

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS.

MODELO ESTADISTICO PARA LA CLASIFICACION  
DE SOLICITANTES DE SEGUROS DE VIDA

**T E S I S**

Que para obtener el título de :

**ACTUARIO**

**P R E S E N T A**

*Désirée Alvarado Paz*



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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.

## RECONOCIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al señor Act. Abelardo de la Torre González, por su guía, revisión y crítica para el desarrollo de este -- trabajo.

Asimismo, agradezco al señor Act. Federico O'Reilly Togno, sus valiosos consejos y sugerencias en los aspectos matemáticos aquí tratados.

## INTRODUCCION.

Actualmente en el ramo de seguros en México existen varias funciones administrativas que no han sido analizadas debidamente. El presente trabajo pretende desarrollar un método para la clasificación de los solicitantes de seguros de vida en una compañía aseguradora.

Debido a que no se dispone de la información necesaria para realizar numéricamente este estudio, se ha planteado la solución al problema de clasificación con el propósito de que las aseguradoras adopten recomendaciones para la recopilación y registro de datos.

## 1.- GENERALIDADES.

En una compañía de seguros, el análisis de la solicitud de un seguro de vida debe basarse en la estimación del riesgo de mortalidad del solicitante.

Para estimar el riesgo de muerte de un solicitante se tomará en cuenta en primer término al hombre mismo y por último, el medio en que se desenvuelve. En cuanto al hombre mismo se analizarán los factores de -- constitución física tales como sexo, edad, peso, talla, herencia, etc. y características psicológicas. En cuanto al ambiente, se considerarán -- los medios sociales y geográficos tales como estado civil, clase social, ocupación, hábitos y comunidad.

Se ha convenido en que la edad sea el factor principal que nos refleje la probabilidad de muerte de una persona y que los demás factores que influyan en la mortalidad, sean tomados en cuenta mediante una medida global que estime la extrahortabilidad del asegurado.

## 2.- FUENTES DE INFORMACION.

Las fuentes de información para el análisis de una solicitud --

son las siguientes :

- 1) Las declaraciones del solicitante en su solicitud
- 2) El examen médico
- 3) Los informes confidenciales.

La primera selección se lleva a cabo mediante el agente, ya que la mayoría de las compañías instruyen a sus agentes para que soliciten seguros únicamente sobre aquellas personas que se crea que son elegibles.

Si el agente considera que el individuo de que se trate es un riesgo asegurable, obtiene de él una solicitud de seguro por escrito.

Las declaraciones del solicitante inscritas en la solicitud corresponden a datos de nombre, residencia actual, lugar y fecha de nacimiento, ocupación, frecuencia en viajes aéreos y antecedentes de otro seguro. Los datos aquí indicados corresponden a la solicitud con examen médico, para el caso particular de solicitud sin examen médico posteriormente se trata con mayor detalle.

El informe médico comprende : 1) de las declaraciones del solicitante en cuanto a historia personal de enfermedades, lesiones, etc., hábitos especialmente de licores intoxicantes y cigarrillo, ambiente, hig

toria de la salud y longevidad de la familia. 2) del examen médico en relación a constitución física, es decir altura y peso del solicitante, identificación y aspecto general del solicitante para evitar la sustitución fraudulenta del examinado y solicitante, análisis de orina, presión sanguínea, corazón, pulmones, cerebro, riñones, etc. 3) opinión y recomendación sobre la asegurabilidad del solicitante.

En el informe confidencial la compañía toma en cuenta los aspectos económicos y morales del solicitante. El informe está en función -- del monto de suma asegurada, esto es a mayor suma asegurada más información. Generalmente se obtienen mediante algún representante de agencia comercial o de crédito. Proporciona datos relacionados sobre la salud, hábitos, finanzas, ambiente, reputación y modo de vida del solicitante.

Solicitud sin examen médico.

Originalmente, en los primeros años del seguro en Inglaterra, - el seguro de vida era emitido sin examen médico. El solicitante comparecía ante los directores de la compañía, quienes fundándose en su aspecto personal determinaban si era aceptado o rechazado. Posteriormente la selección del riesgo se ha desarrollado en tal forma que un examen médico - es conveniente para la selección. Sin embargo, no es necesario que haya un examen riguroso, siempre y cuando, la selección del riesgo se haga cuj

dadosamente sobre determinadas declaraciones hechas por el solicitante y se tengan límites razonables en cuanto edades y sumas aseguradas máximas.

Las compañías suelen tener como límites del seguro sin examen médico las sumas aseguradas de \$ 50,000 a \$ 70,000 y sobre las edades de 45 años. Las compañías se reservan el derecho de exigir al solicitante que presente examen médico.

El hecho de eliminar el examen médico tiene varias ventajas para la compañía, tales como facilitar el manejo administrativo, extensión de los negocios a diferentes medios, ahorro en gastos administrativos y sobre todo dar facilidades a las ~~personas que siendo elegibles~~ no se han asegurado, ya sea por temor a pasar un examen médico o por otras razones prácticas.

### 3.- SELECCION DE RIESGOS.

De acuerdo a la información que ha obtenido la compañía sobre el solicitante se procede a situar a éste en el grupo que le corresponde de acuerdo a su riesgo, esto es.:



- 1) Riesgo Asegurable Normal
- 2) Riesgo Asegurable Subnormal
- 3) Riesgo No-Asegurable.

