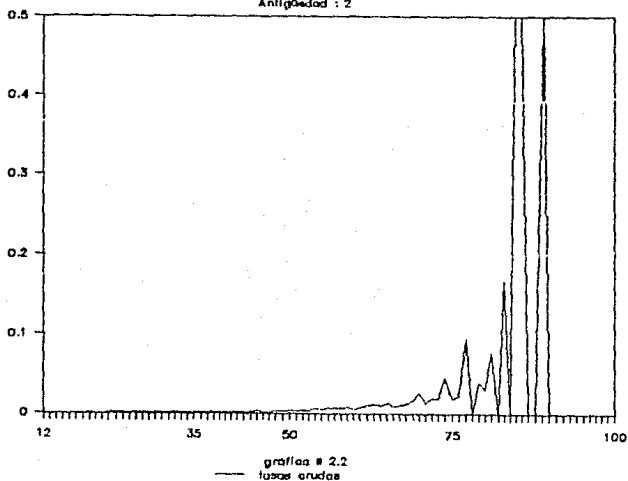
Tasas Centrales de Mortalidad Crudas

Antigüedad : 1



TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD CRUDAS

Antigüedad : 2



TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 3

x	Ex	θx	mx
12	72657	6	0.000083
13	5407	0	0.000000
14	12974	0	0.000000
15	8378	2	0.000239
16	5451	2	0.000367
17	11935	9	0.000754
18	8347	4	0.000479
19	9141	6	0.000656
20	14094	6	0.000426
21	18513	15	0.000810
22	30007	26	0.000866
23	37792	21	0.000556
24	42748	39	0.000912
25	47506	45	0.000947
26	53049	49	0.000924
27	53766	61	0.001135
28	56396	58	0.001028
29	58433	67	0.001147
30	60097	45	0.000749
31	60382	62	0.001027
32	59915	74	0.001235
33	58981	80	0.001356
34	57517	65	0.001130
35	55641	74	0.001330
36	53244	53	0.000995
37	51074	79	0.001547
38	48536	74	0.001525
39	45083	92	0.002041
40	42774	72	0.001683
41	38945	78	0.002003
42	35581	80	0.002248
43	32341	56	0.001732
44	28691	67	0.002335
45	26223	70	0.002669
46	23243	72	0.003098
47	20967	69	0.003291
48	18682	53	0.002837
49	15980	59	0.003692
50	14123	42	0.002974
51	12392	35	0.002824
52	10770	48	0.004457
53	8802	34	0.003863
54	7391	41	0.005547
55	6601	33	0.004999
56	5714	54	0.009450
57	5012	63	0.012570
58	3958	20	0.005053
59	3318	22	0.006631

Cálculo de tasas crudas para asegurados de tercer año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 3

x	Ex	0x	mx
60	2966	23	0.007755
61	2474	17	0.006871
62	2173	18	0.008283
63	1530	20	0.013072
64	1236	5	0.004045
65	902	12	0.013304
66	787	6	0.007624
67	598	9	0.015050
68	449	7	0.015590
69	371	3	0.008086
70	293	4	0.013652
71	271	7	0.025830
72	209	4	0.019139
73	130	2	0.015385
74	88	2	0.022727
75	73	2	0.025641
76	72	7	0.097222
77	60	2	0.033333
78	55	5	0.090909
79	22	1	0.045455
80	25	3	0.120000
81	32	4	0.125000
82	26	0	0.000000
83	5	0	0.000000
84	5	0	0.000000
85	8	0	0.000000
86	2	1	0.500000
87	3	0	0.000000
88	1	0	0.000000
89	0	0	-
90	0	0	-
91	1	0	0.000000
92	1	0	0.000000
93	0	0	-
94	0	0	-
95	0	0	-
96	1	0	0.000000
97	0	0	-
98	0	0	-
99	0	0	-
100	0	0	-
1473446		2346	

CUADRO # 1.3

Total de información recopilada para personas que estén en el tercer año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 4

x	Ex	qx	mx
12	29037	8	0.000276
13	2671	0	0.000000
14	2909	0	0.000000
15	6730	1	0.000149
16	3026	0	0.000000
17	3233	3	0.000928
18	7476	1	0.000134
19	5226	2	0.000383
20	5983	4	0.000669
21	7891	9	0.001141
22	12734	8	0.000625
23	22137	13	0.000587
24	30073	32	0.001064
25	33578	34	0.001013
26	37120	34	0.000916
27	40296	49	0.001216
28	40993	36	0.000878
29	42765	47	0.001099
30	43535	54	0.001240
31	44698	46	0.001029
32	45233	47	0.001039
33	45024	43	0.000955
34	44954	56	0.001246
35	43394	54	0.001244
36	41886	50	0.001194
37	40446	55	0.001360
38	38548	81	0.002101
39	36596	58	0.001585
40	33580	65	0.001936
41	31896	57	0.001787
42	29405	56	0.001704
43	27050	66	0.002440
44	24583	77	0.003132
45	21345	53	0.002483
46	19405	60	0.003092
47	17623	45	0.002553
48	15963	65	0.004072
49	13979	70	0.005008
50	11960	42	0.003512
51	10389	44	0.004235
52	9326	40	0.004289
53	8436	51	0.006046
54	6826	34	0.004981
55	5737	36	0.006275
56	5190	39	0.007514
57	4603	44	0.009559
58	3872	47	0.012138
59	3115	25	0.008026

Cálculo de tasas crudas para asegurados de cuarto año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 4

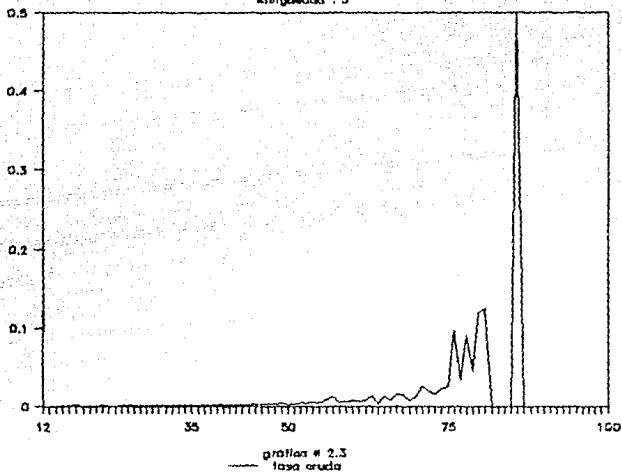
x	Ex	0x	mx
60	2720	28	0.010294
61	2332	17	0.007290
62	2078	23	0.011068
63	1650	18	0.010909
64	1191	19	0.015953
65	994	15	0.015091
66	746	7	0.009383
67	630	6	0.009524
68	511	11	0.021526
69	440	10	0.022727
70	354	6	0.016949
71	352	7	0.019886
72	331	7	0.021148
73	263	4	0.015209
74	161	5	0.031056
75	176	2	0.011364
76	111	5	0.045045
77	105	0	0.000000
78	91	0	0.000000
79	75	4	0.053333
80	55	1	0.018182
81	49	1	0.020408
82	43	1	0.023256
83	28	0	0.000000
84	33	0	0.000000
85	40	0	0.000000
86	7	0	0.000000
87	1	1	1.000000
88	2	0	0.000000
89	0	1	-
90	1	0	0.000000
91	1	0	0.000000
92	0	0	-
93	1	0	0.000000
94	0	0	-
95	0	0	-
96	1	0	0.000000
97	0	0	-
98	0	0	-
99	0	0	-
100	0	0	-
	1078048	2040	

CUADRO # 1.4

Total de información recopilada para personas que estén en el cuarto año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

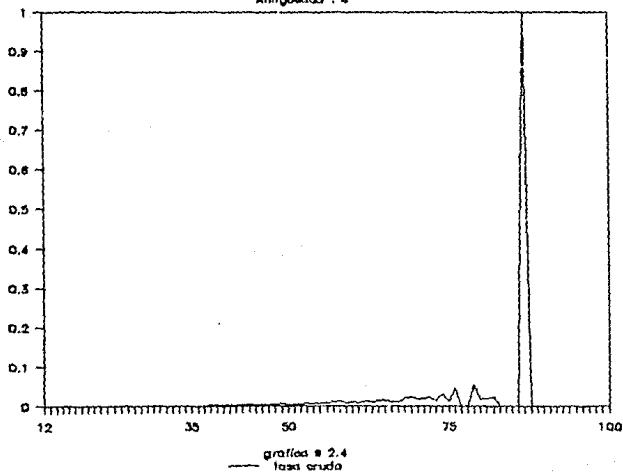
TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD CRUDAS

Antigüedad : 5



TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD CRUDAS

Antigüedad : 4



TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 5

x	Ex	θx	mx
12	9037	2	0.000221
13	1008	0	0.000000
14	1077	0	0.000000
15	2543	0	0.000000
16	2104	0	0.000000
17	1734	1	0.000577
18	2050	0	0.000000
19	4669	2	0.000428
20	3365	3	0.000892
21	3990	3	0.000752
22	5360	4	0.000746
23	9073	8	0.000882
24	16987	9	0.000530
25	23292	14	0.000601
26	25395	16	0.000630
27	27167	31	0.001141
28	29270	35	0.001196
29	30138	28	0.000929
30	30845	45	0.001459
31	31425	45	0.001432
32	32593	35	0.001074
33	32634	47	0.001440
34	32327	39	0.001206
35	32100	35	0.001090
36	31432	39	0.001241
37	30611	48	0.001568
38	29092	61	0.002097
39	27625	63	0.002281
40	25916	62	0.002392
41	23817	54	0.002267
42	22753	44	0.001934
43	20840	64	0.003071
44	19414	62	0.003194
45	17522	60	0.003424
46	14893	63	0.004230
47	13682	51	0.003728
48	12405	45	0.003628
49	11078	56	0.005055
50	9730	47	0.004830
51	8229	35	0.004253
52	7069	37	0.005234
53	6267	55	0.008776
54	5498	47	0.008549
55	4702	23	0.004892
56	4144	29	0.006998
57	3638	25	0.006872
58	3182	23	0.007228
59	2723	54	0.019831

Cálculo de tasas crudas para asegurados de quinto año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 5

x	Ex	0x	mx
60	2234	26	0.011638
61	1925	12	0.006234
62	1701	24	0.014109
63	1432	21	0.014665
64	1198	22	0.018364
65	855	18	0.021053
66	637	15	0.023548
67	481	9	0.018711
68	412	11	0.026599
69	374	11	0.029412
70	309	11	0.035599
71	262	10	0.038168
72	221	6	0.027149
73	190	5	0.026316
74	186	12	0.064516
75	99	3	0.030303
76	65	7	0.107692
77	56	1	0.017857
78	52	1	0.019231
79	51	1	0.019608
80	37	0	0.000000
81	25	1	0.040000
82	24	1	0.041667
83	18	2	0.111111
84	10	0	0.000000
85	4	0	0.000000
86	5	0	0.000000
87	3	0	0.000000
88	1	0	0.000000
89	0	0	-
90	0	0	-
91	0	0	-
92	0	0	-
93	0	0	-
94	0	0	-
95	0	0	-
96	0	0	-
97	0	0	-
98	0	0	-
99	0	0	-
100	0	0	-
	759312	1779	

CUADRO # 1.5

Total de información recopilada para personas que estén en el quinto año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 6⁺

x	Ex	θx	mx
12	6793	7	0.001030
13	2073	3	0.001447
14	1435	1	0.000697
15	1024	2	0.001953
16	3897	0	0.000000
17	2729	0	0.000000
18	2546	5	0.001964
19	3359	5	0.001489
20	5238	3	0.000573
21	6463	3	0.000454
22	5761	6	0.001041
23	9053	11	0.001215
24	14520	21	0.001446
25	25286	11	0.000435
26	39222	30	0.000765
27	54805	46	0.000839
28	66230	46	0.000695
29	78880	66	0.000837
30	91267	82	0.000898
31	103884	100	0.000963
32	112259	118	0.001051
33	120884	121	0.001001
34	126303	123	0.000974
35	132082	157	0.001189
36	140323	155	0.001105
37	142035	163	0.001148
38	142972	172	0.001203
39	140802	172	0.001222
40	136860	243	0.001776
41	132079	194	0.001469
42	127403	267	0.002096
43	123065	296	0.002405
44	118931	349	0.002934
45	112659	313	0.002778
46	106295	327	0.003076
47	98952	370	0.003739
48	93857	345	0.003676
49	87547	306	0.003495
50	81916	338	0.004126
51	76646	366	0.004775
52	70335	313	0.004450
53	64627	370	0.005725
54	58164	361	0.006207
55	53984	341	0.006317
56	49399	323	0.006539
57	44539	337	0.007566
58	41107	295	0.007176
59	36478	326	0.008937

Cálculo de tasas crudas para asegurados de sexto⁺ año

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD (CRUDAS)

ANTIGÜEDAD : 6⁺

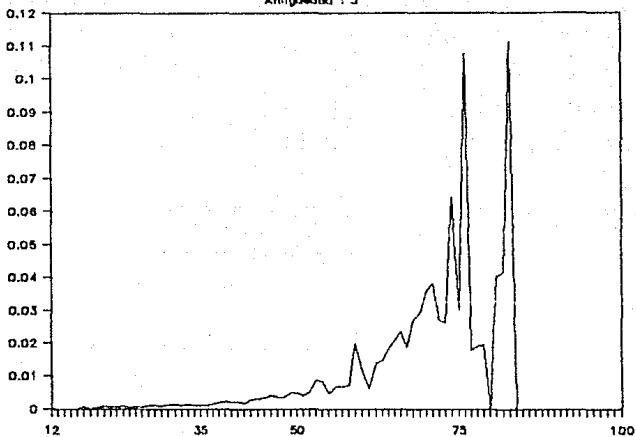
x	Ex	θx	mx
60	34616	356	0.010284
61	32364	308	0.009517
62	29295	275	0.009387
63	26820	297	0.011074
64	23866	234	0.009805
65	21376	253	0.011836
66	18777	245	0.013048
67	15956	189	0.011845
68	14615	204	0.013958
69	13258	210	0.015839
70	11899	183	0.015379
71	10817	202	0.018674
72	10069	204	0.020260
73	9464	171	0.018068
74	8692	193	0.022204
75	7890	169	0.021420
76	7125	120	0.016842
77	6250	115	0.018400
78	5699	132	0.023162
79	5249	121	0.023052
80	4454	102	0.022901
81	3924	124	0.031600
82	3520	82	0.023295
83	3180	71	0.022327
84	2674	95	0.035527
85	2120	70	0.033019
86	5146	140	0.027206
87	904	35	0.038717
88	711	19	0.026723
89	604	35	0.057947
90	526	26	0.049430
91	481	11	0.022869
92	378	7	0.018519
93	266	17	0.063910
94	230	13	0.056522
95	146	8	0.054795
96	132	4	0.030303
97	85	5	0.058824
98	50	2	0.040000
99	55	1	0.018182
100	28	13	0.464286
	3640679	13063	

CUADRO # 1.6

Total de información recopilada para personas que estén en el sexto año de haber contratado su seguro y cálculo de las tasas crudas para cada edad.

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD CRUDAS

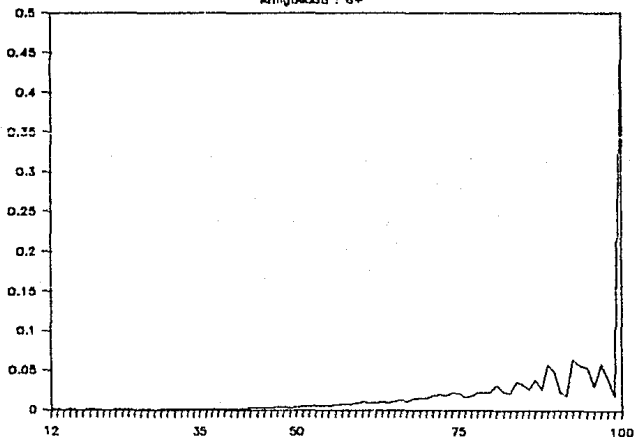
Antigüedad : 5



gráfica # 2.5
tasa cruda

TASAS CENTRALES DE MORTALIDAD CRUDAS

Antigüedad : 8+



gráfica # 2.6
tasa cruda

III Suavizamiento

Un método eficaz para suavizar una curva con las características ya observadas en las gráficas #2, es la de calcular tasas quinquenales. Con ésto se logra un suavizamiento inmediato y proporciona mayor volúmen de información por cada intervalo de edades⁷. Se hizo una excepción en el primer intervalo, el cual constará de 8 edades $x = 12, 13, 14, \dots, 19$ Para los demás intervalos se tomarán 5 edades consecutivas, formándose así un grupo de 8 edades y 16 de 5 edades, más la edad aislada $x = 100$. De esta forma obtendremos nuevas tasas centrales de mortalidad, si denotamos a:

$${}_n E_z = \sum_{x=z-2}^{z+2} {}_n E_x \quad \text{con} \quad z = 22+5k \quad \text{donde} \quad k = 0, \dots, 15 \\ n = 1, 2, \dots, 6+$$

y del primer grupo de 8 años consecutivos

$${}_n E_{15} = \sum_{x=12}^{19} E_x \quad n = 1, 2, \dots, 6+$$

y análogamente a :

$${}_n \theta_z = \sum_{x=z-2}^{z+2} \theta_x \quad \text{con} \quad z = 22+5k \quad \text{donde} \quad k = 0, \dots, 15 \\ n = 1, 2, \dots, 6+$$

y del primer grupo de 8 años consecutivos

$${}_n \theta_{15} = \sum_{x=12}^{19} \theta_x \quad n = 1, 2, \dots, 6+$$

tendremos nuevas tasas centrales quinquenales de la forma :

$${}_n m_z = \frac{{}_n \theta_z}{{}_n E_z} \quad \text{con} \quad z = 22+5k \quad \text{donde} \quad k = 0, \dots, 15 \\ n = 1, 2, \dots, 6+$$

⁷ Domínguez López Mario, Alatorre Salgado Rosa María, "Tabla de Mortalidad Seguro de Grupo", Notas de trabajo, Comisión Nacional de Banca y de Seguros

y una tasa central que abarca 8 años consecutivos

$$m_{n-15} = \frac{\theta}{\sum_{n-15}^{n+15}} \quad n = 1, 2, \dots, 6+$$

Los resultados se aprecian en los cuadros # 2, y las gráficas de estos resultados son las # 3a y # 3b.

Como se puede observar en las gráficas # 3a, lo que se tiene son tasas centrales m_{n-z} para diferentes grupos de edades quinquenales y un grupo que encierra 8 edades ; $z = 15, 22+5k$ con $k = 0, \dots, 15$ y $n = 1, 2, \dots, 6+$

Ahora bien, al analizar visualmente la tendencia de dichas m_{n-z} a través de las edades, es claro que su comportamiento es exponencial, así que se aprovecha a las m_{n-z} como puntos pivote, y con éstos se construirá la mejor curva exponencial que se ajuste a ellos aplicándose así un método gráfico de ajuste a las tablas⁸.