Debe entenderse que un individuo pertenece a un grupo subnormal, cuando forma parte de un grupo de vidas que están sujetas a una probabilidad de muerte mayor a la que le corresponde a un grupo normal de vidas -- aseguradas.

Técnicamente todos los riesgos son asegurables, incluso parte - de los que se incluyen en el inciso que se ha denominado no-asegurable, - con excepción de las personas que sufren enfermedades mortales y activas que si corresponden a ese grupo. Si se llegara a conocer con exactitud aceptable la probabilidad de muerte que se puede esperar en un grupo de-- terminado, si éste es lo suficientemente grande como para que funcione la Ley de Grandes Números, sería posible conceder el seguro de vida a cual-- quiera que tuviera un riesgo subnormal o extraordinario. Sin embargo, - puede resultar que la tarifa o prima sea tan elevada que pocos serían los dispuestos a pagar y por lo tanto, habría que analizar el tamaño y riesgo del grupo que aceptó.

Debido a que en la práctica resulta muy difícil manejar lo ante

riormente indicado, bajo el criterio de que hay muchas personas que no pueden obtener seguro, por motivo al alto riesgo de muerte a que están sujetas, se ha creado en la selección de riesgos el grupo no-asegurable.

#### 4.- PROCEDIMIENTO DEL SISTEMA PROPUESTO EN ESTE TRABAJO.

Como ya se indicó en las generalidades, se ha convenido en que la edad sea el factor principal que refleje la probabilidad de muerte de un solicitante, de tal modo que los demás factores que influyen en la mortalidad son tomados por medio de una medida global.

Al analizar el riesgo del solicitante, si se le considera como un riesgo asegurable normal, se estimará su probabilidad de muerte únicamente de acuerdo a su edad. Si el solicitante es un riesgo subnormal se estimará su probabilidad de muerte aumentándole a la probabilidad básica de acuerdo a la edad, un porcentaje por el cual se estime que tiene una extramortalidad o mayor mortalidad de lo considerado como normal.

El procedimiento estadístico consistirá en elaborar un método que evalúe en función de las variables obtenidas por las fuentes de información, la mortalidad del solicitante de un seguro de vida.

Para poder realizar tal valuación habrá que conocer con cierta confiabilidad la influencia de las variables sobre la mortalidad. La influencia se determinará con base en la experiencia los actuales asegurados.

Una vez estimada en forma adecuada esta influencia, se establecerá el sistema para clasificar al solicitante en alguno de los grupos de subnormalidad determinados y se pueda medir su extramortalidad.

#### 5.- ANALISIS DE LAS VARIABLES.

Las variables que intervendrán en el modelo estarán en función de los datos obtenidos en la solicitud y examen médico del solicitante.

A continuación presentamos las variables más generales que pueden intervenir en el modelo :

- 1) Edad
- 2) Sexo
- 3) Estado civil
- 4) Ocupación
- 5) Datos relacionados a frecuencia de aviación

- 6) Sobre peso
- 7) Bajo peso
- 8) Estabilidad en el peso
- 9) Estado físico general
- 10) Padecimiento de alguna enfermedad
- 11) Internamiento en Centros Médicos
- 12) Intevención de Rayos X
- 13) Práctica de Electrocardiogramas
- 14) Historia familiar.

Básicamente las anteriores variables bien pueden ser ampliadas, de acuerdo a la intervención más profunda de datos médicos.

En el modelo propuesto se trata de 14 variables. Debe tomar - en cuenta que las variables deben medirse ya sea en orden ascendente o -- descendente, de manera que supuestamente reflejen la mortalidad. Esta - condición de monotonía de la mortalidad respecto al factor es necesaria - para el modelo que se propone, deberá hacerse esta clasificación por per- sonas capacitadas en cada caso.

La manera más simple de analizar los factores que intervienen - en las solicitudes es la siguiente :

- 1.- La edad es muy importante en la selección de asegurados, como ya se ha indicado que es la base de la determinación de la mortalidad. La codificación es automática puesto que la probabilidad de muerte es creciente conforme aumenta la edad.
  
- 2.- Sexo.- Supongamos que la mujer tiene menor riesgo que el hombre, -- así podemos codificar como :  
0 FEMENINO  
1 MASCULINO.
  
- 3.- Ocupación.- La ocupación se deberá codificar de acuerdo a un manual que tiene cada compañía. Dicho manual toma en cuenta la peligrosidad de los riesgos.
  
- 4.- Estado Civil.- En el estado civil, suponemos que los casados tienen mejores hábitos. En general habrá que observar realmente estos casos.

Una manera de codificar el estado civil sería :

- 0 Casado
- 1 Soltero
- 2 Divorciado
- 3 Viudo.

5.- Datos relacionados a frecuencias en aviación.- Las Compañías generalmente aseguran al solicitante si viaja como pasajero, pagando su boleto, en un avión comercial autorizado y sobre rutas establecidas.

Generalmente las aseguradoras no aseguran a menos que haya un convenio en contrario a personas que viajen en vuelos de observación, especiales o fletados o usando aeronaves que no pertenezcan a una línea regular establecida de pasajeros, ni cuando el asegurado actúa como piloto, mecánico o miembro de la tripulación. Una manera en la cual podemos representar la peligrosidad en estos casos es tomando el número de horas de vuelo en un año; así tenemos :

- 0 de 1 a 100 Hrs.
- 1 de 101 a 200 Hrs.
- 2 de 201 a 400 Hrs.
- 3 de 301 a 800 Hrs.
- 4 de 801 a 1000 Hrs.
- 5 de 1001 a 2000 Hrs.
- 6 de más de 2000 Hrs.