Como mejor curva exponencial se entenderá la que minimice la suma de los errores cuadráticos que se producen al formar la diferencia entre los pivotes m_{n-z} y la curva, al cuadrado.

$$z = 15, 22+5k \quad k = 0, \dots, 15$$

$$n = 1, 2, \dots, 6+$$

Si se hace una regresión exponencial tomando la siguiente muestra :

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$x_i = z_i$	15	22	27	32	37	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87	92	97	100
$i = m_{n-z}$	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6	Y_7	Y_8	Y_9	Y_{10}	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{16}	Y_{17}	Y_{18}

Se construirá la curva : $y = a e^{bx}$ ⁹

⁸ Gonzalez Gale Jose, "Elementos de Cálculo Actuarial", Editorial El Ateneo, 1919, cap. 7, p. 78.

⁹ Koroliuk V.S., "Manual de la teoría de probabilidades y estadística matemática", Editorial MIR-Moscu, 1981, Cap 23, p. 515

$$b = \frac{\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum \ln y_i}{\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2}$$

$$a = \exp \left[\frac{\sum \ln y_i}{n} - b \frac{\sum x_i}{n} \right] \quad n = 18$$

$$r^2 = \frac{(\sum x_i \ln y_i - \frac{1}{n} \sum x_i \sum \ln y_i)^2}{[\sum x_i^2 - \frac{1}{n} (\sum x_i)^2] [\sum (\ln y_i)^2 - \frac{1}{n} (\sum \ln y_i)^2]}$$

donde r^2 es el coeficiente de determinación :

$$r^2 = \frac{\text{variabilidad de las y's explicada por el modelo}}{\text{variabilidad total de las y's}}$$

= porcentaje de variabilidad de las y's explicada por el modelo de regresión

Una vez hecha la regresión exponencial, tenemos los siguientes resultados :

Antigüedad n	1	2	3	4	5	6+
coef. b_n	.0769	.0845	.0778	.0638	.0780	.0627
coef. a_n	.0001	.0001	.0001	.0002	.0001	.0002
coef. r_n^2	.9621	.9246	.9735	.9602	.9802	.9174

Al ver los coeficientes de determinación tan elevados, se podrá suponer que las curvas explican razonablemente bien el comportamiento de las tasas centrales n_m $z = 15,22+5k$ $k = 0, \dots, 16$ $n = 1, \dots, 6^+$

Así pues, se procedió a aplicar la curva $f(x) = a_n e^{bx}$ para toda $x = 12, \dots, 100$ obteniendo así valores para las tasas centrales de mortalidad n_x a partir de la curva exponencial ya calculada. Una vez obtenidas las tasas se hace el último cálculo para obtener las probabilidades de muerte q_x $\forall x$, ya que éstas dependen directamente de dichas tasas centrales. la fórmula será:

$${}_n q_x = \frac{2 m_x}{2 + m_x}$$

Demostración :

La tasa central de mortalidad, según se dedujo es de la forma :

$m_x = \frac{\theta}{n - x}$ bajo los supuestos de uniformidad y estabilidad para toda curva m_x con $n = 1, \dots, 6+$ y $x = 12, \dots, 100$ se cumplirá que

$$m_x = \frac{d_x}{L_x} = \frac{d_x}{l_x - \frac{1}{2} d_x} = \frac{q_x}{1 - \frac{1}{2} q_x} = \frac{2 q_x}{2 - q_x}$$

$$\therefore m_x = \frac{2 q_x}{2 - q_x} \quad \text{ " } \quad q_x = \frac{2 m_x}{2 + m_x}$$

De esta forma se obtienen 6 curvas con trazo limpio y suelto para explicar la probabilidad de muerte para todas las edades, según el año de antigüedad de contratado el seguro, para la experiencia mexicana 83 - 88.

Los resultados se observan en las tablas # 3 y la gráfica # 4 .

III SUAVIZAMIENTO

TABLAS Y GRAFICAS

SUAVIZAMIENTO
 POR TASAS QUINQUENALES

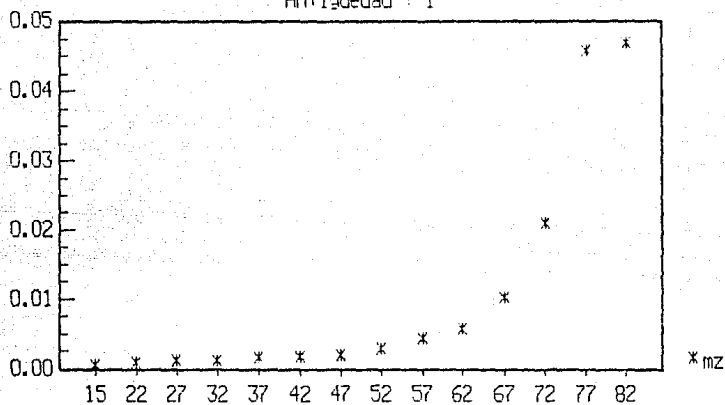
ANTIGÜEDAD : 1

z	Ez	θz	mz
15	642400	136	0.000211
22	544134	315	0.000578
27	738384	532	0.000720
32	714691	606	0.000847
37	565017	628	0.001111
42	379227	535	0.001410
47	221043	358	0.001619
52	112449	285	0.002534
57	52071	208	0.003994
62	21682	118	0.005442
67	7880	79	0.010025
72	1557	32	0.020552
77	396	19	0.045454
82	86	4	0.046511
87	24	0	0
92	1	0	0
97	0	0	-
100	0	0	-

CUADRO # 2.1

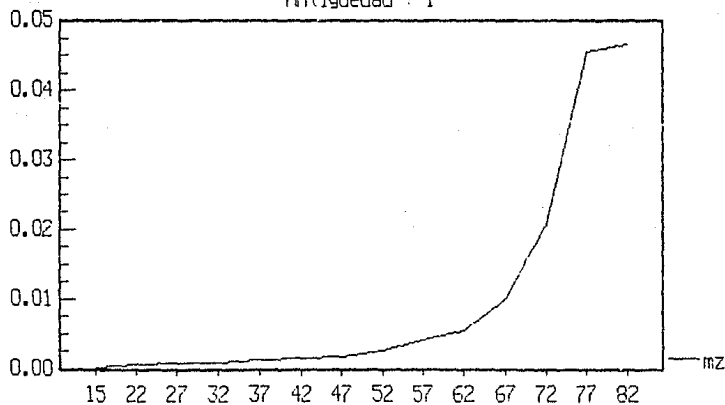
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el primer año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 1



gráfica # 3.1 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 1



gráfica # 3.1 b

SUAVIZAMIENTO
 POR TASAS QUINQUENALES

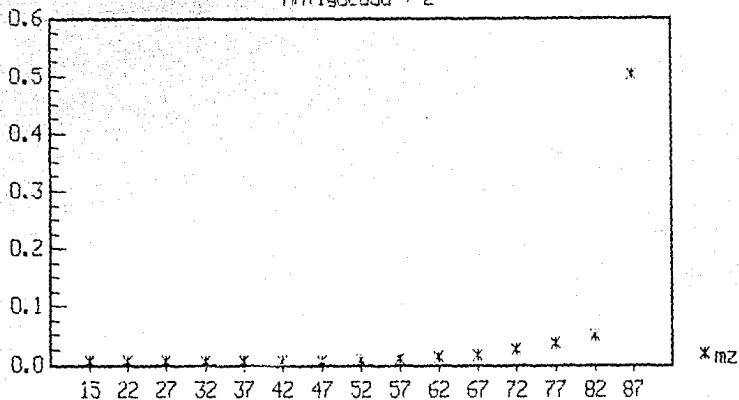
ANTIGÜEDAD : 2

z	Ez	θz	mz
15	311175	62	0.000199
22	259662	210	0.000808
27	416752	415	0.000995
32	436834	475	0.001087
37	362539	466	0.001285
42	244247	438	0.001793
47	142802	353	0.002471
52	72906	278	0.003813
57	34257	230	0.006713
62	14789	124	0.008384
67	5925	71	0.011983
72	1564	35	0.022378
77	362	12	0.033149
82	88	4	0.045454
87	12	6	0.5
92	2	0	0
97	0	0	-
100	0	0	-

CUADRO # 2.2

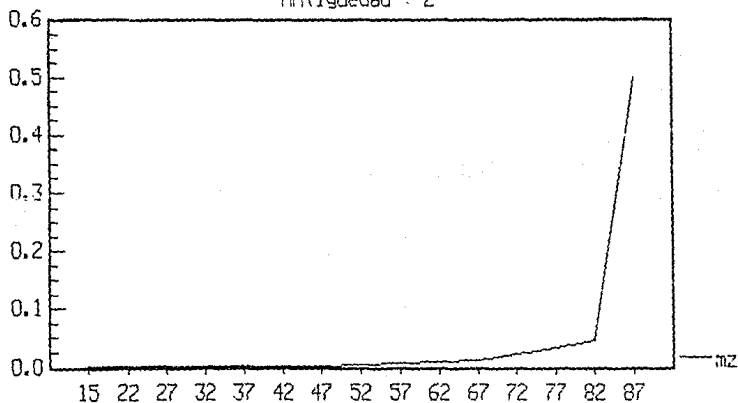
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el segundo año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 2



gráfica # 3.2 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 2



gráfica # 3.2 b

SUAVIZAMIENTO
TASAS QUINQUENALES

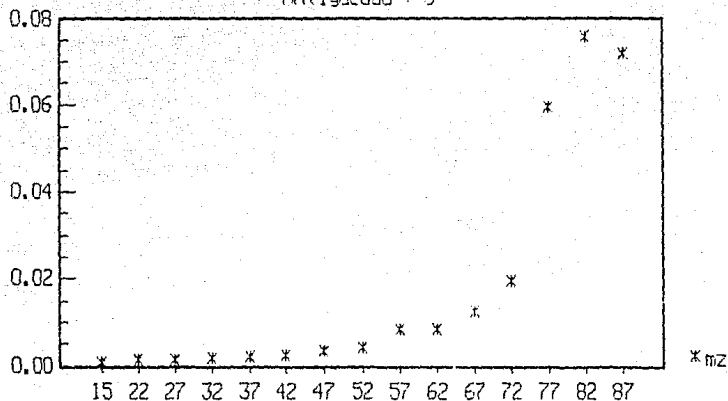
ANTIGÜEDAD : 3

z	Ez	θz	mz
15	134290	29	0.000215
22	143154	107	0.000747
27	269150	280	0.001040
32	296892	326	0.001098
37	253578	372	0.001467
42	178332	353	0.001979
47	105095	323	0.003073
52	53478	200	0.003739
57	24603	192	0.007803
62	10379	83	0.007996
67	3107	37	0.011908
72	991	19	0.019172
77	227	17	0.059233
82	93	7	0.075268
87	14	1	0.071428
92	2	0	0
97	1	0	0
100	0	0	-

CUADRO # 2.3

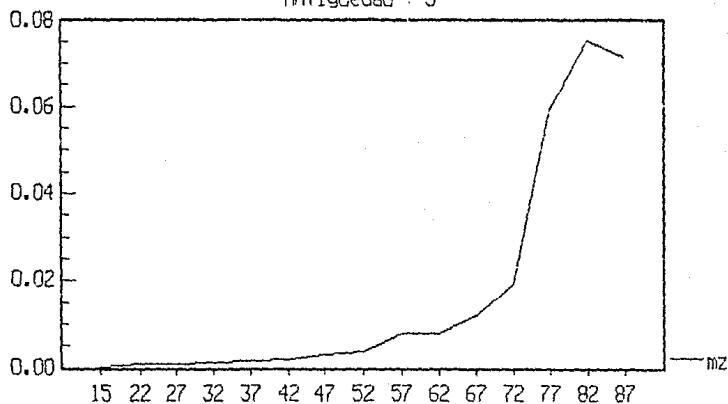
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el tercer año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 3



gráfica # 3.3 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 3



gráfica # 3.3 b

SUAVIZAMIENTO
TASAS CENTRALES QUINQUENALES

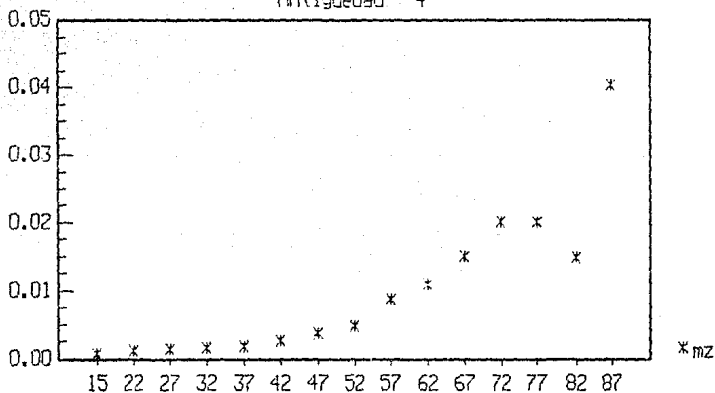
ANTIGÜEDAD : 4

z	Ez	θz	mz
15	60308	15	0.000248
22	78818	66	0.000837
27	194752	200	0.001026
32	223444	246	0.001100
37	200870	298	0.001483
42	146514	321	0.002190
47	88315	293	0.003317
52	46937	211	0.004495
57	22517	191	0.008482
62	9971	105	0.010530
67	3321	49	0.014754
72	1461	29	0.019849
77	558	11	0.019713
82	208	3	0.014423
87	50	2	0.04
92	3	0	0
97	1	0	0
100	0	0	-

CUADRO # 2.4

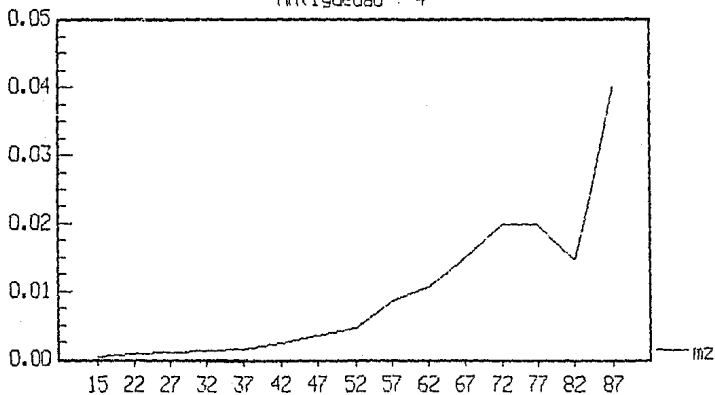
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el cuarto año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 4



gráfica # 3.4 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 4



gráfica # 3.4 b

SUAVIZAMIENTO
 POR TASAS QUINQUENALES

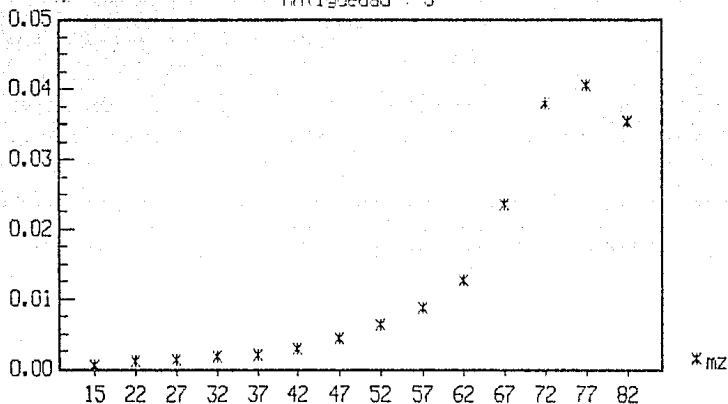
ANTIGÜEDAD : 5

z	Ez	θz	mz
15	24222	5	0.000206
22	38775	27	0.000696
27	135262	124	0.000916
32	159824	211	0.001320
37	150860	246	0.001630
42	112740	286	0.002536
47	69580	275	0.003952
52	36793	221	0.006006
57	18389	154	0.008374
62	8490	105	0.012367
67	2759	64	0.023196
72	1168	44	0.037671
77	323	13	0.040247
82	114	4	0.035087
87	13	0	0
92	0	0	-
97	0	0	-
100	0	0	-

CUADRO # 2.5

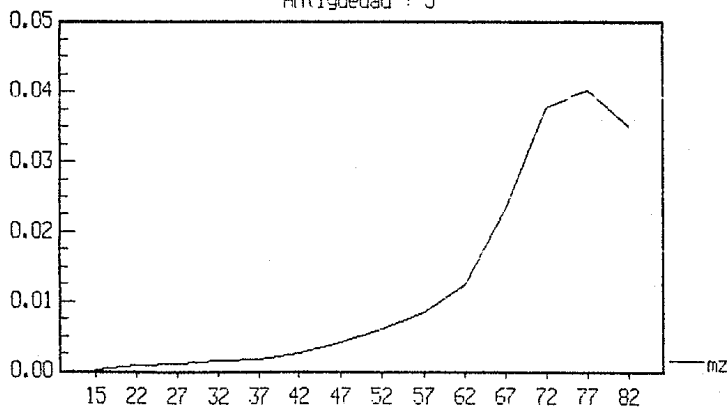
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el quinto año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 5



gráfica # 3.5 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 5



gráfica # 3.5 b

SUAVIZAMIENTO
TASAS CENTRALES QUINQUENALES

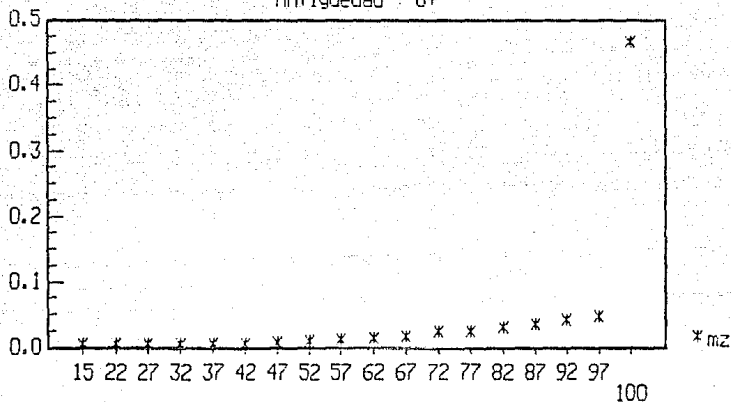
ANTIGÜEDAD : 6⁺

z	Ez	θz	mz
15	23856	23	0.000964
22	41035	44	0.001072
27	264423	199	0.000752
32	554597	544	0.000980
37	698214	819	0.001172
42	638338	1349	0.002113
47	499310	1661	0.003326
52	351688	1748	0.004970
57	225507	1622	0.007192
62	146961	1470	0.010002
67	83982	1101	0.013109
72	50941	953	0.018707
77	32213	657	0.020395
82	17752	474	0.026701
87	9485	299	0.031523
92	1881	74	0.039340
97	468	20	0.042735
100	28	13	0.464285

CUADRO # 2.6

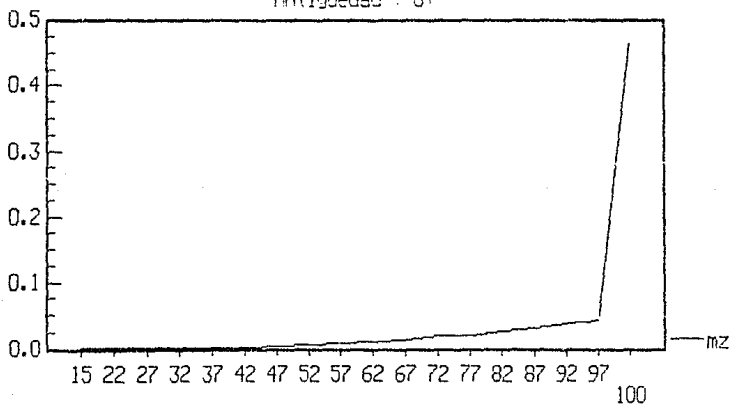
Resultados totales tomados por grupos quinquenales para personas que estén en el sexto⁺ año de haber contratado su seguro. Cálculo de las respectivas tasas quinquenales.