7.- El sobre y bajo peso.- Una manera de codificarlo para que nos refleje su influencia en la mortalidad sería la siguiente :

0	de 10 a 15%
1	de 16 a 20%
2	de 21 a 25%
3	de 26 a 30%
4	de 31 a 40%
5	de 41 a 50%
6	de 51 a 60%
7	más de 60%.

8.- Estabilidad en el peso.- Se codificará de la siguiente manera :

Ha variado últimamente su peso.

0	NO
1	SI.

9.- Estado físico general; aquí se incluirán defectos en la vista, defeg to auditivo, carencia de un miembro o parte de él, deformidades corporales, antecedentes y frecuencias de enfermedades. Se dará por medio de un solo valor que le de un peso a cada uno de estos facto-- res que serán determinados por los doctores de la compañía.

10.- Padecimiento de alguna enfermedad.- De acuerdo con la peligrosidad de ella o ellas, el médico de la Compañía le dará el valor correspon

diente.

11.- Internamiento en Centros Médicos.- Si ha tenido internamientos antes de hacer la solicitud.

0 SI  
1 NO.

12.- Intervención de Rayos X.- Si se le han hecho reconocimientos con Rayos X.

0 SI  
1 NO.

13.- Práctica de Electrocardiogramas.- Si se le han tomado anteriormente electrocardiogramas.

0 SI  
1 NO.

14.- Historia Familiar.- Aquí reunimos enfermedades peligrosas que haya habido en la familia como cáncer, diabetes y demencia, así como historia de la longevidad de la familia. A cada una se le dará un peso y el valor obtenido representará la historia familiar.



## 6.- DETERMINACION DEL MODELO.

Deseamos conocer la medida en que los (k) factores están correlacionados con la mortalidad, por tal motivo, se requiere ajustar una curva de regresión lineal múltiple en donde la variable dependiente será la extramortalidad y las variables independientes los k factores. Se estimará la extramortalidad de acuerdo al método que se indica posteriormente.

Se analizará el comportamiento de la mortalidad durante un período y se supondrá que ésta no registrará cambios como consecuencia de fenómenos aleatorios como epidemias, adelantos médicos capaces de realizar cambios violentos, etc.

De acuerdo a la distribución del grupo asegurado en función de las edades, se establecerán intervalos de edades para agrupar en ellas el grupo asegurado. Estos intervalos serán fijados analizando la variancia de cada subgrupo. Esto es, puede suceder que se tengan subgrupos que comprendan muchas o pocas edades. Los subgrupos pueden ser desiguales en cuanto agrupar a edades.

Posteriormente cada subgrupo se integrará de la cantidad de per

sonas de cada edad comprendida en ese intervalo y con  $k$  variantes o factores que influyen en la mortalidad de cada una de ellas. Tendremos  $n$  vectores con  $k$  variables cada vector.

Definiciones :

El vector representativo del subgrupo que se ha considerado que debe ser el vector de medias.

Sobre cada grupo se encontrará la tasa real de muerte asociada al mismo, tomando como base los fallecimientos de las personas del subgrupo que ocurrieron en cada año del período observado, de tal modo que la tasa real será igual al cociente resultante del número de fallecidos en el subgrupo entre el tamaño del subgrupo mismo.

La tasa de mortalidad hipotética del subgrupo será la que se estime tomando de la tabla de mortalidad normal sin recargos para otros fines que no sean para cubrir únicamente fallecimientos, el valor de la probabilidad de muerte a cada edad multiplicando por el número de personas que lo integran y el total obtenido dividido entre el tamaño del subgrupo mismo.

Se hace notar que el número de subgrupos resultantes debe ser -

mayor al número de variables, debido a que la diferencia que se obtiene - corresponde a los grados de libertad de la regresión.

Llamaremos como extramortalidad del subgrupo al resultado de la diferencia entre la mortalidad real y la mortalidad estimada en base a la tasa hipotética.

La formación de cada subgrupo deberá contemplar que la varian-- cia de la mortalidad estimada para cada uno de ellos sea más o menos cons-- tante para tener observaciones regresionales de misma variancia.

Modelo.-

Un modelo es una ecuación matemática compuesta de variables --- aleatorias y parámetros. El problema radica en estimar dichos paráme--- tros.

El modelo que vamos a considerar es un modelo lineal en varia-- bles y parámetros, es decir, será de la siguiente forma :

$$y = \sum_j^k x_j \beta_j + e$$

Al considerar la muestra total nos dará un conjunto de ecuacio-

nes del tipo :

$$y_i = \sum x_{ij} \beta_j + \epsilon_i$$

donde :

$y_i$  es la variable observada  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $\beta_j$  es el parámetro  $j = 1, 2, \dots, k$   
 $x_{ij}$  es variable matemática conocida  $i = 1, 2, \dots, n$   
 $\epsilon_i$  es error aleatorio  $N \sim (0, \sigma^2)$

Tendremos una matriz cuyas filas serán los vectores medias :

$[x_{ij}]$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix}
 \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \bar{x}_{1k} \\
 \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \bar{x}_{2k} \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \bar{x}_{n1} & \bar{x}_{n2} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \bar{x}_{nk}
 \end{bmatrix}$$

El vector  $Y$  estará dado por la extramortalidad de cada sub---  
grupo.

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ y_k \end{bmatrix}$$

Sea un grupo de  $R$  personas compuesto de la siguiente manera :

$r_{11}$  de edad  $x_1$

$r_{12}$  de edad  $x_2$

.....

.....

$r_{1m}$  de edad  $x_m$

tendrá una mortalidad esperada de

$r_{11} q_{x1}$

$r_{12} q_{x2}$

.

.

$r_{1m} q_{xm}$

$$Q_{e1} = \frac{\sum_{i=1}^m r_{1i} q_{xi}}{R}$$

comparada con la mortalidad real del grupo  $Q_{r1}$  nos dará la extramortali--  
dad en el grupo.

$$Q_{r1} - Q_{e1} = y_1$$

Estimaremos el vector de las  $\beta$ 's y la variancia de  $e$ .

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \beta_k \end{bmatrix} \quad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ e_n \end{bmatrix}$$

El sistema puede escribirse matricialmente como :

$$Y = X \beta + e$$

Lo que nos interesa es hacer mínimo el error, de tal modo que -  
lo calcularemos por el método de mínimos cuadrados.

$$\varphi = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n \left( y_i - \sum_{j=1}^k x_{ij} \beta_j \right)^2$$

derivando  $\varphi$  e igualando a cero obtendremos







$$X' X \beta = X' Y$$

Para despejar  $\beta$  lo que necesitamos es que exista la inversa - de  $X' X$ .

Entonces para  $X' X$  no singular

$$\hat{\beta} = (X' X)^{-1} X' Y$$

de esta manera estimado el vector de parámetros  $\beta$  por  $\hat{\beta}$  en un momento dado, conocidos los valores de los factores asociados a un individuo dado podemos estimar inmediatamente la extramortalidad de éste; según el modelo, que será

$$\hat{y} = \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_i x_i$$

Gráficamente en nuestro caso de 14 variables se tendrá un hiperplano en donde la altura representará la extramortalidad para un vector  $x_0$  fijo correspondiente a las observaciones de los factores de un futuro asegurado, el valor del modelo podemos calcularlo y asociado a este un intervalo para poder predecir con cierta confianza que la extramortalidad real caerá dentro de él.

Conocidos los valores de los factores del vector  $x_0$  con un nivel de confianza aceptable ( $\gamma$ ), el intervalo de confianza de ( $y$ ) será :

$$y = x_0 \hat{\beta} \pm \hat{\sigma} \sqrt{(1 - x_0 x_0')} t_{\gamma, n-k}$$

donde  $\hat{\sigma}^2$  es igual a

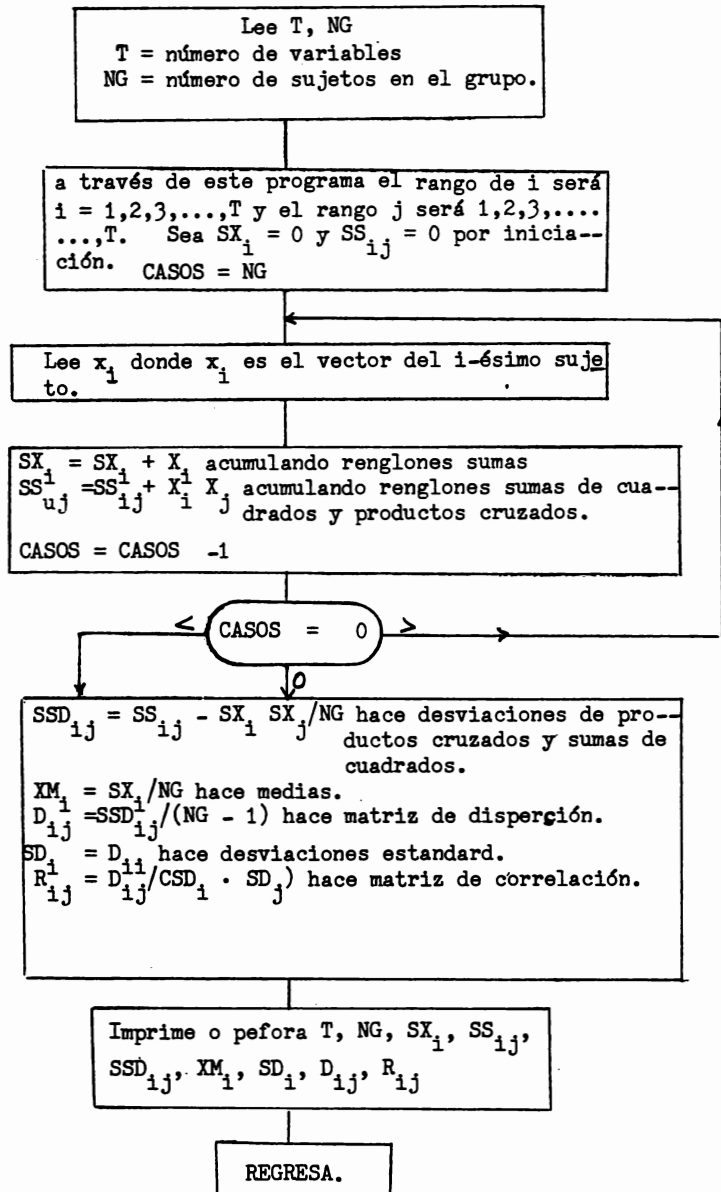
$$\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-k} (Y - X\hat{\beta})' (Y - X\hat{\beta})$$

#### 7.- DIAGRAMAS Y PROGRAMAS DE CALCULO.

El siguiente programa sirve para calcular un análisis de regresión en donde ( $Y$ ) corresponde a la extramortalidad y se tiene una capacidad de 49 variables independientes que son los factores de mortalidad.