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 6+



gráfica # 3.6 a

Gráfica de las tasas centrales de mortalidad por periodos quinquenales
Antigüedad : 6+



gráfica # 3.6 b

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 1

i	z	mz	ln(mz)	z ²	zln(mz)	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000211	-8.46031	225	-126.904	71.57687	1
2	22	0.000578	-7.45437	484	-163.996	55.56775	1
3	27	0.000720	-7.23557	729	-195.360	52.35355	1
4	32	0.000847	-7.07272	1024	-226.327	50.02344	1
5	37	0.001111	-6.80207	1369	-251.676	46.26816	1
6	42	0.001410	-6.56362	1764	-275.672	43.08115	1
7	47	0.001619	-6.42557	2209	-302.002	41.28807	1
8	52	0.002534	-5.97776	2704	-310.843	35.73368	1
9	57	0.003994	-5.52282	3249	-314.801	30.50160	1
10	62	0.005442	-5.21355	3844	-323.240	27.18113	1
11	67	0.010025	-4.60263	4489	-308.376	21.18425	1
12	72	0.020552	-3.88478	5184	-279.704	15.09151	1
13	77	0.045454	-3.09104	5929	-238.010	9.554543	1
14	82	0.046511	-3.06805	6724	-251.580	9.412948	1
15	87	0					0
16	92	0					0
17	97	-					0
18	100	-					0
Totales	691		-81.3749	39927	-3568.49	508.8187	14

CUADRO # 5.1

Regresión Exponencial

b = 0.076949

a = 0.000067

r² = 0.962066

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el primer año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5

ANTIGÜEDAD : 1
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
12	0.000168	0.000168
13	0.000182	0.000182
14	0.000196	0.000196
15	0.000212	0.000212
16	0.000229	0.000229
17	0.000247	0.000247
18	0.000267	0.000267
19	0.000289	0.000289
20	0.000312	0.000312
21	0.000337	0.000337
22	0.000364	0.000364
23	0.000393	0.000393
24	0.000424	0.000424
25	0.000458	0.000458
26	0.000495	0.000495
27	0.000535	0.000535
28	0.000578	0.000577
29	0.000624	0.000624
30	0.000674	0.000673
31	0.000728	0.000727
32	0.000786	0.000786
33	0.000849	0.000848
34	0.000917	0.000916
35	0.000990	0.000990
36	0.001069	0.001069
37	0.001155	0.001154
38	0.001247	0.001246
39	0.001347	0.001346
40	0.001455	0.001454
41	0.001571	0.001570
42	0.001697	0.001696
43	0.001833	0.001831
44	0.001979	0.001977
45	0.002138	0.002135
46	0.002309	0.002306
47	0.002493	0.002490
48	0.002693	0.002689
49	0.002908	0.002904
50	0.003141	0.003136
51	0.003392	0.003387
52	0.003664	0.003657
53	0.003957	0.003949
54	0.004273	0.004264
55	0.004615	0.004605
56	0.004984	0.004972
57	0.005383	0.005369
58	0.005814	0.005797
59	0.006279	0.006259

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su primer año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 1
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
60	0.006781	0.006758
61	0.007324	0.007297
62	0.007909	0.007878
63	0.008542	0.008506
64	0.009225	0.009183
65	0.009963	0.009914
66	0.010760	0.010703
67	0.011621	0.011554
68	0.012551	0.012472
69	0.013555	0.013463
70	0.014639	0.014532
71	0.015810	0.015686
72	0.017074	0.016930
73	0.018440	0.018272
74	0.019915	0.019719
75	0.021508	0.021279
76	0.023229	0.022962
77	0.025087	0.024776
78	0.027093	0.026731
79	0.029260	0.028838
80	0.031601	0.031109
81	0.034129	0.033556
82	0.036858	0.036191
83	0.039807	0.039030
84	0.042991	0.042086
85	0.046430	0.045376
86	0.050143	0.048917
87	0.054154	0.052727
88	0.058486	0.056824
89	0.063164	0.061230
90	0.068216	0.065966
91	0.073673	0.071055
92	0.079566	0.076522
93	0.085930	0.082390
94	0.092803	0.088688
95	0.100227	0.095444
96	0.108243	0.102686
97	0.116902	0.110446
98	0.126252	0.118756
99	0.136351	0.127648
100	0.147257	0.137158

CUADRO # 6.1

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su primer año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 2

i	z	mz	ln(mz)	zln(mz)	z ²	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000199	-8.52097	-127.814	225	72.60703	1
2	22	0.000808	-7.12002	-156.640	484	50.69480	1
3	27	0.000995	-6.91196	-186.623	729	47.77530	1
4	32	0.001087	-6.82399	-218.367	1024	46.56689	1
5	37	0.001285	-6.65670	-246.297	1369	44.31167	1
6	42	0.001793	-6.32371	-265.596	1764	39.98938	1
7	47	0.002471	-6.00274	-282.129	2209	36.03296	1
8	52	0.003813	-5.56930	-289.603	2704	31.01715	1
9	57	0.006713	-5.00356	-285.203	3249	25.03568	1
10	62	0.008384	-4.78135	-296.444	3844	22.86137	1
11	67	0.011983	-4.42425	-296.425	4489	19.57404	1
12	72	0.022378	-3.79965	-273.575	5184	14.43736	1
13	77	0.033149	-3.40673	-262.318	5929	11.60586	1
14	82	0.045454	-3.09104	-253.465	6724	9.554543	1
15	87	0.5	-0.69314	-60.3038	7569	0.480453	1
16	92	0					0
17	97	-					0
18	100	-					0
Totales	778		-79.1291	-3500.80	47496	472.5445	15

CUADRO # 5.2

Regresión Exponencial

b = 0.084459

a = 0.000064

r² = 0.924589

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el segundo año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5

ANTIGÜEDAD : 2
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
12	0.000176	0.000176
13	0.000192	0.000191
14	0.000208	0.000208
15	0.000227	0.000227
16	0.000247	0.000247
17	0.000269	0.000269
18	0.000292	0.000292
19	0.000318	0.000318
20	0.000346	0.000346
21	0.000377	0.000377
22	0.000410	0.000410
23	0.000446	0.000446
24	0.000486	0.000486
25	0.000529	0.000528
26	0.000575	0.000575
27	0.000626	0.000626
28	0.000681	0.000681
29	0.000741	0.000741
30	0.000807	0.000806
31	0.000878	0.000877
32	0.000955	0.000955
33	0.001039	0.001039
34	0.001131	0.001130
35	0.001231	0.001230
36	0.001339	0.001338
37	0.001457	0.001456
38	0.001586	0.001584
39	0.001725	0.001724
40	0.001878	0.001876
41	0.002043	0.002041
42	0.002223	0.002221
43	0.002419	0.002416
44	0.002632	0.002629
45	0.002864	0.002860
46	0.003117	0.003112
47	0.003392	0.003386
48	0.003690	0.003684
49	0.004016	0.004008
50	0.004370	0.004360
51	0.004755	0.004744
52	0.005174	0.005161
53	0.005630	0.005614
54	0.006126	0.006107
55	0.006666	0.006644
56	0.007254	0.007227
57	0.007893	0.007862
58	0.008589	0.008552
59	0.009346	0.009302

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su segundo año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 2
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
60	0.010169	0.010118
61	0.011065	0.011005
62	0.012041	0.011969
63	0.013102	0.013017
64	0.014257	0.014156
65	0.015513	0.015394
66	0.016880	0.016739
67	0.018368	0.018201
68	0.019987	0.019789
69	0.021748	0.021514
70	0.023665	0.023388
71	0.025751	0.025423
72	0.028020	0.027633
73	0.030489	0.030032
74	0.033176	0.032635
75	0.036100	0.035460
76	0.039282	0.038525
77	0.042744	0.041849
78	0.046511	0.045454
79	0.050610	0.049361
80	0.055070	0.053594
81	0.059923	0.058180
82	0.065204	0.063146
83	0.070951	0.068520
84	0.077204	0.074334
85	0.084008	0.080621
86	0.091411	0.087416
87	0.099467	0.094755
88	0.108233	0.102677
89	0.117772	0.111222
90	0.128151	0.120434
91	0.139445	0.130356
92	0.151734	0.141034
93	0.165106	0.152515
94	0.179657	0.164849
95	0.195490	0.178083
96	0.212718	0.192269
97	0.231465	0.207455
98	0.251864	0.223694
99	0.274060	0.241032
100	0.298213	0.259517

CUADRO # 6.2

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su segundo año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 3

i	z	mz	ln(mz)	zln(mz)	z ²	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000215	-8.44046	-126.606	225	71.24138	1
2	22	0.000747	-7.19884	-158.374	484	51.82340	1
3	27	0.001040	-6.86823	-185.442	729	47.17264	1
4	32	0.001098	-6.81422	-218.055	1024	46.43368	1
5	37	0.001467	-6.52453	-241.407	1369	42.56952	1
6	42	0.001979	-6.22493	-261.447	1764	38.74980	1
7	47	0.003073	-5.78496	-271.893	2209	33.46585	1
8	52	0.003739	-5.58870	-290.612	2704	31.23366	1
9	57	0.007803	-4.85312	-276.628	3249	23.55285	1
10	62	0.007996	-4.82869	-299.379	3844	23.31633	1
11	67	0.011908	-4.43049	-296.843	4489	19.62928	1
12	72	0.019172	-3.95427	-284.707	5184	15.63629	1
13	77	0.059233	-2.82626	-217.622	5929	7.987795	1
14	82	0.075268	-2.58668	-212.108	6724	6.690961	1
15	87	0.071428	-2.63905	-229.597	7569	6.964623	1
16	92	0					0
17	97	0					0
18	100	-					0
Totales	778		-79.5635	-3570.72	47496	466.4681	15

CUADRO # 5.3

Regresión Exponencial

b = 0.077825

a = 0.000087

r² = 0.973541

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el tercer año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5

ANTIGÜEDAD : 3
 Despliegue por edades
 Según la Regresión

x	mx	qx
12	0.000223	0.000223
13	0.000241	0.000241
14	0.000260	0.000260
15	0.000282	0.000282
16	0.000304	0.000304
17	0.000329	0.000329
18	0.000356	0.000356
19	0.000385	0.000384
20	0.000416	0.000416
21	0.000449	0.000449
22	0.000486	0.000486
23	0.000525	0.000525
24	0.000568	0.000568
25	0.000614	0.000614
26	0.000663	0.000663
27	0.000717	0.000717
28	0.000775	0.000775
29	0.000838	0.000838
30	0.000906	0.000905
31	0.000979	0.000979
32	0.001059	0.001058
33	0.001144	0.001144
34	0.001237	0.001236
35	0.001337	0.001336
36	0.001445	0.001444
37	0.001562	0.001561
38	0.001689	0.001687
39	0.001826	0.001824
40	0.001973	0.001971
41	0.002133	0.002131
42	0.002306	0.002303
43	0.002492	0.002489
44	0.002694	0.002691
45	0.002912	0.002908
46	0.003148	0.003143
47	0.003403	0.003397
48	0.003678	0.003672
49	0.003976	0.003968
50	0.004298	0.004289
51	0.004646	0.004635
52	0.005022	0.005009
53	0.005428	0.005414
54	0.005868	0.005851
55	0.006343	0.006323
56	0.006856	0.006833
57	0.007411	0.007384
58	0.008011	0.007979
59	0.008659	0.008622

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su tercer año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 3
 Despliegue por edades
 Según la Regresión

x	mx	qx
60	0.009360	0.009316
61	0.010118	0.010067
62	0.010937	0.010877
63	0.011822	0.011752
64	0.012779	0.012697
65	0.013813	0.013718
66	0.014931	0.014820
67	0.016139	0.016010
68	0.017445	0.017295
69	0.018857	0.018681
70	0.020384	0.020178
71	0.022034	0.021793
72	0.023817	0.023537
73	0.025744	0.025417
74	0.027828	0.027446
75	0.030080	0.029635
76	0.032515	0.031995
77	0.035147	0.034540
78	0.037991	0.037283
79	0.041066	0.040240
80	0.044390	0.043426
81	0.047982	0.046858
82	0.051866	0.050555
83	0.056064	0.054535
84	0.060601	0.058819
85	0.065506	0.063428
86	0.070808	0.068386
87	0.076538	0.073717
88	0.082733	0.079447
89	0.089429	0.085601
90	0.096667	0.092210
91	0.104491	0.099302
92	0.112948	0.106910
93	0.122089	0.115065
94	0.131970	0.123801
95	0.142651	0.133154
96	0.154197	0.143159
97	0.166676	0.153854
98	0.180166	0.165277
99	0.194748	0.177467
100	0.210510	0.190463

CUADRO # 6.3

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su tercer año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 4

i	z	mz	ln(mz)	zln(mz)	z ²	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000248	-8.29916	-124.487	225	68.87622	1
2	22	0.000837	-7.08524	-155.875	484	50.20065	1
3	27	0.001026	-6.88116	-185.791	729	47.35042	1
4	32	0.001100	-6.81158	-217.970	1024	46.39768	1
5	37	0.001483	-6.51331	-240.992	1369	42.42333	1
6	42	0.002190	-6.12343	-257.184	1764	37.49645	1
7	47	0.003317	-5.70849	-268.299	2209	32.58688	1
8	52	0.004495	-5.40470	-281.044	2704	29.21081	1
9	57	0.008482	-4.76975	-271.875	3249	22.75053	1
10	62	0.010530	-4.55347	-282.315	3844	20.73414	1
11	67	0.014754	-4.21620	-282.485	4489	17.77635	1
12	72	0.019849	-3.91958	-282.209	5184	15.36311	1
13	77	0.019713	-3.92646	-302.337	5929	15.41711	1
14	82	0.014423	-4.23892	-347.591	6724	17.96849	1
15	87	0.04	-3.21887	-280.042	7569	10.36116	1
16	92	0					0
17	97	0					0
18	100	-					0
Totales	778		-81.6703	-3780.50	47496	474.9133	15

CUADRO # 5.4

Regresión Exponencial

b = 0.063757

a = 0.000158

r² = 0.960193

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el cuarto año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5

ANTIGÜEDAD : 4
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
12	0.000340	0.000339
13	0.000362	0.000362
14	0.000386	0.000386
15	0.000411	0.000411
16	0.000438	0.000438
17	0.000467	0.000467
18	0.000498	0.000498
19	0.000531	0.000531
20	0.000566	0.000566
21	0.000603	0.000603
22	0.000643	0.000643
23	0.000685	0.000685
24	0.000730	0.000730
25	0.000778	0.000778
26	0.000830	0.000829
27	0.000884	0.000884
28	0.000943	0.000942
29	0.001005	0.001004
30	0.001071	0.001070
31	0.001141	0.001141
32	0.001217	0.001216
33	0.001297	0.001296
34	0.001382	0.001381
35	0.001473	0.001472
36	0.001570	0.001569
37	0.001673	0.001672
38	0.001784	0.001782
39	0.001901	0.001899
40	0.002026	0.002024
41	0.002160	0.002157
42	0.002302	0.002299
43	0.002454	0.002451
44	0.002615	0.002612
45	0.002787	0.002783
46	0.002971	0.002966
47	0.003166	0.003161
48	0.003375	0.003369
49	0.003597	0.003591
50	0.003834	0.003827
51	0.004086	0.004078
52	0.004356	0.004346
53	0.004642	0.004632
54	0.004948	0.004936
55	0.005274	0.005260
56	0.005621	0.005605
57	0.005991	0.005973
58	0.006386	0.006365
59	0.006806	0.006783

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su cuarto año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 4
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
60	0.007254	0.007228
61	0.007732	0.007702
62	0.008241	0.008207
63	0.008783	0.008745
64	0.009361	0.009318
65	0.009978	0.009928
66	0.010635	0.010578
67	0.011335	0.011271
68	0.012081	0.012009
69	0.012876	0.012794
70	0.013724	0.013631
71	0.014628	0.014522
72	0.015591	0.015470
73	0.016617	0.016480
74	0.017711	0.017556
75	0.018877	0.018701
76	0.020120	0.019920
77	0.021445	0.021217
78	0.022857	0.022598
79	0.024361	0.024068
80	0.025965	0.025632
81	0.027675	0.027297
82	0.029496	0.029068
83	0.031438	0.030952
84	0.033508	0.032956
85	0.035714	0.035088
86	0.038065	0.037354
87	0.040571	0.039765
88	0.043242	0.042327
89	0.046089	0.045051
90	0.049124	0.047946
91	0.052358	0.051022
92	0.055804	0.054290
93	0.059478	0.057761
94	0.063394	0.061446
95	0.067568	0.065359
96	0.072016	0.069513
97	0.076757	0.073920
98	0.081810	0.078595
99	0.087196	0.083553
100	0.092937	0.088810

CUADRO # 6.4

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su cuarto año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 5

i	z	mz	ln(mz)	zln(mz)	z ²	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000206	-8.48557	-127.283	225	72.00504	1
2	22	0.000696	-7.26969	-159.933	484	52.84845	1
3	27	0.000916	-6.99468	-188.856	729	48.92565	1
4	32	0.001320	-6.62997	-212.159	1024	43.95650	1
5	37	0.001630	-6.41877	-237.494	1369	41.20068	1
6	42	0.002536	-5.97684	-251.027	1764	35.72270	1
7	47	0.003952	-5.53346	-260.072	2209	30.61919	1
8	52	0.006006	-5.11490	-265.974	2704	26.16220	1
9	57	0.008374	-4.78255	-272.605	3249	22.87283	1
10	62	0.012367	-4.39268	-272.346	3844	19.29567	1
11	67	0.023196	-3.76374	-252.170	4489	14.16574	1
12	72	0.037671	-3.27885	-236.077	5184	10.75091	1
13	77	0.040247	-3.21270	-247.376	5929	10.32146	1
14	82	0.035087	-3.34990	-274.692	6724	11.22185	1
15	87	0	-	-			0
16	92	-	-	-			0
17	97	-	-	-			0
18	100	-	-	-			0
Totales	691		-75.2043	-3258.07	39927	440.0689	14

CUADRO # 5.5

Regresión Exponencial

b = 0.077956

a = 0.000099

r² = 0.980210

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el quinto año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5.