El método de Gauss-Jordan se usa para la solución de ecuaciones normales, se necesita la subrutina Correl para calcular el análisis de correlación de las 50 variables y la subrutina Matinv que calcula el inverso y determinante de una matriz  $A$  de orden  $N$ , mediante el método de Gauss-Jordan.

## a) Subrutina Correl.-



```

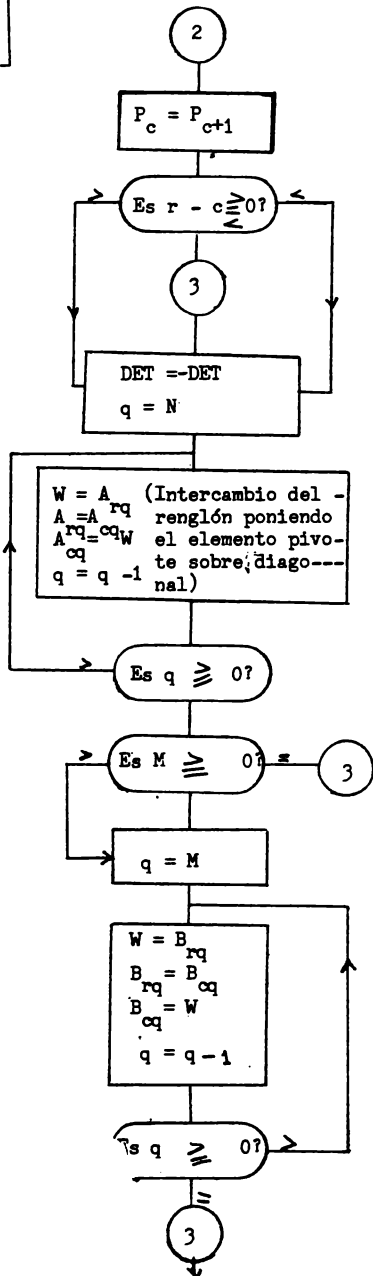
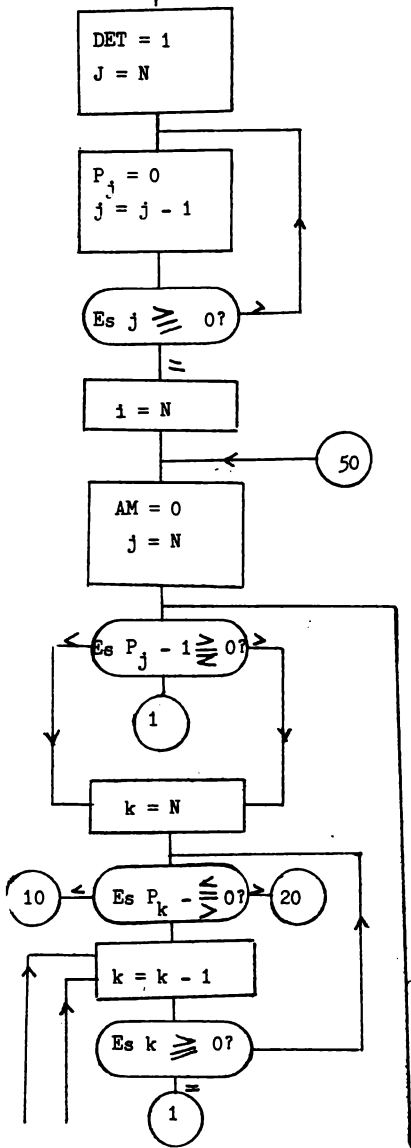
*   SUBROUTINA CORREL (T,NG,SX,SS,SSD,D,R,XM,SD,)
      DIMENSION FMT(36),FMR(36),X(50),SX(50),SS(50,50),SSD(50,50),
      1D(50,50),R(50,50),XM(50),SD(50), TITLE (12)
      READ 21, T,NG,L1,L2,L3,L4,L5,L6,L8,1PROB
21  FORMAT(F2.0,15,7I1.13)
      READ 22, (TITLE(1), I=1,12)
22  FORMAT (12A6)
      L12=L3+L4+L5+L6
      1F (L12-4) 210,210,207
207 PUNCH 22, (TITLE(1), 1=1,12)
210 M=T
      ENG=NG
      READ 22, (FMT(1), I=1,36)
      DO 230 I=1,M
220 SX(I)=0.0
      DO 230 J=1,M
230 SS(I,J)=0.0
      CASES=ENG
240 READ FMT, (X(1), I=1,M)
      DO 260 I = 1,M
      SX(I)=SX(I)+X(I)
      DO 260 J = 1,M
260 SS (I,J) = SS(I,J) + X (I)* X(J)
      CASES=CASES-1.0
      1F (CASES) 280,280,240
280 DO 286 I=1,M
      DO 286 J=I,M
      SSD(I,J)=SS(I,J)-SX(I)*SX(J)/ENG
      SS(j,I) = SS(I,J)
286 SSD(J,I)= SSD(I,J)
      DO 295 I=1,M
      XM(I)=SX(I)/ENG
295 SD(I)=SQRT(SSD(I,I)/(ENG-1.0))
      PRINT 31, (TITLE(I), I=1,12)
31  FORMAT (23H1ANALISIS DE CORRELACION,12A6)
      PRINT 32, T
32  FORMAT(21HNUMERO DE VARIABLES=,F3.0)
      PRINT 33, NG
33  FORMAT(35HNUMERO DE ELEMENTOS EN ESTE GRUPO= I5)
      PRINT 34
34  FORMAT(20HMEDIAS DE ESTE GRUPO)
      PRINT 35, (XM(I), I=1,M)