ANTIGÜEDAD : 5
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
12	0.000252	0.000252
13	0.000273	0.000272
14	0.000295	0.000295
15	0.000319	0.000319
16	0.000344	0.000344
17	0.000372	0.000372
18	0.000403	0.000403
19	0.000435	0.000435
20	0.000471	0.000471
21	0.000509	0.000509
22	0.000550	0.000550
23	0.000595	0.000595
24	0.000643	0.000643
25	0.000695	0.000695
26	0.000752	0.000751
27	0.000813	0.000812
28	0.000879	0.000878
29	0.000950	0.000949
30	0.001027	0.001026
31	0.001110	0.001110
32	0.001200	0.001199
33	0.001298	0.001297
34	0.001403	0.001402
35	0.001517	0.001515
36	0.001640	0.001638
37	0.001773	0.001771
38	0.001916	0.001914
39	0.002072	0.002070
40	0.002240	0.002237
41	0.002421	0.002418
42	0.002618	0.002614
43	0.002830	0.002826
44	0.003059	0.003055
45	0.003308	0.003302
46	0.003576	0.003569
47	0.003866	0.003858
48	0.004179	0.004170
49	0.004518	0.004508
50	0.004884	0.004872
51	0.005280	0.005266
52	0.005708	0.005692
53	0.006171	0.006152
54	0.006672	0.006650
55	0.007213	0.007187
56	0.007797	0.007767
57	0.008430	0.008394
58	0.009113	0.009072
59	0.009852	0.009804

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su quinto año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 5
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
60	0.010651	0.010594
61	0.011514	0.011449
62	0.012448	0.012371
63	0.013457	0.013367
64	0.014548	0.014443
65	0.015728	0.015605
66	0.017003	0.016860
67	0.018382	0.018214
68	0.019872	0.019677
69	0.021483	0.021255
70	0.023225	0.022958
71	0.025108	0.024797
72	0.027144	0.026780
73	0.029344	0.028920
74	0.031724	0.031228
75	0.034226	0.033717
76	0.037076	0.036401
77	0.040082	0.039295
78	0.043332	0.042413
79	0.046845	0.045773
80	0.050643	0.049392
81	0.054749	0.053290
82	0.059188	0.057487
83	0.063987	0.062003
84	0.069174	0.066862
85	0.074783	0.072087
86	0.080846	0.077705
87	0.087400	0.083741
88	0.094487	0.090224
89	0.102147	0.097184
90	0.110429	0.104650
91	0.119382	0.112657
92	0.129061	0.121237
93	0.139524	0.130426
94	0.150836	0.140258
95	0.163066	0.150772
96	0.176286	0.162006
97	0.190579	0.173998
98	0.206030	0.186788
99	0.222734	0.200414
100	0.240792	0.214917

CUADRO # 6.5

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su quinto año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

DATOS PARA LA REGRESION EXPONENCIAL

ANTIGÜEDAD : 6⁺

i	z	mz	ln(mz)	zln(mz)	z ²	(ln(mz)) ²	n
1	15	0.000964	-6.94429	-104.164	225	48.22325	1
2	22	0.001072	-6.83799	-150.435	484	46.75812	1
3	27	0.000752	-7.19200	-194.184	729	51.72487	1
4	32	0.000980	-6.92704	-221.665	1024	47.98399	1
5	37	0.001172	-6.74819	-249.683	1369	45.53816	1
6	42	0.002113	-6.15950	-258.699	1764	37.93949	1
7	47	0.003326	-5.70580	-268.172	2209	32.55623	1
8	52	0.004970	-5.30427	-275.822	2704	28.13530	1
9	57	0.007192	-4.93469	-281.277	3249	24.35117	1
10	62	0.010002	-4.60490	-285.504	3844	21.20514	1
11	67	0.013109	-4.33438	-290.403	4489	18.78688	1
12	72	0.018707	-3.97880	-286.474	5184	15.83091	1
13	77	0.020395	-3.89244	-299.717	5929	15.15109	1
14	82	0.026701	-3.62304	-297.089	6724	13.12646	1
15	87	0.031523	-3.45702	-300.761	7569	11.95101	1
16	92	0.039340	-3.23549	-297.665	8464	10.46841	1
17	97	0.042735	-3.15273	-305.815	9409	9.939744	1
18	100	0.464285	-0.76725	-76.7255	10000	0.588630	1
Totales	1067		-87.7999	-4444.26	75369	480.2589	18

CUADRO # 5.6

Regresión Exponencial

b = 0.062734

a = 0.000184

r² = 0.917438

Valores necesarios para obtener los coeficientes de regresión exponencial para formar la curva $y = a e^{bx}$ para personas en el sexto⁺ año de contrato de seguro. Coeficiente de determinación calculado en función de los valores del cuadro # 5

ANTIGÜEDAD : 6⁺
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
12	0.000392	0.000392
13	0.000417	0.000417
14	0.000444	0.000444
15	0.000473	0.000473
16	0.000504	0.000503
17	0.000536	0.000536
18	0.000571	0.000571
19	0.000608	0.000608
20	0.000647	0.000647
21	0.000689	0.000689
22	0.000734	0.000734
23	0.000782	0.000781
24	0.000832	0.000832
25	0.000886	0.000886
26	0.000943	0.000943
27	0.001005	0.001004
28	0.001070	0.001069
29	0.001139	0.001138
30	0.001213	0.001212
31	0.001291	0.001290
32	0.001375	0.001374
33	0.001464	0.001463
34	0.001559	0.001558
35	0.001660	0.001658
36	0.001767	0.001766
37	0.001882	0.001880
38	0.002003	0.002001
39	0.002133	0.002131
40	0.002271	0.002269
41	0.002418	0.002416
42	0.002575	0.002572
43	0.002742	0.002738
44	0.002919	0.002915
45	0.003108	0.003104
46	0.003310	0.003304
47	0.003524	0.003518
48	0.003752	0.003745
49	0.003995	0.003987
50	0.004254	0.004245
51	0.004529	0.004519
52	0.004823	0.004811
53	0.005135	0.005122
54	0.005467	0.005452
55	0.005821	0.005804
56	0.006198	0.006179
57	0.006600	0.006578
58	0.007027	0.007002
59	0.007482	0.007454

Tasas centrales, calculadas por regresión exponencial para personas en su sexto⁺ año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

ANTIGÜEDAD : 6⁺
 Despliegue por edades
 Según la regresión

x	mx	qx
60	0.007966	0.007935
61	0.008482	0.008446
62	0.009031	0.008991
63	0.009616	0.009570
64	0.010239	0.010187
65	0.010902	0.010843
66	0.011608	0.011541
67	0.012359	0.012283
68	0.013159	0.013073
69	0.014011	0.013914
70	0.014919	0.014808
71	0.015884	0.015759
72	0.016913	0.016771
73	0.018008	0.017847
74	0.019174	0.018992
75	0.020415	0.020209
76	0.021737	0.021503
77	0.023145	0.022880
78	0.024643	0.024343
79	0.026239	0.025899
80	0.027937	0.027553
81	0.029746	0.029310
82	0.031672	0.031178
83	0.033723	0.033164
84	0.035906	0.035273
85	0.038231	0.037514
86	0.040706	0.039894
87	0.043342	0.042423
88	0.046148	0.045107
89	0.049136	0.047958
90	0.052317	0.050984
91	0.055704	0.054195
92	0.059311	0.057603
93	0.063151	0.061218
94	0.067240	0.065053
95	0.071593	0.069115
96	0.076229	0.073430
97	0.081164	0.077999
98	0.086419	0.082839
99	0.092014	0.087967
100	0.097972	0.093396

CUADRO # 6.6

Tasas centrales calculadas por regresión exponencial para personas en su sexto año de contrato de seguro. Probabilidad de muerte calculada a partir de las tasas centrales.

COMPARACION DE PROBABILIDADES DE MUERTE POR ANTIGÜEDAD

ANTIGÜEDAD	1	2	3	4	5	última
x	qx	qx	qx	qx	qx	qx
12	0.000168	0.000176	0.000223	0.000339	0.000252	0.000392
13	0.000182	0.000191	0.000241	0.000362	0.000272	0.000417
14	0.000196	0.000208	0.000260	0.000386	0.000295	0.000444
15	0.000212	0.000227	0.000282	0.000411	0.000319	0.000473
16	0.000229	0.000247	0.000304	0.000438	0.000344	0.000503
17	0.000247	0.000269	0.000329	0.000467	0.000372	0.000536
18	0.000267	0.000292	0.000356	0.000498	0.000403	0.000571
19	0.000289	0.000318	0.000384	0.000531	0.000435	0.000608
20	0.000312	0.000346	0.000416	0.000566	0.000471	0.000647
21	0.000337	0.000377	0.000449	0.000603	0.000509	0.000689
22	0.000364	0.000410	0.000486	0.000643	0.000550	0.000734
23	0.000393	0.000446	0.000525	0.000685	0.000595	0.000781
24	0.000424	0.000486	0.000568	0.000730	0.000643	0.000832
25	0.000458	0.000528	0.000614	0.000778	0.000695	0.000886
26	0.000495	0.000575	0.000663	0.000829	0.000751	0.000943
27	0.000535	0.000626	0.000717	0.000884	0.000812	0.001004
28	0.000577	0.000681	0.000775	0.000942	0.000878	0.001069
29	0.000624	0.000741	0.000838	0.001004	0.000949	0.001138
30	0.000673	0.000806	0.000905	0.001070	0.001026	0.001212
31	0.000727	0.000877	0.000979	0.001141	0.001110	0.001290
32	0.000786	0.000955	0.001058	0.001216	0.001199	0.001374
33	0.000848	0.001039	0.001144	0.001296	0.001297	0.001463
34	0.000916	0.001130	0.001236	0.001381	0.001402	0.001558
35	0.000990	0.001230	0.001336	0.001472	0.001515	0.001658
36	0.001069	0.001338	0.001444	0.001569	0.001638	0.001766
37	0.001154	0.001456	0.001561	0.001672	0.001771	0.001880
38	0.001246	0.001584	0.001687	0.001782	0.001914	0.002001
39	0.001346	0.001724	0.001824	0.001899	0.002070	0.002131
40	0.001454	0.001876	0.001971	0.002024	0.002237	0.002269
41	0.001570	0.002041	0.002131	0.002157	0.002418	0.002416
42	0.001696	0.002221	0.002303	0.002299	0.002614	0.002572
43	0.001831	0.002416	0.002489	0.002451	0.002826	0.002738
44	0.001977	0.002622	0.002691	0.002612	0.003055	0.002915
45	0.002135	0.002860	0.002908	0.002783	0.003302	0.003104
46	0.002306	0.003112	0.003143	0.002966	0.003569	0.003304
47	0.002490	0.003386	0.003397	0.003161	0.003858	0.003518
48	0.002689	0.003684	0.003672	0.003369	0.004170	0.003745
49	0.002904	0.004008	0.003968	0.003591	0.004508	0.003987
50	0.003136	0.004360	0.004289	0.003827	0.004872	0.004245
51	0.003387	0.004744	0.004635	0.004078	0.005266	0.004519
52	0.003657	0.005161	0.005009	0.004346	0.005692	0.004811
53	0.003949	0.005614	0.005414	0.004632	0.006152	0.005122
54	0.004264	0.006107	0.005851	0.004936	0.006650	0.005452
55	0.004605	0.006644	0.006323	0.005260	0.007187	0.005804
56	0.004972	0.007227	0.006833	0.005605	0.007767	0.006179
57	0.005369	0.007862	0.007384	0.005973	0.008394	0.006578
58	0.005797	0.008552	0.007979	0.006365	0.009072	0.007002
59	0.006259	0.009302	0.008622	0.006783	0.009804	0.007454

Probabilidades calculadas a partir de una regresión exponencial

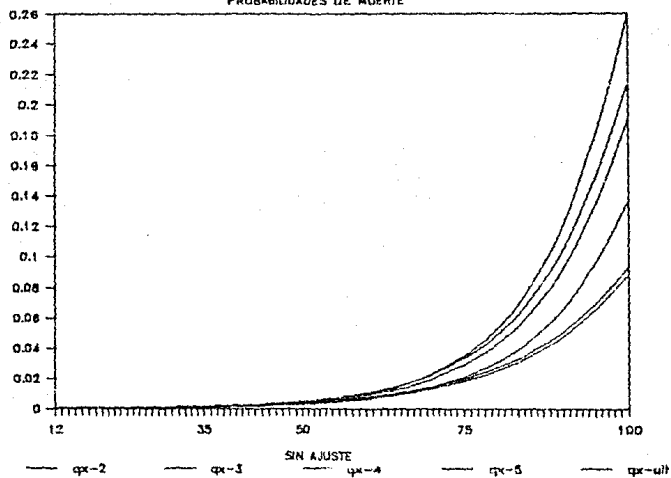
COMPARACION DE PROBABILIDADES DE MUERTE POR ANTIGÜEDAD

ANTIGÜEDAD	1	2	3	4	5	última
x	qx	qx	qx	qx	qx	qx
60	0.006758	0.010118	0.009316	0.007228	0.010594	0.007935
61	0.007297	0.011005	0.010067	0.007702	0.011449	0.008446
62	0.007878	0.011969	0.010877	0.008207	0.012371	0.008991
63	0.008506	0.013017	0.011752	0.008745	0.013367	0.009570
64	0.009183	0.014156	0.012697	0.009318	0.014443	0.010187
65	0.009914	0.015394	0.013718	0.009928	0.015605	0.010843
66	0.010703	0.016739	0.014820	0.010578	0.016860	0.011541
67	0.011554	0.018201	0.016010	0.011271	0.018214	0.012283
68	0.012472	0.019789	0.017295	0.012009	0.019677	0.013073
69	0.013463	0.021514	0.018681	0.012794	0.021255	0.013914
70	0.014512	0.023388	0.020178	0.013631	0.022958	0.014808
71	0.015686	0.025423	0.021793	0.014522	0.024797	0.015759
72	0.016930	0.027633	0.023537	0.015470	0.026780	0.016771
73	0.018272	0.030032	0.025417	0.016480	0.028920	0.017847
74	0.019719	0.032635	0.027446	0.017556	0.031228	0.018992
75	0.021279	0.035460	0.029635	0.018701	0.033717	0.020209
76	0.022962	0.038525	0.031995	0.019920	0.036401	0.021503
77	0.024776	0.041849	0.034540	0.021217	0.039295	0.022880
78	0.026731	0.045454	0.037283	0.022598	0.042413	0.024343
79	0.028838	0.049361	0.040240	0.024068	0.045773	0.025899
80	0.031109	0.053594	0.043426	0.025632	0.049392	0.027553
81	0.033556	0.058180	0.046858	0.027297	0.053290	0.029310
82	0.036191	0.063146	0.050555	0.029068	0.057487	0.031178
83	0.039030	0.068520	0.054535	0.030952	0.062003	0.033164
84	0.042086	0.074334	0.058819	0.032956	0.066862	0.035273
85	0.045376	0.080621	0.063428	0.035088	0.072087	0.037514
86	0.048917	0.087416	0.068386	0.037354	0.077705	0.039894
87	0.052727	0.094755	0.073717	0.039765	0.083741	0.042423
88	0.056824	0.102677	0.079447	0.042327	0.090224	0.045107
89	0.061230	0.111222	0.085601	0.045051	0.097184	0.047958
90	0.065966	0.120434	0.092210	0.047946	0.104650	0.050984
91	0.071055	0.130356	0.099302	0.051022	0.112657	0.054195
92	0.076522	0.141034	0.106910	0.054290	0.121237	0.057603
93	0.082390	0.152515	0.115065	0.057761	0.130426	0.061218
94	0.088699	0.164849	0.123901	0.061446	0.140259	0.065052
95	0.095444	0.178083	0.133154	0.065359	0.150773	0.069119
96	0.102686	0.192269	0.143159	0.069513	0.162006	0.073430
97	0.110446	0.207455	0.153854	0.073920	0.173998	0.077999
98	0.118756	0.223694	0.165277	0.078595	0.186788	0.082839
99	0.127648	0.241032	0.177467	0.083553	0.200414	0.087967
100	0.137158	0.259517	0.190463	0.088810	0.214917	0.093396

CUADRO # 3

Probabilidades de muerte calculadas a partir de una regresión exponencial.

COMPARACION
PROBABILIDADES DE MUERTE



IV Ajuste Final

Un supuesto fuerte, es que en esta tabla selecta, así como en la última, se supondrá que al llegar un individuo a edad $x = 100$, su probabilidad de muerte será igual a uno. En otras palabras, la persona estará técnicamente muerta al cumplir 100 años. Este supuesto se mantendrá ya sea que se encuentre en el primero, segundo, tercero, cuarto, quinto o sexto o más año de antigüedad de haber contratado su seguro.

Ahora, si se observa la comparación de probabilidades de muerte del cuadro # 3, se verá que ni una sola curva cumple con este supuesto. Esto se debe en gran parte a que en el periodo selecto, a partir de la edad $x = 87$ el número de expuestos al riesgo es mínimo. Por lo que los valores que la curva exponencial que describe las tasas centrales en estas últimas edades no alcanzó a tomar valores tan altos, como para que las probabilidades de muerte llegaran al valor 1. (se recomienda consultar los cuadros en donde se describe la regresión exponencial para cada curva, y observar el modelo exponencial para las últimas edades) .Cuadros # 6

Para solucionar este problema, se procedió a hacer un ajuste sobre las tasas centrales ${}_n m_x$ $x = 12, \dots, 100$ y $n = 1, \dots, 6+$, para lograr que en la edad $x = 100$ $q_{100} = 1$.

Ahora bien, por construcción, la curva ${}_n m_x$ es una curva exponencial, lo único que se hizo es multiplicar a ésta por una curva exponencial extra ${}_n w(x)$ $n = 1, \dots, 6+$, de tal forma que :

$${}_n w(100) {}_n m_{100} = {}_n w(100) ({}_n a e^{n b 100}) = 2$$

y que a una edad ${}_n x_0$ (ésta se obtiene al ir comparando la curva que se ajusta ${}_n q_x$ con la curva anterior ${}_{n-1} q_x$ ya ajustada, y al encontrar la edad ${}_n x_0$ donde ${}_n q_{{}_n x_0} \leq {}_{n-1} q_{{}_n x_0}$, esta será la edad buscada.) la curva :

$${}_n w({}_n x_0) = 1 \quad \text{con } n = 1, \dots, 6+$$

Estas dos condiciones bastarán para poder construir la curva exponencial extra ${}_n w(x)$ de la siguiente forma :

$${}_n w(x) = {}_n \alpha e^{n\beta x} \quad \text{y} \quad \ln({}_n w(x)) = \ln {}_n \alpha + {}_n \beta x \quad \text{con } n = 1, \dots, 6^+$$

Ahora según las condiciones que se requieren :

$${}_n w(100) = \frac{2}{{}_n a e^{n b_{100}}} \quad \text{y} \quad {}_n w({}_n x_0) = 1 \quad \text{con } n = 1, \dots, 6^+$$

De esta forma se tendrá el siguiente sistema de ecuaciones, necesario para obtener los valores de ${}_n \alpha$ y ${}_n \beta$ y describir la curva ${}_n w(x)$. $n = 1, \dots, 6^+$:

$$\ln {}_n \alpha + {}_n \beta x_0 = \ln (1)$$

$$n = 1, \dots, 6^+$$

$$\ln {}_n \alpha + {}_n \beta 100 = \ln \left(\frac{2}{{}_n a e^{n b_{100}}} \right)$$

Que en forma matricial será :

$$\begin{bmatrix} 1 & {}_n x_0 \\ 1 & 100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ln {}_n \alpha \\ {}_n \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \ln \left(\frac{2}{{}_n a e^{n b_{100}}} \right) \end{bmatrix}$$

Resolviendo el sistema, se tienen los siguientes valores ${}_n \alpha$ y ${}_n \beta$ para las distintas antigüedades del seguro, con las distintas edades ${}_n x_0$, con $n = 1, \dots, 6^+$:

Antigüedad n	1	2	3	4	5	6+
edad ${}_n x_0$	75	75	46	40	50	27
coef. ${}_n \alpha$	.0004	.0033	.1469	.1293	.2086	.3277
coef. ${}_n \beta$	.1043	.0761	.0417	.0511	.0368	.0413

Ahora, los valores de la curva exponencial ${}_n w(x_0)$ hasta ${}_n w(100)$ serán los factores por los que se multiplicarán las curvas de las tasas centrales de mortalidad del cuadro # 7 , a partir de la edad ${}_n x_0$ $n = 1, \dots, 6^+$ y hasta la edad $x = 100$. Después se procederá a calcular, a partir de estas nuevas tasas centrales, las nuevas probabilidades de muerte ${}_n q_x$, las cuales serán curvas no decrecientes para todas las edades y cumplirán con el supuesto de que ${}_n q_{100} = 1$, con $n = 1, \dots, 6^+$ como se muestra en el cuadro comparativo # 4 , y las gráficas de estas curvas se pueden apreciar en las gráficas # 5 .

Pues bien, se ha pasado la etapa más difícil, que es la de obtener para todas las antigüedades, una curva que describa la probabilidad de muerte, con base en los datos tomados de la experiencia mexicana 83 - 88. De aquí en adelante resta únicamente ver como se construyen las demás columnas de la tabla selecta y última, pero éstas dependerán en su totalidad de la columna ${}_n q_x$ que se acaba de calcular. $n = 1, \dots, 6^+$.

ANTIGÜEDAD : 1
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	12	0.000168	0.000168
	13	0.000182	0.000182
	14	0.000196	0.000196
	15	0.000212	0.000212
	16	0.000229	0.000229
	17	0.000247	0.000247
	18	0.000267	0.000267
	19	0.000289	0.000289
	20	0.000312	0.000312
	21	0.000337	0.000337
	22	0.000364	0.000364
	23	0.000393	0.000393
	24	0.000424	0.000424
	25	0.000458	0.000458
	26	0.000495	0.000495
	27	0.000535	0.000535
	28	0.000578	0.000577
	29	0.000624	0.000624
	30	0.000674	0.000673
	31	0.000728	0.000727
	32	0.000786	0.000786
	33	0.000849	0.000848
	34	0.000917	0.000916
	35	0.000990	0.000990
	36	0.001069	0.001069
	37	0.001155	0.001154
	38	0.001247	0.001246
	39	0.001347	0.001346
	40	0.001455	0.001454
	41	0.001571	0.001570
	42	0.001697	0.001696
	43	0.001833	0.001831
	44	0.001979	0.001977
	45	0.002138	0.002135
	46	0.002309	0.002306
	47	0.002493	0.002490
	48	0.002693	0.002689
	49	0.002908	0.002904
	50	0.003141	0.003136
	51	0.003392	0.003387
	52	0.003664	0.003657
	53	0.003957	0.003949
	54	0.004273	0.004264
	55	0.004615	0.004605
	56	0.004984	0.004972
	57	0.005383	0.005369
	58	0.005814	0.005797
	59	0.006279	0.006259

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 1
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	60	0.006781	0.006758
	61	0.007324	0.007297
	62	0.007909	0.007878
	63	0.008542	0.008506
	64	0.009225	0.009183
	65	0.009963	0.009914
	66	0.010760	0.010703
	67	0.011621	0.011554
	68	0.012551	0.012472
	69	0.013555	0.013463
	70	0.014639	0.014532
	71	0.015810	0.015686
	72	0.017074	0.016930
	73	0.018440	0.018272
	74	0.019915	0.019719
1	75	0.021508	0.021279
1.109987	76	0.025783	0.025455
1.232072	77	0.030909	0.030438
1.367585	78	0.037053	0.036379
1.518003	79	0.044418	0.043453
1.684964	80	0.053247	0.051866
1.870290	81	0.063831	0.061857
2.075998	82	0.076519	0.073699
2.304333	83	0.091729	0.087706
2.557781	84	0.109962	0.104231
2.839106	85	0.131819	0.123668
3.151372	86	0.158022	0.146450
3.497984	87	0.189432	0.173042
3.882720	88	0.227086	0.203931
4.309771	89	0.272224	0.239610
4.783793	90	0.326335	0.280557
5.309951	91	0.391202	0.327201
5.893981	92	0.468962	0.379886
6.542246	93	0.562179	0.438828
7.261813	94	0.673924	0.504071
8.060523	95	0.807882	0.575438
8.947081	96	0.968467	0.652503
9.931150	97	1.160971	0.734566
11.02345	98	1.391740	0.820664
12.23589	99	1.668380	0.909600
13.58159	100	2.000006	1.000002

CUADRO # 7.1

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGUEDAD : 2
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	12	0.000176	0.000176
	13	0.000192	0.000191
	14	0.000208	0.000208
	15	0.000227	0.000227
	16	0.000247	0.000247
	17	0.000269	0.000269
	18	0.000292	0.000292
	19	0.000318	0.000318
	20	0.000346	0.000346
	21	0.000377	0.000377
	22	0.000410	0.000410
	23	0.000446	0.000446
	24	0.000486	0.000486
	25	0.000529	0.000528
	26	0.000575	0.000575
	27	0.000626	0.000626
	28	0.000681	0.000681
	29	0.000741	0.000741
	30	0.000807	0.000807
	31	0.000878	0.000877
	32	0.000955	0.000955
	33	0.001039	0.001039
	34	0.001131	0.001130
	35	0.001231	0.001230
	36	0.001339	0.001338
	37	0.001457	0.001456
	38	0.001586	0.001584
	39	0.001725	0.001724
	40	0.001878	0.001876
	41	0.002043	0.002041
	42	0.002223	0.002221
	43	0.002419	0.002416
	44	0.002632	0.002629
	45	0.002864	0.002860
	46	0.003117	0.003112
	47	0.003392	0.003386
	48	0.003690	0.003684
	49	0.004016	0.004008
	50	0.004370	0.004360
	51	0.004755	0.004744
	52	0.005174	0.005161
	53	0.005630	0.005614
	54	0.006126	0.006107
	55	0.006666	0.006644
	56	0.007254	0.007227
	57	0.007893	0.007862
	58	0.008589	0.008552
	59	0.009346	0.009302

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 2
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	60	0.010169	0.010118
	61	0.011065	0.011005
	62	0.012041	0.011969
	63	0.013102	0.013017
	64	0.014257	0.014156
	65	0.015513	0.015394
	66	0.016880	0.016739
	67	0.018368	0.018201
	68	0.019987	0.019789
	69	0.021748	0.021514
	70	0.023665	0.023388
	71	0.025751	0.025423
	72	0.028020	0.027633
	73	0.030489	0.030032
	74	0.033176	0.032635
1	75	0.036100	0.035460
1.079096	76	0.042389	0.041509
1.164448	77	0.049773	0.049264
1.256551	78	0.058443	0.056784
1.355940	79	0.068624	0.066347
1.463189	80	0.080578	0.077457
1.578922	81	0.094614	0.090341
1.703809	82	0.111096	0.105250
1.838573	83	0.130449	0.122461
1.983998	84	0.153172	0.142276
2.140924	85	0.179854	0.165015
2.310263	86	0.211184	0.191015
2.492996	87	0.247972	0.220618
2.690182	88	0.291168	0.254165
2.902965	89	0.341888	0.291976
3.132579	90	0.401444	0.334335
3.380354	91	0.471373	0.381467
3.647727	92	0.553485	0.433513
3.936248	93	0.649900	0.490509
4.247590	94	0.763110	0.552356
4.583558	95	0.896041	0.618804
4.946099	96	1.052127	0.689438
5.337317	97	1.235404	0.763673
5.759478	98	1.450606	0.840783
6.215030	99	1.703296	0.919881
6.706615	100	2.000004	1.000001

CUADRO # 7.2

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 3
 Despliegue por edades
 Según la Regresión

ajuste	x	mx	qx
	12	0.000223	0.000223
	13	0.000241	0.000241
	14	0.000260	0.000260
	15	0.000282	0.000282
	16	0.000304	0.000304
	17	0.000329	0.000329
	18	0.000356	0.000356
	19	0.000385	0.000384
	20	0.000416	0.000416
	21	0.000449	0.000449
	22	0.000486	0.000486
	23	0.000525	0.000525
	24	0.000568	0.000568
	25	0.000614	0.000614
	26	0.000663	0.000663
	27	0.000717	0.000717
	28	0.000775	0.000775
	29	0.000838	0.000838
	30	0.000906	0.000905
	31	0.000979	0.000979
	32	0.001059	0.001058
	33	0.001144	0.001144
	34	0.001237	0.001236
	35	0.001337	0.001336
	36	0.001445	0.001444
	37	0.001562	0.001561
	38	0.001689	0.001687
	39	0.001826	0.001824
	40	0.001973	0.001971
	41	0.002133	0.002131
	42	0.002306	0.002303
	43	0.002492	0.002489
	44	0.002694	0.002691
	45	0.002912	0.002908
1	46	0.003148	0.003143
1.042573	47	0.003548	0.003541
1.086959	48	0.003998	0.003990
1.133234	49	0.004506	0.004496
1.181480	50	0.005078	0.005065
1.231779	51	0.005723	0.005706
1.284220	52	0.006449	0.006429
1.338894	53	0.007268	0.007242
1.395895	54	0.008191	0.008157
1.455323	55	0.009231	0.009188
1.517281	56	0.010403	0.010349
1.581877	57	0.011724	0.011655
1.649223	58	0.013212	0.013125
1.719435	59	0.014889	0.014779

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 3
 Despliegue por edades
 Según la Regresión

ajuste	x	mx	qx
1.792638	60	0.016780	0.016640
1.868956	61	0.018910	0.018733
1.948524	62	0.021311	0.021086
2.031479	63	0.024016	0.023731
2.117966	64	0.027065	0.026704
2.208135	65	0.030501	0.030043
2.302143	66	0.034373	0.033793
2.400153	67	0.038737	0.038001
2.502335	68	0.043655	0.042723
2.608868	69	0.049197	0.048016
2.719936	70	0.055443	0.053948
2.835733	71	0.062482	0.060589
2.956460	72	0.070414	0.068020
3.082326	73	0.079354	0.076325
3.213551	74	0.089428	0.085601
3.350363	75	0.100781	0.095947
3.492999	76	0.113576	0.107473
3.641707	77	0.127995	0.120296
3.796747	78	0.144244	0.134541
3.958387	79	0.162557	0.150337
4.126909	80	0.183194	0.167822
4.302605	81	0.206451	0.187134
4.485782	82	0.232661	0.208416
4.676756	83	0.262198	0.231808
4.875862	84	0.295485	0.257449
5.083443	85	0.332998	0.285467
5.299862	86	0.375273	0.315983
5.525495	87	0.422915	0.349096
5.760734	88	0.476605	0.384886
6.005988	89	0.537112	0.423404
6.261683	90	0.605300	0.464668
6.528264	91	0.682145	0.508656
6.806194	92	0.768746	0.555302
7.095956	93	0.866341	0.604492
7.398055	94	0.976326	0.656061
7.713015	95	1.100274	0.709791
8.041383	96	1.239957	0.765415
8.383732	97	1.397374	0.822620
8.740656	98	1.574775	0.881048
9.112770	99	1.774698	0.940312
9.500736	100	2.000002	1.000000

CUADRO # 7.3

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 4
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	12	0.000340	0.000339
	13	0.000362	0.000362
	14	0.000386	0.000386
	15	0.000411	0.000411
	16	0.000438	0.000438
	17	0.000467	0.000467
	18	0.000498	0.000498
	19	0.000531	0.000531
	20	0.000566	0.000566
	21	0.000603	0.000603
	22	0.000643	0.000643
	23	0.000685	0.000685
	24	0.000730	0.000730
	25	0.000778	0.000778
	26	0.000830	0.000829
	27	0.000884	0.000884
	28	0.000943	0.000942
	29	0.001005	0.001004
	30	0.001071	0.001070
	31	0.001141	0.001141
	32	0.001217	0.001216
	33	0.001297	0.001296
	34	0.001382	0.001381
	35	0.001473	0.001472
	36	0.001570	0.001569
	37	0.001673	0.001672
	38	0.001784	0.001782
	39	0.001901	0.001899
	40	0.002026	0.002024
1	41	0.002273	0.002271
1.052480	42	0.002550	0.002547
1.107715	43	0.002861	0.002856
1.165848	44	0.003209	0.003204
1.227032	45	0.003600	0.003593
1.291427	46	0.004038	0.004030
1.359202	47	0.004530	0.004520
1.430533	48	0.005082	0.005069
1.505608	49	0.005700	0.005684
1.584623	50	0.006395	0.006374
1.667785	51	0.007173	0.007148
1.755311	52	0.008047	0.008015
1.847431	53	0.009027	0.008986
1.944385	54	0.010126	0.010075
2.046427	55	0.011359	0.011295
2.153824	56	0.012743	0.012662
2.266858	57	0.014294	0.014193
2.385823	58	0.016035	0.015907
2.511032	59	0.017988	0.017827
2.642812			

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 4
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
2.781508	60	0.020178	0.019976
2.927483	61	0.022635	0.022382
3.081119	62	0.025391	0.025073
3.242817	63	0.028483	0.028083
3.413001	64	0.031952	0.031449
3.592117	65	0.035843	0.035212
3.780633	66	0.040207	0.039415
3.979042	67	0.045103	0.044109
4.187864	68	0.050596	0.049347
4.407645	69	0.056757	0.055190
4.638960	70	0.063668	0.061704
4.882415	71	0.071421	0.068958
5.138646	72	0.080118	0.077032
5.408324	73	0.089874	0.086009
5.692155	74	0.100818	0.095979
5.990882	75	0.113094	0.107041
6.305286	76	0.126866	0.119298
6.636190	77	0.142314	0.132860
6.984460	78	0.159643	0.147842
7.351007	79	0.179083	0.164366
7.736791	80	0.200890	0.182553
8.142821	81	0.225352	0.202532
8.570160	82	0.252793	0.224427
9.019925	83	0.283576	0.248361
9.493295	84	0.318107	0.274454
9.991507	85	0.356843	0.302814
10.51586	86	0.400295	0.333538
11.06774	87	0.449039	0.366706
11.64858	88	0.503718	0.402376
12.25990	89	0.565055	0.440579
12.90330	90	0.633862	0.481317
13.58048	91	0.711047	0.524555
14.29318	92	0.797631	0.570218
15.04330	93	0.894757	0.618191
15.83278	94	1.003711	0.668314
16.66369	95	1.125933	0.720382
17.53820	96	1.263037	0.774140
18.45862	97	1.416836	0.829326
19.42733	98	1.589363	0.885596
20.44689	99	1.782899	0.942603
21.51995	100	2.000001	1.000000

CUADRO # 7.4

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 5
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
1.4	12	0.000353	0.000353
1.380952	13	0.000377	0.000376
1.362816	14	0.000402	0.000402
1.345589	15	0.000429	0.000429
1.329273	16	0.000458	0.000458
1.313867	17	0.000489	0.000489
1.299371	18	0.000523	0.000523
1.285786	19	0.000560	0.000560
1.273111	20	0.000599	0.000599
1.261346	21	0.000642	0.000642
1.250492	22	0.000688	0.000688
1.240548	23	0.000738	0.000738
1.231514	24	0.000792	0.000792
1.223390	25	0.000851	0.000850
1.216177	26	0.000914	0.000914
1.209874	27	0.000983	0.000983
1.204482	28	0.001058	0.001058
1.2	29	0.001140	0.001139
1.196428	30	0.001229	0.001228
1.193766	31	0.001325	0.001325
1.192015	32	0.001431	0.001430
1.191173	33	0.001546	0.001545
1.191243	34	0.001671	0.001670
1.192222	35	0.001808	0.001807
1.194112	36	0.001958	0.001956
1.196912	37	0.002122	0.002119
1.200623	38	0.002301	0.002298
1.205244	39	0.002497	0.002494
1.210775	40	0.002712	0.002708
1.217216	41	0.002947	0.002943
1.224568	42	0.003206	0.003201
1.232830	43	0.003489	0.003483
1.242002	44	0.003800	0.003793
1.252085	45	0.004141	0.004133
1.263078	46	0.004517	0.004506
1.274981	47	0.004929	0.004917
1.287794	48	0.005382	0.005368
1.301518	49	0.005880	0.005863
1.316152	50	0.006429	0.006408
1.365550	51	0.007211	0.007185
1.416802	52	0.008088	0.008055
1.469978	53	0.009072	0.009031
1.525150	54	0.010176	0.010124
1.582392	55	0.011414	0.011349
1.641783	56	0.012802	0.012721
1.703403	57	0.014360	0.014257
1.767336	58	0.016106	0.015978
1.833668	59	0.018066	0.017904

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 5
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
1.902490	60	0.020264	0.020060
1.973895	61	0.022729	0.022473
2.047979	62	0.025494	0.025173
2.124845	63	0.028595	0.028192
2.204595	64	0.032074	0.031568
2.287339	65	0.035976	0.035340
2.373188	66	0.040352	0.039554
2.462259	67	0.045261	0.044260
2.554674	68	0.050767	0.049511
2.650557	69	0.056943	0.055367
2.750038	70	0.063871	0.061894
2.853253	71	0.071641	0.069163
2.960343	72	0.080356	0.077252
3.071451	73	0.090131	0.086244
3.186730	74	0.101096	0.096231
3.306335	75	0.113394	0.107310
3.430430	76	0.127189	0.119584
3.559182	77	0.142661	0.133163
3.692766	78	0.160016	0.148162
3.831364	79	0.179482	0.164702
3.975164	80	0.201316	0.182905
4.124362	81	0.225807	0.202899
4.279159	82	0.253276	0.224807
4.439765	83	0.284087	0.248753
4.606400	84	0.318647	0.274856
4.779289	85	0.357410	0.303223
4.958667	86	0.400890	0.333951
5.144777	87	0.449658	0.367119
5.337873	88	0.504359	0.402785
5.538216	89	0.565715	0.440980
5.746078	90	0.634534	0.481705
5.961741	91	0.711726	0.524924
6.185499	92	0.798308	0.570564
6.417656	93	0.895422	0.618509
6.658525	94	1.004351	0.668597
6.908435	95	1.126531	0.720626
7.167725	96	1.263574	0.774349
7.436746	97	1.417288	0.829481
7.715865	98	1.589702	0.885701
8.005459	99	1.783090	0.942663
8.305923	100	2.000004	1.000001