```

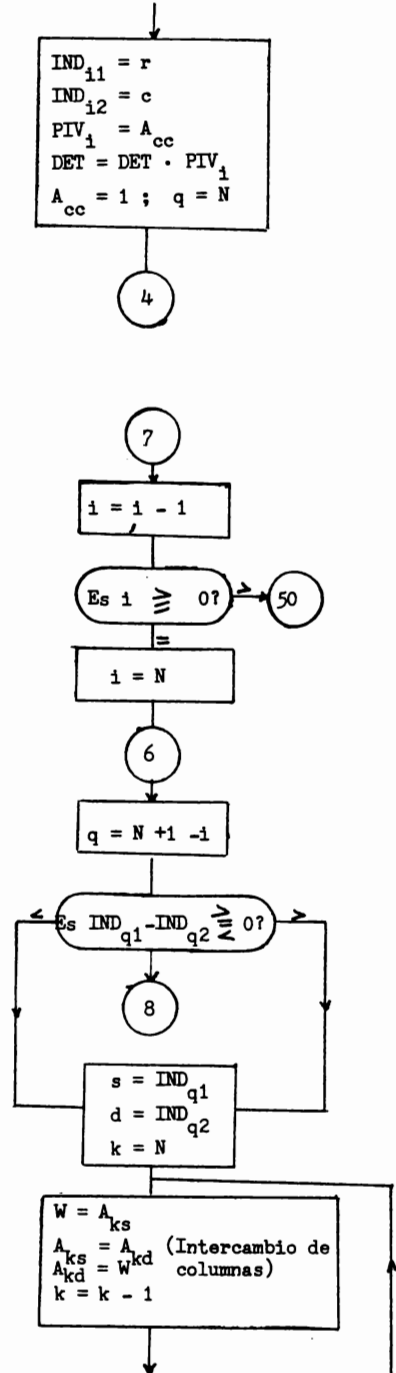
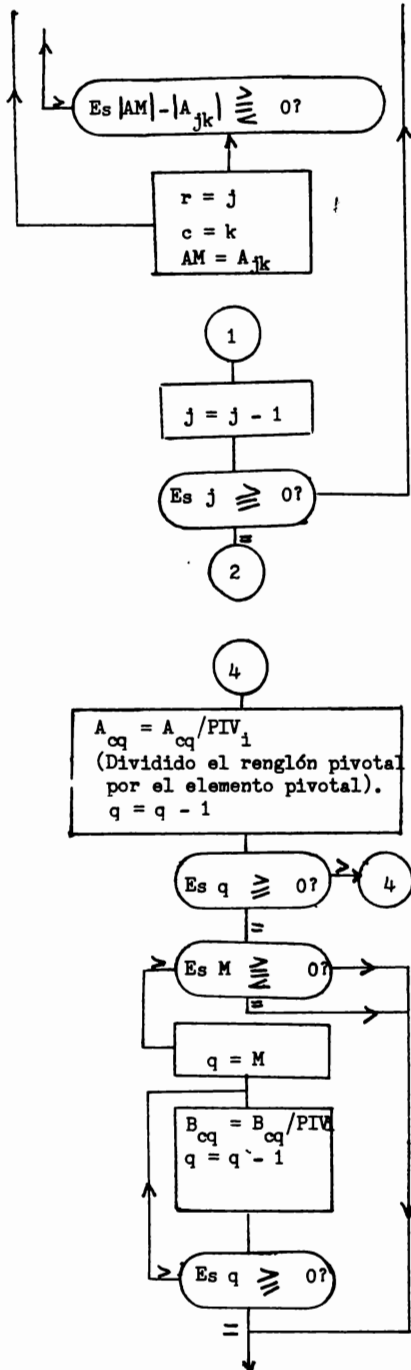
\* Multivariate Procedures for the behavioral sciences. William W. Cooley and Paul R. Lohnes.

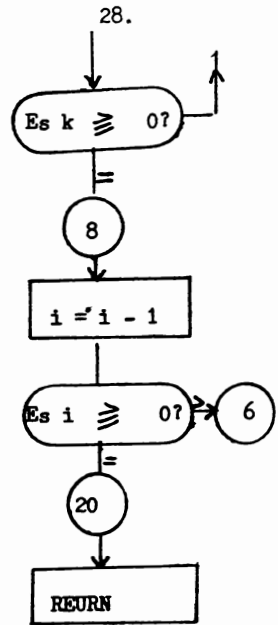
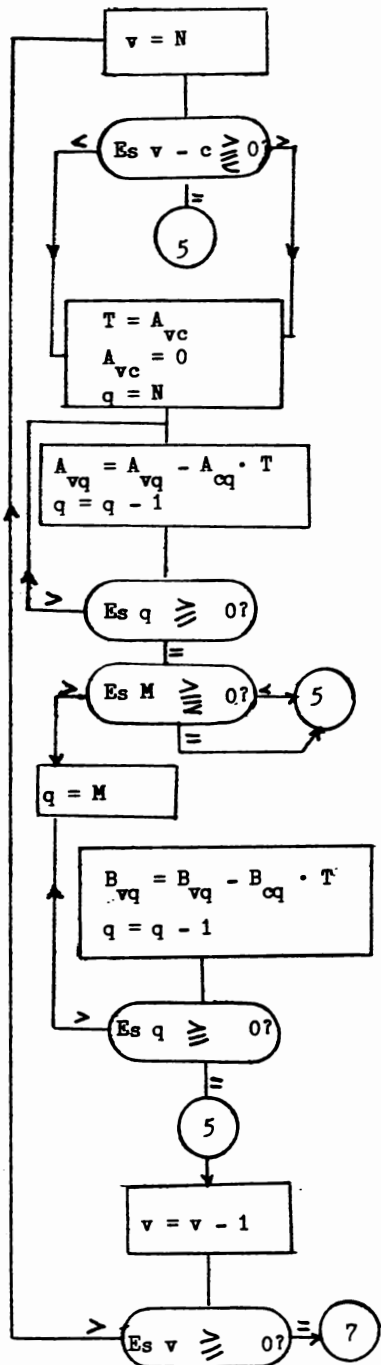
```
35 FORMAT (5F14.7)
   PRINT 36
36 FORMAT(36HDESVIACIONES ESTANDARD DE ESTE GRUPO)
   PRINT 35, (SD(I), I=1,M)
355 CONTINUE
360 IF (L6) 370,370,375
365 PUNCH
430 IF (L1) 700, 435
435 DO 441 I=1,M
     DO 441 J=I,M
       D(I,J)=SSD(I,J)/(ENG-1.0)
441 D(J,I)=D(I,J)
475 DO 486 I = I,M
     DO 486 J=I,M
       R(I,J) = (I,J)/(SD(I)* SD(J))
486 R(J,I)=R(I,J)
628 PRINT 50, (TITLE (I), I = 1,12), NG, I PNO
   50 FORMAT (21H1MATRIZ DE CORRELACION, , 12A6,1X2HN= , 14, 6X9HPAGE NO. ,
     1 I2)
     PRINT 63, (SD(J), J= 1,M)
63 FORMAT(8HOSTD DEV2X10F11.2/(10X10F11,2))
700 RETURN
   END
```

A es la matriz que será invertida  
N es el orden de la matriz



W = A (Intercambio del -  
A = A rq renglón poniendo  
A rq = cq W el elemento pivo-  
cq te sobre; diago---  
q = q - 1 nal)







```

        DIMENSION IPIVOT(50), A(50,50), B(50,1), INDEX(50,2), PIVOT(50)
        COMMON PIVOT, INDEX, IPIVOT
        EQUIVALENCE (IROW,JROW), (ICOLUJ,JCOLUJ), (AMAX, T, SWAP)
10  DETERM=1.0
15  DO 20 J=I,N
20  IPIVOT(J)=0
30  DO 550 I=1,N
40  AMAX=0.0
45  DO 105 J=1,N
50  IF (IPIVOT(J)-1) 60, 105, 60
60  DO 100 K=1,N
70  IF (IPIVOT(K)-1) 80, 100, 740
80  IF (ABSF(AMAX)-ABSF(A(J,K))) 85, 100, 100
85  IROW=J
90  ICOLUJ=K
95  AMAX=A(J,K)
100 CONTINUE
105 CONTINUE
110 IPIVOT(ICOLUJ)=IPIVOT(ICOLUJ)+1
130 IF (IROW-ICOLUJ) 140, 260, 140
140 DETERM=-DETERM
150 DO 200 L=1,N
160 SWAP=A(IROW,L)
170 A(IROW,L)=A(ICOLUJ,L)
200 A(ICOLUJ,L)=SWAP
205 IF(M) 260, 260, 210
210 DO 250 L=1, M
220 SWAP=B(IROW,L)
230 B(IROW,L)=B(ICOLUJ,L)
250 B(ICOLUJ,L)=SWAP
260 INDEX(I,1)=IROW
270 INDEX(I,2)=ICOLUJ
310 PIVOT(I)=A(ICOLUJ,ICOLUJ)
320 DETERM=DETERM*PIVOT(I)
330 A(ICOLUJ,ICOLUJ)=1.0
340 DO 350 L=1,N
350 A(ICOLUJ,L)=A(ICOLUJ,L)/PIVOT(I)
355 IF(M) 380, 380, 360
360 DO 370 L=1,M
370 B(ICOLUJ,L)=B(ICOLUJ,L)/PIVOT(I)
380 DO 550 L1=1,N
390 IF(L1-ICOLUJ) 400, 550 400
400 T=A(L1,ICOLUJ)
420 A(L1,ICOLUJ)=0.0
430 DO 450 L=1,N

```

```
450 A(L1,L)=A(L1,L)-A(ICOLUM,L)*T
455 IF(M) 550, 550, 460
460 DO 500 L=1,M
500 B(L1,L)=B(L1,L)-B(ICOLUM,L)*T
550 CONTINUE
600 DO 710 I=1,N
610 L=N+1-I
620 IF (INDEX(L,1)-INDEX(L,2)) 630, 710, 630
630 JROW=INDEX(L,1)
640 JCOLUM=INDEX(L,2)
650 DO 705 K=1,N
660 SWAP=A(K,JROW)
670 A(K,JROW)=A(K,JCOLUM)
700 A(K,JCOLUM)=SWAP
705 CONTINUE
710 CONTINUE
740 RETURN
    END
```

## c) Programa Base para el Cálculo de la Regresión.

Llama a la subrutina correl, la cual lee los datos, calcula y reporta los siguientes resultados.