CUADRO # 7.5

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 6⁺
Despliegue por edades
Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
	12	0.000392	0.000392
	13	0.000417	0.000417
	14	0.000444	0.000444
	15	0.000473	0.000473
	16	0.000504	0.000503
	17	0.000536	0.000536
	18	0.000571	0.000571
	19	0.000608	0.000608
	20	0.000647	0.000647
	21	0.000689	0.000689
	22	0.000734	0.000734
	23	0.000782	0.000781
	24	0.000832	0.000832
	25	0.000886	0.000886
	26	0.000943	0.000943
	27	0.001005	0.001004
1	28	0.001115	0.001114
1.042183	29	0.001237	0.001236
1.086146	30	0.001373	0.001372
1.131964	31	0.001523	0.001522
1.179714	32	0.001690	0.001689
1.229478	33	0.001876	0.001874
1.281342	34	0.002082	0.002080
1.335394	35	0.002310	0.002307
1.391726	36	0.002563	0.002560
1.450434	37	0.002845	0.002840
1.511618	38	0.003157	0.003152
1.575383	39	0.003503	0.003497
1.641839	40	0.003887	0.003879
1.711097	41	0.004313	0.004304
1.783278	42	0.004786	0.004775
1.858503	43	0.005311	0.005297
1.936901	44	0.005894	0.005876
2.018606	45	0.006540	0.006519
2.103758	46	0.007257	0.007231
2.192502	47	0.008053	0.008021
2.284990	48	0.008936	0.008896
2.381379	49	0.009916	0.009867
2.481834	50	0.011004	0.010943
2.586527	51	0.012210	0.012136
2.695636	52	0.013549	0.013458
2.809347	53	0.015035	0.014923
2.927855	54	0.016684	0.016546
3.051363	55	0.018513	0.018344
3.180080	56	0.020544	0.020335
3.314227	57	0.022797	0.022540
3.454033	58	0.025296	0.024980
3.599737	59	0.028070	0.027682
3.751587			

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

ANTIGÜEDAD : 6⁺
 Despliegue por edades
 Según la regresión

ajuste	x	mx	qx
3.909842	60	0.031149	0.030671
4.074773	61	0.034564	0.033977
4.246661	62	0.038355	0.037633
4.425801	63	0.042561	0.041674
4.612497	64	0.047228	0.046139
4.807068	65	0.052407	0.051069
5.009848	66	0.058154	0.056511
5.221181	67	0.064531	0.062514
5.441429	68	0.071608	0.069133
5.670968	69	0.079460	0.076424
5.910189	70	0.088174	0.084451
6.159502	71	0.097843	0.093280
6.419332	72	0.108573	0.102982
6.690122	73	0.120479	0.113633
6.972336	74	0.133690	0.125314
7.266454	75	0.148351	0.138106
7.572979	76	0.164619	0.152099
7.892434	77	0.182671	0.167333
8.225365	78	0.202702	0.184049
8.572340	79	0.224930	0.202191
8.933952	80	0.249596	0.221903
9.310818	81	0.276967	0.243277
9.703581	82	0.307339	0.266401
10.11291	83	0.341041	0.291358
10.53951	84	0.378439	0.318225
10.98410	85	0.419939	0.347065
11.44745	86	0.465989	0.377933
11.93034	87	0.517089	0.410863
12.43361	88	0.573793	0.445873
12.95810	89	0.636714	0.482960
13.50472	90	0.706536	0.522096
14.07440	91	0.784014	0.563225
14.66811	92	0.869988	0.606266
15.28686	93	0.965390	0.651105
15.93172	94	1.071254	0.697600
16.60377	95	1.188727	0.745581
17.30418	96	1.319082	0.794847
18.03413	97	1.464332	0.845176
18.79488	98	1.624243	0.896321
19.58771	99	1.802356	0.948020
20.41399	100	2.000001	1.000000

CUADRO # 7.6

Tasas centrales con ajuste final, el factor aparece en la columna de la izquierda, éste se determina como resultado de una función exponencial.

COMPARACION DE PROBABILIDADES DE MUERTE AJUSTADAS
POR ANTIGÜEDAD

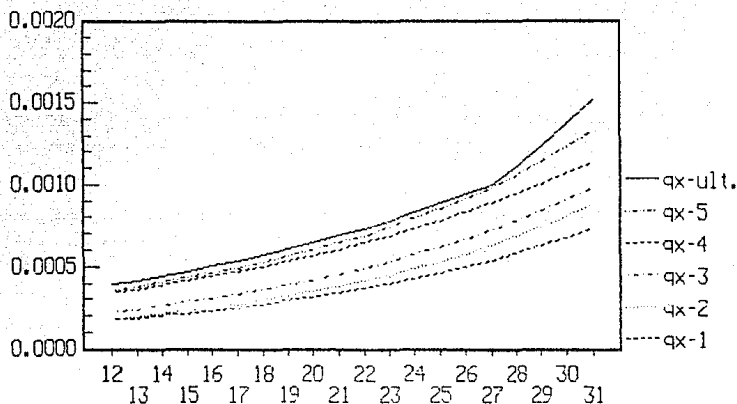
ANTIGÜEDAD	1	2	3	4	5	última
x	qx	qx	qx	qx	qx	qx
12	0.000168	0.000176	0.000223	0.000339	0.000353	0.000392
13	0.000182	0.000191	0.000241	0.000362	0.000376	0.000417
14	0.000196	0.000208	0.000260	0.000386	0.000402	0.000444
15	0.000212	0.000227	0.000282	0.000411	0.000429	0.000473
16	0.000229	0.000247	0.000304	0.000438	0.000458	0.000503
17	0.000247	0.000269	0.000329	0.000467	0.000489	0.000536
18	0.000267	0.000292	0.000356	0.000498	0.000523	0.000571
19	0.000289	0.000318	0.000384	0.000531	0.000560	0.000608
20	0.000312	0.000346	0.000416	0.000566	0.000599	0.000647
21	0.000337	0.000377	0.000449	0.000603	0.000642	0.000689
22	0.000364	0.000410	0.000486	0.000643	0.000688	0.000734
23	0.000393	0.000446	0.000525	0.000685	0.000738	0.000781
24	0.000424	0.000486	0.000568	0.000730	0.000792	0.000832
25	0.000458	0.000528	0.000614	0.000778	0.000850	0.000886
26	0.000495	0.000575	0.000663	0.000829	0.000914	0.000943
27	0.000535	0.000626	0.000717	0.000884	0.000983	0.001004
28	0.000577	0.000681	0.000775	0.000942	0.001058	0.001114
29	0.000624	0.000741	0.000838	0.001004	0.001139	0.001236
30	0.000673	0.000806	0.000905	0.001070	0.001228	0.001372
31	0.000727	0.000877	0.000979	0.001141	0.001325	0.001522
32	0.000786	0.000955	0.001058	0.001216	0.001430	0.001689
33	0.000848	0.001039	0.001144	0.001296	0.001545	0.001874
34	0.000916	0.001130	0.001236	0.001381	0.001670	0.002080
35	0.000990	0.001230	0.001336	0.001472	0.001807	0.002307
36	0.001069	0.001338	0.001444	0.001569	0.001956	0.002560
37	0.001154	0.001456	0.001561	0.001672	0.002119	0.002840
38	0.001246	0.001584	0.001687	0.001782	0.002298	0.003152
39	0.001346	0.001724	0.001824	0.001899	0.002494	0.003497
40	0.001454	0.001876	0.001971	0.002024	0.002708	0.003879
41	0.001570	0.002041	0.002131	0.002271	0.002943	0.004304
42	0.001696	0.002221	0.002303	0.002547	0.003201	0.004775
43	0.001831	0.002416	0.002489	0.002856	0.003483	0.005297
44	0.001977	0.002629	0.002691	0.003204	0.003793	0.005876
45	0.002135	0.002860	0.002908	0.003593	0.004133	0.006519
46	0.002306	0.003112	0.003143	0.004030	0.004506	0.007231
47	0.002490	0.003386	0.003541	0.004520	0.004917	0.008021
48	0.002689	0.003684	0.003990	0.005069	0.005368	0.008896
49	0.002904	0.004008	0.004496	0.005684	0.005863	0.009867
50	0.003136	0.004360	0.005065	0.006374	0.006408	0.010943
51	0.003387	0.004744	0.005706	0.007148	0.007185	0.012136
52	0.003657	0.005161	0.006429	0.008015	0.008055	0.013458
53	0.003949	0.005614	0.007242	0.008986	0.009031	0.014923
54	0.004264	0.006107	0.008157	0.010075	0.010124	0.016546
55	0.004605	0.006644	0.009188	0.011295	0.011349	0.018344
56	0.004972	0.007227	0.010349	0.012662	0.012721	0.020335
57	0.005369	0.007862	0.011655	0.014193	0.014257	0.022540
58	0.005797	0.008552	0.013125	0.015907	0.015978	0.024980
59	0.006259	0.009302	0.014779	0.017827	0.017904	0.027682

COMPARACION DE PROBABILIDADES DE MUERTE AJUSTADAS
POR ANTIGÜEDAD

ANTIGÜEDAD	1	2	3	4	5	última
x	qx	qx	qx	qx	qx	qx
60	0.006758	0.010118	0.016640	0.019976	0.020060	0.030671
61	0.007297	0.011005	0.018733	0.022382	0.022473	0.033977
62	0.007878	0.011969	0.021086	0.025073	0.025173	0.037633
63	0.008506	0.013017	0.023731	0.028083	0.028192	0.041674
64	0.009183	0.014156	0.026704	0.031449	0.031568	0.046139
65	0.009914	0.015394	0.030043	0.035212	0.035340	0.051069
66	0.010703	0.016739	0.033793	0.039415	0.039554	0.056511
67	0.011554	0.018201	0.038001	0.044109	0.044260	0.062514
68	0.012472	0.019789	0.042723	0.049347	0.049511	0.069133
69	0.013463	0.021514	0.048016	0.055190	0.055367	0.076424
70	0.014532	0.023388	0.053948	0.061704	0.061894	0.084451
71	0.015686	0.025423	0.060589	0.068252	0.068463	0.093280
72	0.016930	0.027633	0.068020	0.077032	0.077252	0.102982
73	0.018272	0.030032	0.076325	0.086009	0.086244	0.113633
74	0.019719	0.032635	0.085601	0.095979	0.096231	0.125314
75	0.021279	0.035460	0.095947	0.107041	0.107310	0.138106
76	0.025455	0.041509	0.107473	0.119298	0.119584	0.152099
77	0.030438	0.048564	0.120296	0.132860	0.133163	0.167383
78	0.036379	0.056784	0.134541	0.147842	0.148162	0.184049
79	0.043453	0.066347	0.150337	0.164366	0.164702	0.202191
80	0.051866	0.077457	0.167822	0.182553	0.182905	0.221903
81	0.061857	0.090341	0.187134	0.202532	0.202899	0.243277
82	0.073699	0.105250	0.208416	0.224427	0.224807	0.266401
83	0.087706	0.122461	0.231808	0.248361	0.248753	0.291358
84	0.104231	0.142276	0.257449	0.274454	0.274856	0.318225
85	0.123668	0.165015	0.285467	0.302814	0.303223	0.347065
86	0.146450	0.191015	0.315983	0.333538	0.333951	0.377933
87	0.173042	0.220618	0.349096	0.366706	0.367119	0.410863
88	0.203931	0.254165	0.384886	0.402376	0.402785	0.445873
89	0.239610	0.291976	0.423404	0.440579	0.440980	0.482960
90	0.280557	0.334335	0.464668	0.481317	0.481705	0.522096
91	0.327201	0.381467	0.508656	0.524555	0.524924	0.563225
92	0.379886	0.433513	0.555302	0.570218	0.570564	0.606266
93	0.438828	0.490509	0.604492	0.618121	0.618509	0.651105
94	0.504071	0.552356	0.656061	0.668314	0.668597	0.697600
95	0.575438	0.618804	0.709791	0.720382	0.720626	0.745581
96	0.652503	0.689438	0.765415	0.774148	0.774349	0.794847
97	0.734566	0.736678	0.822620	0.829326	0.829481	0.845176
98	0.820664	0.840783	0.881048	0.885596	0.885701	0.896321
99	0.909600	0.919881	0.940312	0.942609	0.942663	0.948020
100	1.000002	1.000001	1.000000	1.000000	1.000001	1.000000

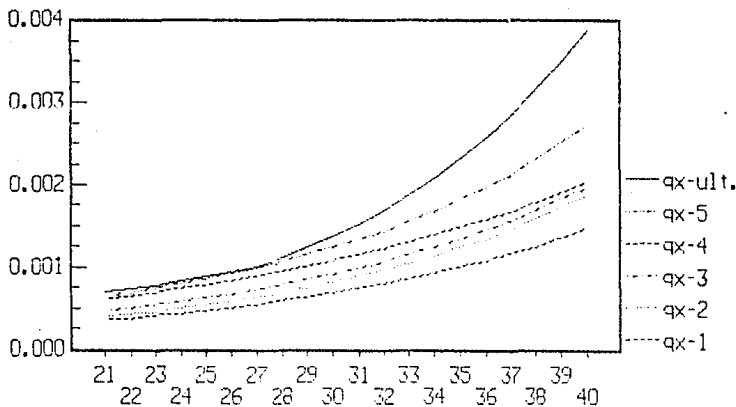
CUADRO # 4

Comparación de probabilidades de muerte ajustadas según año de antigüedad



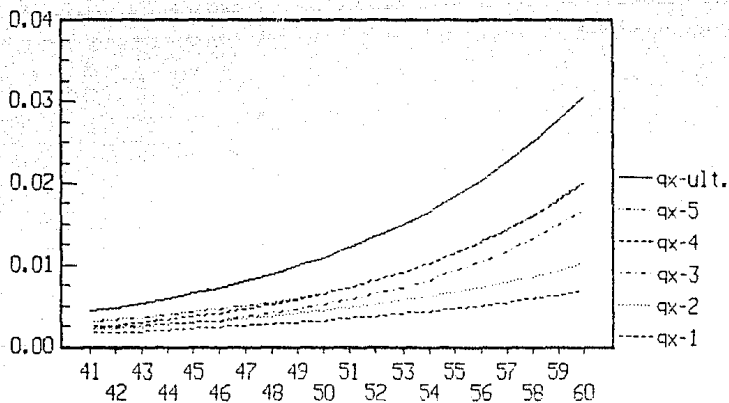
gráfica # 5.1

Comparación de probabilidades de muerte ajustadas según año de antigüedad



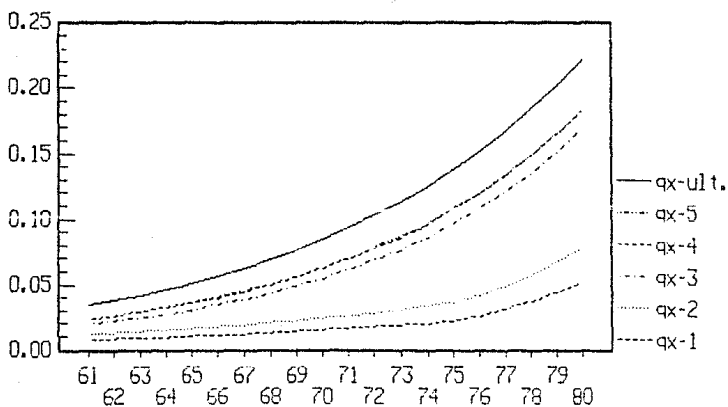
grafica # 5.2

Comparación de probabilidades de muerte ajustadas según año de antigüedad



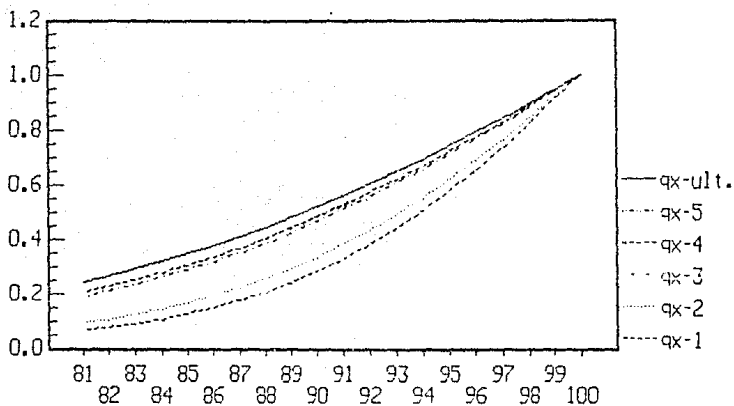
grafica # 5.3

Comparación de probabilidades de muerte ajustadas según año de antigüedad



grafica # 5.4

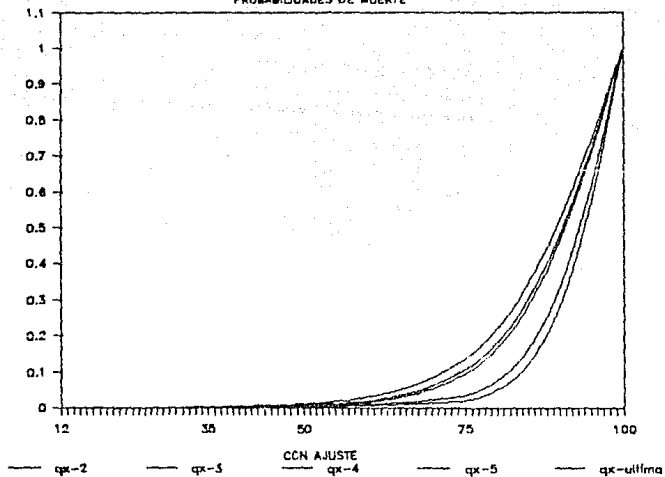
Comparación de probabilidades de muerte
ajustadas según año de antigüedad



grafica # 5.5

COMPARACION

PROBABILIDADES DE MUERTE



IV BIS Caso especial para la curva del 5^o año de antigüedad

Como se podrá observar, la curva ${}_5q_x$, que corresponde a la probabilidad de muerte para personas que estén en el quinto año de haber contratado su seguro, por sí sola no cumple con los supuestos del periodo de selección, como lo hacen todas las demás, por lo que hubo necesidad de ajustar de forma especial dicha curva.

Con base en la curva anterior ${}_4q_x$ y en la curva posterior ${}_6q_x$ (tabla última), el propósito que se busca es que ${}_5q_x$ quede comprendida entre ellas. Por la naturaleza de la curva ${}_5m_x$, fue necesario, en las primeras edades, multiplicarlos por ciertos factores, que conforme avanzara la edad fueran disminuyendo, sin que éstos llegaran a ser inferiores a uno, para que después, conforme se avanzara más en la edad, fueran incrementando. En otras palabras, los factores no pueden ser constantes, sino que más bien son de naturaleza cuadrática, i.e. una función cóncava hacia arriba.

De esta forma se eligió la función cuadrática :

$$p(x) = r + sx + tx^2 \quad \text{para } x = 12, \dots, 100, \text{ con}$$

$r = 1.699569$, $s = -0.03042$ y $t = 0.000455$, pues cumplen con las condiciones $p(12) = 1.4$, $p(25) = 1.2$ y $p(75) = 1.8$ que al multiplicarlos por la curva ${}_5m_x$ proporcionan una curva suave, con la gran ventaja de que al calcular los nuevos valores ${}_5q_x$ con $x = 12, \dots, 100$, éstos tienen la característica de que ${}_4q_x < {}_5q_x < {}_6q_x$ al menos para las edades $x = 12, \dots, 50$, ya que después de $x = 50$ se aplicó el ajuste exponencial descrito con anterioridad, para formar así las 6 curvas de probabilidad de muerte ${}_nq_x$, $n = 1, \dots, 6$ definitivas del cuadro # 4

V. Construcción de las columnas $p(x):t$, $l(x):t$ y $d(x):t$
de la tabla selecta

Una vez obtenidas las probabilidades de muerte, tanto para el periodo selecto como para la tabla última, se avocará a la construcción de las columnas $p(x):t$, $l(x):t$ y $d(x):t$. Para ello se darán las siguientes definiciones :

$q(x):t$: corresponde a la probabilidad de muerte de aquellas personas que entraron al periodo selecto a la edad x y que completaron su t -ésimo año de aseguramiento, de tal forma que la probabilidad de muerte para estas personas durante el $(t+1)$ -ésimo año de contratado el seguro es de $q(x):t$ $t = 0, \dots, 4$.