T = No. de pruebas      NG = No. de sujetos  
 R<sub>vw</sub> = la matriz de correlación completa, en la cual el último renglón y columna contiene, las correlaciones de la variable dependiente.  
 SD<sub>v</sub> = Vector de desviaciones estandard, la última es de la variable dependiente.  
 XM<sub>v</sub> = Vector de medias, la última es de la variable dependiente.  
 donde v = 1,2,3,...,T; w = 1,2,3,...,T; x = 1,2,3,...,T -1  
 y = 1,2,3,...,T -1; t = T

R11<sub>xy</sub> = R<sub>xy</sub>      Partiendo R dentro de R11 la matriz de correlaciones entre las variables independientes, y R12 el vector de correlación de la variable dependiente. Sea B la entrada a la subrutina Matinv.  
 R12<sub>x</sub> = R<sub>xt</sub>  
 B<sub>x</sub> = R12<sub>x</sub>

Llama a la subrutina matinv, la cual reemplaza B con las soluciones de la ecuación de la matriz

$$\beta = R12 \cdot R11^{-1} \quad \text{ahora } B_x = \beta x$$

RSQ = 0  
 RSQ = RSQ + B<sub>x</sub> R12<sub>x</sub>  
 RMULT = RSQ      coeficientes de correlación múltiple.  
 NDF1 = T -1 Cálculo de F y sus grados de libertad.  
 NDF2 = NG -T  
 F = (RSQ · NDF2)/((1-RSQ) · NDF1)  
 A<sub>x</sub> = SD<sub>t</sub>/SD<sub>x</sub>  
 B1<sub>x</sub> = A<sub>x</sub> · B<sub>x</sub>      B1 el vector de pesos Beta.

Imprime y perfora, T, NG, RSQ, RMULT, F, NDF1, NDF2, B<sub>x</sub>, B1<sub>x</sub>,

STOP

```

DIMENSION FMT (36), FMR(36), X(50), SX(50,50), SSD(50,50),
1 D(50,50), R(50,50), XM(50), SD(50), R11(50,50), R12(50), B(50),
2 A(50), B1(50), C1(50), BSQ(50), TITLE (12)
EQUIVALENCE (SS,R11)

CALL CORREL (T, NG, SX, SS, SSD, D, R, XM, SD)
M = T - 1.0
DO 1 I= 1,M
DO 1 J= 1,M
1 R11(I,J) = R(I,J)
C R11 CONTIENE LAS CORRELACIONES DE LAS VARIABLES
DO 2 I= 1,M
2 R12(I) = R(I,M+1)
DO 3 I= 1,M
3 B(I) = R12(I)
CALL MATINV (R11, M, B, 1, DETERM)
C B CONTIENE EL FACTOR DE COEFICIENTES BETA
RSQ = 0.0
DO 4 I= 1,M
4 RSQ = RSQ + B(I) * R12(I)
WRITE OUTPUT TAPE 2, 5, RSQ
5 FORMAT(22H MATRIZ CUADRADA R=F,14,7)
RMULT = SQRTF (RSQ)
WRITE OUTPUT TAPE 2, 6, RMULT
6 FORMAT(9HRAIZ DE R,F14,7)
XNDF1 = T - 1.0
WRITE OUTPUT TAPE 2, 7, XNDF1
7 FORMAT(11H N.G.L. 1=,F3.0)
ENG=NG
XNDF2=ENG-T
WRITE OUTPUT TAPE2,8,XNDF2
8 FORMAT(11H N.G.L. 2=,F10.0)
F=(RSQ*XNDF2)/((1.0-RSQ)*XNDF1)
WRITE OUTPUT TAPE 2,9,F
9 FORMAT(15H PRUEBA FENR=,F14.7)
WRITE OUTPUT TAPE 2,10
10 FORMAT(15HCOEFICIENTES BETA)
WRITE OUTPUT TAPE 2,11,(B(I),I=1,M)
11 FORMAT(5F14.7)
12 FORMAT(5E14.7)
DO 13 I=1,M
13 A(I)=SD(M+1)/SD(I)
DO 14 I=1,M

```

```
14 B1(I) =A(I)*(I)
   DO16 I=1,M
16 BSQ(I) =B(I)*(I)
   WRITE OUTPUT TAPE 2,17
17 FORMAT (27HCOEFICIENTES BETA CUADRADOS)
   WRITE OUTPUT TAPE 2,11,(BSQ1(I),I=1,M)
   WRITE OUTPUT TAPE 2,18
18 FORMAT(15HCOEFICIENTES BETA)
   WRITE OUTPUT TAPE 2,11,(B1(I),I,M)
   WRITE OUTPUT TAPE 2,19,C
   CALL EXIT
   END
```

## CONCLUSION.

Mediante el modelo estadístico que se sugiere en el presente -- trabajo, las empresas de seguros podrán estimar la extramortalidad que ac tualmente están considerando que tiene determinado grupo de asegurados.

Como consecuencia de la aplicación del modelo se podrá conocer que factores tienen mayor o menor peso en la mortalidad del asegurado.

Se estará en condiciones de comparar los resultados obtenidos - en el párrafo anterior con los pesos de los factores del actual sistema - de extramortalidad.

Podrá establecerse un nuevo sistema de recargos en extramortali dad basado en la experiencia mexicana del grupo actual de asegurados.

En general las instituciones de seguros conocerán los resulta-- dos de aplicar determinada política de extramortalidad.