La tabla selecta de las $q(x):t$ es el cuadro # 8.1.

$p(x):t$: corresponde a la probabilidad de sobrevivencia de aquellas personas que entraron al periodo selecto a la edad x y que completaron su t -ésimo año de aseguramiento, de tal forma que la probabilidad de sobrevivir para estas personas durante el $(t+1)$ -ésimo año de contratado el seguro es de $p(x):t = 1 - q(x):t$ con $t = 0, \dots, 4$

La tabla selecta de las $p(x):t$ es el cuadro # 8.2.

$l(x):t$: representa al número de personas que entró al periodo selecto a edad x y que completo su t -ésimo año de aseguramiento, de tal forma que serán los expuestos al riesgo de morir durante el $(t+1)$ -ésimo año de aseguramiento.

La tabla selecta de los $l(x):t$ es el cuadro # 8.3.

$d(x):t$: representa el numero de muertes ocurridas durante el $(t+1)$ -ésimo año de aseguramiento, entre los expuestos al riesgo $l(x):t$ al comienzo de ése año. $t = 0, \dots, 4$.

La tabla selecta de las $d(x):t$ es el cuadro # 8.4.

Se supondrá que la edad más joven para entrar al periodo selecto será $x = 12$, y supondremos un grupo de personas cerrado, cuya única forma de salida es la muerte, el radix de este grupo es $l_{12} = 10^6$. La tabla selecta se empezará a construir con base a los valores $q_{12}, q_{12+1}, \dots, q_{12+4}$ aplicados al radix, y la tabla última con base a los valores q_{17}, q_{18}, \dots etc.

Al pasar a la edad $x = x_0$, se tendrá que considerar que el número de sobrevivientes al final de 5 años, del supuesto número de entrantes, sea precisamente l_{x_0+5} que es lo que la tabla última nos indicará. con $x_0 = 13, \dots, 95$. Por lo que será necesario construir primero la tabla última, tomando como radix para ésta a l_{17} que se obtuvo de calcular el primer renglón de la tabla selecta. recordar que $l_{x+1} = l_x p_x$

Al tener calculados los valores de l_x para la tabla última, automáticamente se calcularon todos los valores de l_{x_0+5} con $x_0 = 13, \dots, 95$. Ahora sólo falta conocer los valores de la tabla selecta referente a probabilidades de sobrevivencia p_{x+t} ; pero ésta es muy sencilla de construir ya que $p_{x+t} = 1 - q_{x+t}$ con $t = 0, \dots, 4$ y $x = 12, \dots, 95$.

Una vez hechos todos los cálculos descritos con anterioridad, se está listo para la construcción de la tabla selecta referente a los expuestos al riesgo l_{x+t} con $t = 0, \dots, 4$. Esta tabla se construye con base en los l_x de la tabla última, la ayuda de las probabilidades de sobrevivencia p_{x+t} , y un mecanismo de cálculo regresivo¹⁰. Así se tendrá que :

$$l_{x_0+5} = l_{x_0+4} - l_{x_0+4} q_{x_0+4} = l_{x_0+4} (1 - q_{x_0+4})$$

$$l_{x_0+5} = l_{x_0+4} p_{x_0+4}$$

$$* \quad l_{x_0+4} = \frac{l_{x_0+5}}{p_{x_0+4}} \quad \text{con } x_0 = 13, \dots, 95$$

Análogamente :

¹⁰ Spurgeon E.F., "Life Contingencies", Editorial The Syndics of the Cambridge University Press, 3a. edición, Cap 2, p. 25.

$$l(x_0)+3 = \frac{l(x_0)+4}{p(x_0)+3}, \dots, l(x_0) = \frac{l(x_0)+1}{p(x_0)} \quad \text{con } x_0=13, \dots, 95$$

De esta forma es posible obtener un número para $l(x_0)$, de tal manera que al final de 5 años sea precisamente $l(x_0)+5$.

Una vez obtenida la tabla completa para los expuestos al riesgo $l(x)+t$ con $t = 0, \dots, 4$, se procederá a calcular la tabla para los $d(x)+t$, muertes ocurridas durante el año. Estas se obtienen de la siguiente manera :

$$\begin{aligned} d(x) &= l(x) - l(x)+1 \\ d(x)+1 &= l(x)+1 - l(x)+2 \\ &: \\ &: \\ d(x)+4 &= l(x)+4 - l(x)+5 \quad \text{con } x=12, \dots, 95 \end{aligned}$$

y para la tabla última, se obtendrán por diferencia :

$$d_x = l_x - l_{x+1} \quad \text{con } x=17, \dots, 99$$

De esta forma se ha terminado de construir la tabla selecta y última. Los resultados se observan en los cuadros # 8.

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Probabilidad de Muerte

Edad de Emisión	1	Año del Seguro	2	3	4	5	6 ⁺	Edad Alcanzada
12	0.000168	0.000191	0.000260	0.000411	0.000458	0.000536		17
13	0.000182	0.000208	0.000282	0.000438	0.000489	0.000571		18
14	0.000196	0.000227	0.000304	0.000467	0.000523	0.000608		19
15	0.000212	0.000247	0.000329	0.000498	0.000560	0.000647		20
16	0.000229	0.000269	0.000356	0.000531	0.000599	0.000689		21
17	0.000247	0.000292	0.000384	0.000566	0.000642	0.000734		22
18	0.000267	0.000318	0.000416	0.000603	0.000688	0.000781		23
19	0.000289	0.000346	0.000449	0.000643	0.000738	0.000832		24
20	0.000312	0.000377	0.000486	0.000685	0.000792	0.000886		25
21	0.000337	0.000410	0.000525	0.000730	0.000850	0.000943		26
22	0.000364	0.000446	0.000568	0.000778	0.000914	0.001004		27
23	0.000393	0.000486	0.000614	0.000829	0.000983	0.001114		28
24	0.000424	0.000528	0.000663	0.000884	0.001058	0.001236		29
25	0.000458	0.000575	0.000717	0.000942	0.001139	0.001372		30
26	0.000495	0.000626	0.000775	0.001004	0.001228	0.001522		31
27	0.000535	0.000681	0.000838	0.001070	0.001325	0.001689		32
28	0.000577	0.000741	0.000905	0.001141	0.001430	0.001874		33
29	0.000624	0.000806	0.000979	0.001216	0.001545	0.002080		34
30	0.000673	0.000877	0.001058	0.001296	0.001670	0.002307		35
31	0.000727	0.000955	0.001144	0.001381	0.001807	0.002560		36
32	0.000786	0.001039	0.001236	0.001472	0.001956	0.002840		37
33	0.000848	0.001130	0.001336	0.001569	0.002119	0.003152		38
34	0.000916	0.001230	0.001444	0.001672	0.002298	0.003497		39
35	0.000990	0.001338	0.001561	0.001782	0.002494	0.003879		40
36	0.001069	0.001456	0.001687	0.001899	0.002708	0.004304		41
37	0.001154	0.001584	0.001824	0.002024	0.002942	0.004775		42
38	0.001246	0.001724	0.001971	0.002271	0.003201	0.005297		43
39	0.001346	0.001876	0.002131	0.002547	0.003483	0.005876		44
40	0.001454	0.002041	0.002303	0.002856	0.003793	0.006519		45
41	0.001570	0.002221	0.002489	0.003204	0.004133	0.007231		46
42	0.001696	0.002416	0.002691	0.003593	0.004506	0.008021		47
43	0.001831	0.002629	0.002908	0.004030	0.004917	0.008896		48
44	0.001977	0.002860	0.003143	0.004520	0.005368	0.009867		49
45	0.002135	0.003112	0.003541	0.005069	0.005863	0.010943		50
46	0.002306	0.003386	0.003990	0.005684	0.006408	0.012136		51
47	0.002490	0.003684	0.004426	0.006374	0.007165	0.013456		52
48	0.002689	0.004008	0.005065	0.007148	0.008055	0.014923		53
49	0.002904	0.004360	0.005706	0.008015	0.009031	0.016546		54
50	0.003136	0.004744	0.006429	0.008986	0.010124	0.018344		55

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Probabilidad de Muerte

Edad de Emisión	Año del Seguro					Edad Alcanzada	
1	2	3	4	5	6+		
51	0.003387	0.005161	0.007242	0.010075	0.011349	0.020335	56
52	0.003657	0.005614	0.008157	0.011295	0.012721	0.022540	57
53	0.003949	0.006107	0.009188	0.012662	0.014257	0.024980	58
54	0.004264	0.006644	0.010349	0.014193	0.015978	0.027682	59
55	0.004605	0.007227	0.011655	0.015907	0.017904	0.030671	60
56	0.004972	0.007862	0.013125	0.017827	0.020060	0.033977	61
57	0.005369	0.008552	0.014779	0.019976	0.022473	0.037633	62
58	0.005797	0.009302	0.016640	0.022382	0.025173	0.041674	63
59	0.006259	0.010118	0.018733	0.025073	0.028192	0.046139	64
60	0.006758	0.011005	0.021086	0.028083	0.031568	0.051069	65
61	0.007297	0.011969	0.023731	0.031449	0.035340	0.056511	66
62	0.007878	0.013017	0.026704	0.035212	0.039554	0.062514	67
63	0.008506	0.014156	0.030043	0.039415	0.044260	0.069131	68
64	0.009183	0.015394	0.033793	0.044105	0.049511	0.076424	69
65	0.009914	0.016739	0.038001	0.049347	0.055367	0.084451	70
66	0.010703	0.018201	0.042723	0.055190	0.061894	0.093280	71
67	0.011554	0.019789	0.048016	0.061704	0.069163	0.102982	72
68	0.012472	0.021514	0.053948	0.068958	0.077252	0.113633	73
69	0.013463	0.023388	0.060589	0.077032	0.086244	0.125314	74
70	0.014532	0.025423	0.068020	0.086009	0.096231	0.138106	75
71	0.015686	0.027633	0.076325	0.095979	0.107310	0.152099	76
72	0.016930	0.030032	0.085601	0.107041	0.119584	0.167383	77
73	0.018272	0.032635	0.095947	0.119298	0.133163	0.184049	78
74	0.019719	0.035460	0.107473	0.132860	0.148162	0.202191	79
75	0.021279	0.041509	0.120296	0.147842	0.164702	0.221903	80
76	0.025455	0.048564	0.134541	0.164366	0.182905	0.243277	81
77	0.030438	0.056784	0.150337	0.182553	0.202899	0.266401	82
78	0.036379	0.066347	0.167822	0.202532	0.224807	0.291358	83
79	0.043453	0.077457	0.187134	0.224427	0.248753	0.318225	84
80	0.051866	0.090341	0.208416	0.248361	0.274856	0.347065	85
81	0.061857	0.105250	0.231808	0.274454	0.303223	0.377933	86
82	0.073699	0.122461	0.257449	0.302814	0.333951	0.410863	87
83	0.087706	0.142276	0.285467	0.333538	0.367119	0.445873	88
84	0.104231	0.165015	0.315983	0.366706	0.402785	0.482960	89
85	0.123668	0.191015	0.349096	0.402376	0.440220	0.522096	90
86	0.146450	0.220518	0.384886	0.440579	0.481705	0.563225	91
87	0.173042	0.254165	0.423404	0.481317	0.524924	0.606266	92
88	0.203931	0.291976	0.464668	0.524555	0.570564	0.651105	93
89	0.239610	0.334335	0.508656	0.570218	0.618509	0.697600	94
90	0.280557	0.381467	0.555302	0.618191	0.668597	0.745581	95
91	0.327201	0.433513	0.604492	0.668314	0.720626	0.794847	96
92	0.379886	0.490509	0.656061	0.720382	0.774349	0.845176	97
93	0.438828	0.552356	0.709791	0.774148	0.829481	0.896321	98
94	0.504071	0.618804	0.765415	0.829326	0.895701	0.948020	99
95	0.575438	0.699438	0.822620	0.885596	0.942663	1.000000	100

CUADRO # 8.1

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Probabilidad de Supervivencia

Edad de Emisión	Año del Seguro						Edad Alcanzad
	1	2	3	4	5	6+	
12	0.999831	0.999808	0.999739	0.999588	0.999541	0.999463	17
13	0.999817	0.999791	0.999717	0.999561	0.999510	0.999428	18
14	0.999803	0.999772	0.999695	0.999532	0.999476	0.999391	19
15	0.999787	0.999752	0.999670	0.999501	0.999439	0.999352	20
16	0.999770	0.999730	0.999643	0.999468	0.999400	0.999310	21
17	0.999752	0.999707	0.999615	0.999433	0.999357	0.999265	22
18	0.999732	0.999681	0.999583	0.999396	0.999311	0.999218	23
19	0.999710	0.999653	0.999550	0.999356	0.999261	0.999167	24
20	0.999687	0.999622	0.999513	0.999314	0.999207	0.999113	25
21	0.999662	0.999589	0.999474	0.999269	0.999149	0.999056	26
22	0.999635	0.999553	0.999431	0.999221	0.999085	0.998995	27
23	0.999606	0.999513	0.999385	0.999170	0.999016	0.998885	28
24	0.999575	0.999471	0.999336	0.999115	0.998941	0.998763	29
25	0.999541	0.999424	0.999282	0.999057	0.998860	0.998627	30
26	0.999504	0.999373	0.999224	0.998995	0.998771	0.998477	31
27	0.999464	0.999318	0.999161	0.998929	0.998674	0.998310	32
28	0.999422	0.999258	0.999094	0.998858	0.998569	0.998125	33
29	0.999375	0.999193	0.999020	0.998783	0.998454	0.997919	34
30	0.999326	0.999122	0.998941	0.998703	0.998329	0.997692	35
31	0.999272	0.999044	0.998855	0.998618	0.998192	0.997439	36
32	0.999213	0.998960	0.998763	0.998527	0.998043	0.997159	37
33	0.999151	0.998869	0.998663	0.998430	0.997860	0.996847	38
34	0.999083	0.998769	0.998555	0.998327	0.997701	0.996502	39
35	0.999009	0.998661	0.998438	0.998217	0.997505	0.996120	40
36	0.998930	0.998543	0.998312	0.998100	0.997291	0.995695	41
37	0.998845	0.998415	0.998175	0.997975	0.997056	0.995224	42
38	0.998753	0.998275	0.998028	0.997728	0.996798	0.994702	43
39	0.998653	0.998123	0.997868	0.997452	0.996516	0.994123	44
40	0.998545	0.997958	0.997696	0.997143	0.996206	0.993480	45
41	0.998429	0.997778	0.997510	0.996795	0.995866	0.992768	46
42	0.998303	0.997583	0.997308	0.996406	0.995493	0.991978	47
43	0.998168	0.997370	0.997091	0.995969	0.995082	0.991103	48
44	0.998022	0.997139	0.996856	0.995479	0.994631	0.990132	49
45	0.997864	0.996887	0.996458	0.994930	0.994136	0.989056	50
46	0.997693	0.996613	0.996009	0.994315	0.993591	0.987863	51
47	0.997509	0.996315	0.995503	0.993625	0.992814	0.986541	52
48	0.997310	0.995991	0.994934	0.992851	0.991944	0.985076	53
49	0.997055	0.995639	0.994293	0.991984	0.990968	0.983453	54
50	0.996863	0.995255	0.993570	0.991013	0.989875	0.981655	55

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Probabilidad de Supervivencia

Edad de Emisión	1	Año del Seguro	2	3	4	5	6 ⁺	Edad Alcanzad
51	0.996612	0.994838	0.992757	0.989924	0.988650	0.979664		56
52	0.996342	0.994385	0.991842	0.988704	0.987278	0.977459		57
53	0.996050	0.993892	0.990811	0.987337	0.985742	0.975019		58
54	0.995735	0.993355	0.989650	0.985806	0.984021	0.972317		59
55	0.995394	0.992772	0.988344	0.984092	0.982095	0.969328		60
56	0.995027	0.992137	0.986874	0.982172	0.979939	0.966022		61
57	0.994630	0.991447	0.985220	0.980023	0.977526	0.962366		62
58	0.994202	0.990697	0.983359	0.977617	0.974826	0.958325		63
59	0.993740	0.989881	0.981266	0.974926	0.971807	0.953860		64
60	0.993241	0.988994	0.978913	0.971916	0.968431	0.948930		65
61	0.992702	0.988030	0.976268	0.968550	0.964659	0.943188		66
62	0.992121	0.986982	0.973295	0.964787	0.960445	0.937485		67
63	0.991493	0.985943	0.969956	0.960584	0.955739	0.930866		68
64	0.990816	0.984605	0.966206	0.955890	0.950488	0.923575		69
65	0.990085	0.983260	0.961998	0.950652	0.944632	0.915548		70
66	0.989296	0.981798	0.957276	0.944809	0.938105	0.906712		71
67	0.988445	0.980210	0.951983	0.938295	0.930836	0.897017		72
68	0.987527	0.978485	0.946051	0.931041	0.922747	0.886366		73
69	0.986536	0.976611	0.939410	0.922967	0.913755	0.874665		74
70	0.985467	0.974576	0.931979	0.913990	0.903768	0.861893		75
71	0.984313	0.972366	0.923674	0.904020	0.892689	0.847900		76
72	0.983069	0.969967	0.914398	0.892958	0.880415	0.832616		77
73	0.981727	0.967364	0.904052	0.880701	0.866036	0.815950		78
74	0.980280	0.964539	0.892526	0.867139	0.851837	0.797808		79
75	0.978720	0.961490	0.879703	0.852157	0.835297	0.778096		80
76	0.977454	0.958435	0.865458	0.835633	0.817094	0.756722		81
77	0.969561	0.943215	0.849662	0.817446	0.797100	0.733598		82
78	0.963620	0.933652	0.832177	0.797467	0.775192	0.708641		83
79	0.956546	0.922542	0.812865	0.775572	0.751246	0.681774		84
80	0.948133	0.909658	0.791583	0.751638	0.725143	0.652934		85
81	0.938142	0.894749	0.768191	0.725545	0.696776	0.622066		86
82	0.926300	0.877538	0.742550	0.697185	0.666048	0.589136		87
83	0.912293	0.857723	0.714532	0.666461	0.632880	0.554126		88
84	0.895768	0.834984	0.684016	0.633293	0.597214	0.517039		89
85	0.876331	0.806524	0.650903	0.597623	0.559019	0.477903		90
86	0.853549	0.779381	0.615113	0.553120	0.518294	0.436774		91
87	0.826957	0.745834	0.576595	0.518682	0.475075	0.391733		92
88	0.796068	0.708023	0.535331	0.475444	0.429435	0.348894		93
89	0.760389	0.665664	0.491343	0.429781	0.381490	0.302399		94
90	0.719442	0.618532	0.444697	0.381808	0.331402	0.254418		95
91	0.672798	0.566486	0.395507	0.331685	0.279373	0.205152		96
92	0.620113	0.509490	0.343938	0.279617	0.225650	0.154823		97
93	0.561171	0.447643	0.290208	0.225851	0.170518	0.103678		98
94	0.495928	0.361125	0.234584	0.170673	0.114298	0.051979		99
95	0.424551	0.310561	0.177379	0.114403	0.057336	0.000000		100

CUADRO # 8.2

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Expuestos al riesgo

Edad de Emisión	Año del Seguro					Edad Alcanzad	
	1	2	3	4	5		6+
12	1,000,000	999,831	999,639	999,378	998,967	998,509	17
13	999,573	999,391	999,183	998,901	998,463	997,973	18
14	999,121	998,924	998,697	998,393	997,926	997,403	19
15	998,641	998,429	998,182	997,853	997,355	996,797	20
16	998,131	997,902	997,634	997,278	996,749	996,151	21
17	997,591	997,344	997,052	996,668	996,104	995,464	22
18	997,019	996,752	996,434	996,019	995,418	994,733	23
19	996,412	996,123	995,778	995,330	994,690	993,956	24
20	995,768	995,457	995,081	994,598	993,916	993,128	25
21	995,086	994,750	994,342	993,819	993,093	992,248	26
22	994,363	994,001	993,557	992,993	992,219	991,312	27
23	993,598	993,207	992,724	992,114	991,291	990,316	28
24	992,742	992,320	991,795	991,137	990,260	989,213	29
25	991,786	991,331	990,760	990,050	989,116	987,989	30
26	990,718	990,228	989,608	988,840	987,847	986,633	31
27	989,527	988,998	988,324	987,495	986,438	985,131	32
28	988,198	987,627	986,894	986,000	984,875	983,466	33
29	986,715	986,099	985,304	984,339	983,142	981,623	34
30	985,063	984,399	983,535	982,494	981,220	979,581	35
31	983,221	982,506	981,567	980,444	979,090	977,320	36
32	981,170	980,399	979,380	978,169	976,729	974,818	37
33	978,887	978,056	976,950	975,644	974,113	972,048	38
34	976,347	975,452	974,252	972,844	971,217	968,984	39
35	973,522	972,558	971,256	969,739	968,010	965,596	40
36	970,381	969,343	967,931	966,298	964,462	961,849	41
37	966,892	965,775	964,245	962,485	960,537	957,709	42
38	963,127	961,926	960,267	958,373	956,197	953,136	43
39	958,956	957,665	955,868	953,830	951,401	948,087	44
40	954,339	952,951	951,005	948,815	946,104	942,515	45
41	949,230	947,739	945,634	943,280	940,257	936,371	46
42	943,582	941,981	939,705	937,176	933,808	929,600	47
43	937,341	935,624	933,164	930,450	926,700	922,143	48
44	930,452	928,611	925,955	923,044	918,871	913,939	49
45	922,986	921,014	918,148	914,896	910,258	904,920	50
46	914,770	912,660	909,570	905,940	900,790	895,017	51
47	905,901	903,644	900,315	896,267	890,554	884,155	52
48	896,173	893,762	890,180	885,670	879,339	872,255	53
49	885,514	882,942	879,092	874,075	867,069	859,238	54
50	873,853	871,112	866,979	861,405	853,664	845,021	55

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Expuestos al riesgo

Edad de Emisión	A ñ o d e l S e g u r o					Edad Alcanzado	
	1	2	3	4	5		6 ⁺
51	861,112	858,195	853,766	847,582	839,042	829,520	56
52	847,212	844,113	839,374	832,526	823,122	812,651	57
53	832,076	828,789	823,727	816,158	805,823	794,334	58
54	815,623	812,145	806,748	798,399	787,067	774,491	59
55	797,778	794,104	788,364	779,175	766,780	753,051	60
56	778,466	774,596	768,505	758,418	744,897	729,954	61
57	757,623	753,555	747,110	736,068	721,364	705,152	62
58	735,188	730,926	724,126	712,076	696,139	678,614	63
59	711,116	706,665	699,515	688,411	669,200	650,333	64
60	685,378	680,746	673,254	659,057	640,549	620,328	65
61	657,962	653,160	645,342	630,027	610,213	588,648	66
62	628,881	623,926	615,805	599,360	578,255	555,382	67
63	598,179	593,090	584,695	567,128	544,775	520,663	68
64	565,931	560,733	552,101	533,444	509,914	484,668	69
65	532,251	526,974	518,153	498,462	473,864	447,627	70
66	497,297	491,974	483,020	462,384	436,864	409,825	71
67	461,272	455,942	446,919	425,459	399,207	371,596	72
68	424,426	419,132	410,115	387,990	361,235	333,328	73
69	387,061	381,849	372,918	350,323	323,337	295,451	74
70	349,522	344,442	335,685	312,852	285,944	258,427	75
71	312,198	307,301	298,809	276,002	249,511	222,736	76
72	275,511	270,847	262,713	240,224	214,510	188,858	77
73	239,905	235,522	227,835	205,975	181,403	157,246	78
74	205,829	201,771	194,616	173,700	150,622	128,305	79
75	174,261	170,553	163,473	143,808	122,547	102,363	80
76	145,356	141,665	134,785	116,651	97,478	79,648	81
77	119,044	115,421	108,867	92,500	75,614	60,272	82
78	95,531	92,055	85,948	71,524	57,038	44,215	83
79	74,969	71,712	66,157	53,777	41,708	31,333	84
80	57,407	54,429	49,512	39,193	29,459	21,362	85
81	42,787	40,140	35,915	27,590	20,018	13,948	86
82	30,956	28,675	25,163	18,685	13,027	8,677	87
83	21,675	19,774	16,961	12,119	8,077	5,112	88
84	14,638	13,113	10,949	7,489	4,743	2,833	89
85	9,533	8,325	6,735	4,364	2,620	1,465	90
86	5,899	5,035	3,924	2,414	1,350	700	91
87	3,488	2,885	2,152	1,241	643	306	92
88	1,954	1,555	1,101	590	280	120	93
89	1,030	783	521	256	110	42	94
90	507	365	226	100	38	13	95
91	231	156	88	35	12	3	96
92	97	60	31	11	3	1	97
93	37	21	9	3	1	0	98
94	12	6	2	1	0	0	99
95	4	2	0	0	0	0	100

CUADRO # 8.3

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Muertes Ocurridas

Edad de Emisión	A ñ o d e l S e g u r o						Edad Alcanzad
1	2	3	4	5	6+		
12	169	192	261	411	458	536	17
13	182	209	282	438	489	570	18
14	197	227	304	467	523	607	19
15	212	247	329	497	559	646	20
16	229	269	355	530	598	687	21
17	247	292	384	564	640	731	22
18	267	318	415	601	685	778	23
19	288	345	448	640	734	827	24
20	311	376	484	682	787	880	25
21	336	408	523	726	845	936	26
22	362	444	564	773	907	996	27
23	391	483	610	823	975	1,104	28
24	422	525	656	877	1,048	1,223	29
25	455	571	711	933	1,127	1,356	30
26	491	620	767	993	1,213	1,502	31
27	529	674	828	1,057	1,307	1,664	32
28	571	732	894	1,125	1,409	1,844	33
29	616	796	965	1,197	1,519	2,042	34
30	664	864	1,041	1,274	1,639	2,261	35
31	716	938	1,123	1,355	1,769	2,503	36
32	771	1,019	1,211	1,440	1,911	2,769	37
33	831	1,106	1,306	1,531	2,065	3,064	38
34	895	1,200	1,408	1,627	2,233	3,389	39
35	964	1,302	1,517	1,729	2,415	3,746	40
36	1,038	1,412	1,634	1,836	2,612	4,140	41
37	1,116	1,531	1,759	1,949	2,827	4,573	42
38	1,201	1,659	1,894	2,177	3,061	5,049	43
39	1,291	1,797	2,037	2,430	3,314	5,572	44
40	1,388	1,945	2,191	2,711	3,589	6,144	45
41	1,491	2,105	2,354	3,023	3,886	6,771	46
42	1,600	2,276	2,529	3,368	4,209	7,456	47
43	1,717	2,460	2,714	3,750	4,557	8,204	48
44	1,840	2,657	2,911	4,172	4,933	9,018	49
45	1,971	2,867	3,252	4,629	5,337	9,903	50
46	2,110	3,091	3,630	5,150	5,773	10,862	51
47	2,256	3,329	4,048	5,714	6,339	11,899	52
48	2,411	3,582	4,509	6,331	7,084	13,017	53
49	2,572	3,850	5,017	7,006	7,831	14,217	54
50	2,741	4,133	5,574	7,741	8,643	15,501	55

TABLA DE MORTALIDAD SELECTA
Muertes Ocurredas

Edad de Emisión	Año del Seguro						Edad Alcanzada
	1	2	3	4	5	6+	
51	2,917	4,429	6,183	8,540	9,523	16,869	56
52	3,099	4,739	6,848	9,404	10,471	18,317	57
53	3,286	5,062	7,569	10,335	11,489	19,843	58
54	3,478	5,396	8,349	11,332	12,576	21,440	59
55	3,674	5,740	9,189	12,395	13,729	23,097	60
56	3,871	6,090	10,087	13,521	14,943	24,802	61
57	4,068	6,445	11,042	14,704	16,212	26,537	62
58	4,262	6,800	12,050	15,938	17,524	28,281	63
59	4,451	7,150	13,104	17,211	18,867	30,006	64
60	4,632	7,492	14,196	18,509	20,221	31,680	65
61	4,801	7,818	15,315	19,814	21,565	33,265	66
62	4,955	8,122	16,445	21,105	22,873	34,720	67
63	5,098	8,396	17,566	22,354	24,112	35,995	68
64	5,197	8,632	18,657	23,530	25,246	37,049	69
65	5,277	8,821	19,691	24,598	26,237	37,803	70
66	5,323	8,955	20,636	25,519	27,039	38,229	71
67	5,330	9,023	21,460	26,253	27,611	38,268	72
68	5,294	9,018	22,125	26,755	27,906	37,877	73
69	5,211	8,931	22,595	26,986	27,886	37,024	74
70	5,060	8,757	22,833	26,908	27,517	35,691	75
71	4,897	8,492	22,807	26,491	26,775	33,878	76
72	4,664	8,134	22,488	25,714	25,652	31,612	77
73	4,384	7,686	21,860	24,573	24,156	28,941	78
74	4,059	7,155	20,916	23,078	22,316	25,942	79
75	3,708	7,080	19,665	21,261	20,184	22,715	80
76	3,700	6,880	18,134	19,173	17,829	19,377	81
77	3,624	6,554	16,367	16,886	15,342	16,056	82
78	3,475	6,108	14,424	14,486	12,823	12,883	83
79	3,258	5,555	12,380	12,069	10,375	9,971	84
80	2,977	4,917	10,319	9,734	8,097	7,414	85
81	2,647	4,225	8,325	7,572	6,070	5,271	86
82	2,281	3,512	6,478	5,658	4,350	3,565	87
83	1,901	2,813	4,842	4,042	2,965	2,279	88
84	1,526	2,164	3,460	2,746	1,910	1,368	89
85	1,175	1,590	2,351	1,764	1,155	765	90
86	864	1,111	1,510	1,064	650	394	91
87	604	733	911	597	338	185	92
88	398	454	512	309	160	78	93
89	247	262	265	146	68	29	94
90	142	139	125	62	26	9	95
91	76	67	53	23	8	3	96
92	37	29	20	8	2	1	97
93	16	11	7	2	0	0	98
94	6	4	2	0	0	0	99
95	2	1	0	0	0	0	100

CUADRO # 8.4

CAPITULO III

DATOS SOBRE LA TABLA ÚLTIMA

Suponiendo que la tasa instantánea de mortalidad se comporta como lo describe la Ley de Gompertz-Makeham, tendremos que:

$$\mu_x = A + BC^x$$

$$\text{pero : } \mu_x = - \frac{d \ln(l_x)}{dx} \Rightarrow - \ln(l_x) = \int A + BC^x dx$$

$$\Rightarrow \ln(l_x) = -Ax - \frac{BC^x}{\ln C} + \ln K \quad \text{ahora sea } \ln g = - \frac{B}{\ln C} \quad \text{y } \ln s = -A$$

$$\Rightarrow \ln(l_x) = x \ln s + C^x \ln g + \ln K$$

$$\Rightarrow l_x = K s^x g^{C^x} \quad \Rightarrow l_{x+t} = K s^{x+t} g^{C^{x+t}}$$

Al suponer que una tabla en particular se comporta como la Ley de Gompertz-Makeham, pero los valores de las constantes no son conocidos, éstos se podrán conocer a partir de cuatro valores de $\ln(l_x)$ equidistantes, teniéndose los siguientes sistemas de ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} \ln(l_x) &= \ln K + x \ln s + C^x \ln g \\ \ln(l_{x+t}) &= \ln K + (x+t) \ln s + C^{(x+t)} \ln g \\ \ln(l_{x+2t}) &= \ln K + (x+2t) \ln s + C^{(x+2t)} \ln g \\ \ln(l_{x+3t}) &= \ln K + (x+3t) \ln s + C^{(x+3t)} \ln g \end{aligned} \right\} \dots (\alpha)$$

Sacando primeras diferencias finitas del sistema (α) se tiene:

$$\left. \begin{aligned} \Delta \ln(l_x) &= t \ln s + C^x (C^t - 1) \ln g \\ \Delta \ln(l_{x+t}) &= t \ln s + C^{(x+t)} (C^t - 1) \ln g \\ \Delta \ln(l_{x+2t}) &= t \ln s + C^{(x+2t)} (C^t - 1) \ln g \end{aligned} \right\} \dots (\beta)$$

Y sacando dobles diferencias finitas del sistema (α) tenemos:

$$\left. \begin{aligned} \Delta^2 \ln(l_x) &= C^x (C^t - 1)^2 \ln g \\ \Delta^2 \ln(l_{x+t}) &= C^{x+t} (C^t - 1)^2 \ln g \end{aligned} \right\} \dots (\gamma)$$

$$\frac{\Delta^2 \ln(l_{x+t})}{\Delta^2 \ln(l_x)} = C^t$$

Sacando logaritmo a la última ecuación tendremos que :

$$\ln(\Delta^2 \ln(l_{x+t})) - \ln(\Delta^2 \ln(l_x)) = t \ln C \quad \dots (\delta)$$

Ahora en (δ) los valores del lado izquierdo son conocidos, de esta forma podremos conocer el valor de C . Sustituyendo en (γ) a C , encontraremos el valor de $\ln g$, que es equivalente a encontrar el valor de B , y finalmente sustituyendo el valor de $\ln g$ en (β) sabremos el valor de $\ln s$ que es equivalente a saber el valor de A .

Se procedió a calcular las constantes de Gompertz-Makeham en la tabla última ya que se está suponiendo que la tasa instantánea de mortalidad se comporta en la experiencia mexicana 83-88, como lo describe su ley. Se Tomó los cuatro valores l_x equidistantes correspondientes a las edades $x = 23, 46, 69, 92$ teniéndose entonces el valor de $t = 23$. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes :

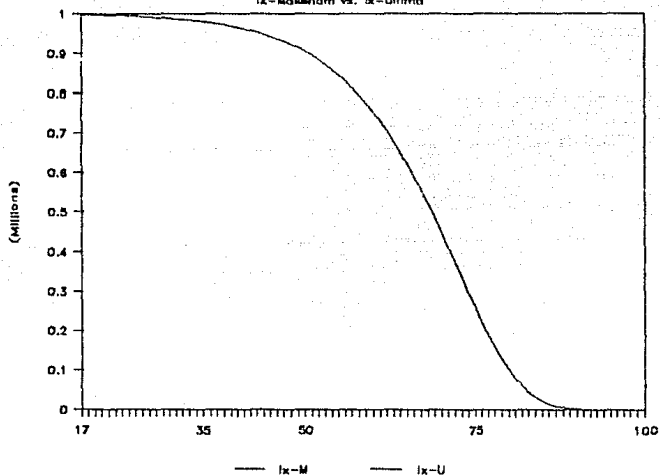
$$A = 0.0000842612$$

$$B = 0.0048561831$$

$$C = 1.1108377819$$

COMPORTAMIENTO

Ix-Moham vs. Ix-Ultima



CAPITULO IV

CONCLUSIONES

La tabla que se presentó en la tesis está construida gracias a la información proporcionada por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, por medio de las formas estadísticas de seguros, donde están desglosados los datos concernientes a expuestos al riesgo al 31 de diciembre y mortalidad ocurrida durante el año, para la experiencia 1983 - 1988, de 19 compañías de seguros que enviaron a dicho organismo. Con esta información se calcularon tasas centrales crudas de mortalidad, para más adelante con ayuda de regresiones exponenciales se calcularan tasas centrales de mortalidad para cada edad y según la antigüedad de contrato del seguro. Ya calculadas éstas se procedió al cálculo de las probabilidades de muerte, base para tabla selecta y tabla última de mortalidad.

La pretención de esta tesis fue mostrar que debido al examen médico y a otros métodos de selección de los asegurados del seguro de vida, la tasa de mortalidad en cualquier edad entre un grupo de asegurados dependerá del tiempo que haya transcurrido desde el contrato de su seguro. Después de haber construido las 5 curvas de probabilidad de muerte con base a la regresión exponencial aplicada a las tasas quinquenales, se observó que los datos únicamente reflejaban un periodo selecto de 4 años por lo que se tuvo que hacer un ajuste especial para la curva del quinto año de antigüedad (ver p. 72).

La tabla última tiene un comportamiento muy semejante al que describe la ley Gompertz-Makeham, llegando a ser la diferencia en las edades equidistantes $x = 23, 46, 69, 92$ igual a cero, por lo que el comportamiento de ésta es muy satisfactorio.

Como la tabla selecta (p. 76) está construida con información proporcionada por las compañías de seguro y toma la experiencia de seis años recientes del mercado asegurador mexicano, se podrá tener la seguridad que dicha tabla reflejará, durante algunos años en el futuro, el comportamiento de la mortalidad en este campo, cumpliéndose así con los fines que persigue ésta.

Bibliografía

Libros

- LIFE CONTINGENCIES
E.F. Spurgeon, F.I.A

- LIFE CONTINGENCIES
Ch. W. Jordan

- ELEMENTOS DE CALCULO ACTUARIAL
José González Galé

- EL SEGURO DE VIDA
Joseph B. Maclean

- INTRODUCTION TO THE THEORY OF STATISTICS
Alexander M. Mood
Franklin A. Graybill
Duane C. Boes

- ESTADISTICA MATEMATICA CON APLICACIONES
Mendenhall, Scheaffer, Wackerly

- ANALISIS NUMERICO
Richard L. Burden
J. Douglas Faires

- MANUAL DE LA TEORIA DE PROBABILIDADES Y ESTADISTICA
MATEMATICA
V.S. Koroliuk

Notas

- TABLA DE MORTALIDAD - SEGURO DE GRUPO
Act. Mario López Domínguez
Act. Rosa María Alatorre Salgado

- ELABORACION Y UTILIDAD DE LA TABLA ABREVIADA DE MORTALIDAD
Act. Alejandro Mina Valdéz

Software Utilizado

- LOTUS 123
- LOTUS PRINT GRAPH
- GRAPH IN THE BOX
- CHI-WRITER