

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



## CONSTRUCCION DE UN MODELO INTEGRAL DE VALUACION DE PASIVOS CONTINGENTES

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 N  
LAURA BEATRIZ QUEZADAS JIMENEZ  
FRANCISCO FERNANDO MORALES CASTRO  
MEXICO, D. F. 1987



## **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

	Pag.
1. INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVO DE LA TESIS	7
1.3. DIAGNOSTICO DE PASIVOS CONTINGENTES	8
2. CONSTRUCCION DEL MODELO	10
2.1. PROPOSITO DEL MODELO	10
2.2. DESARROLLO TEORICO DEL MODELO	12
2.2.1. SELECCION DE TABLAS DE PROBABILIDADES	13
2.2.2. ORGANIZACION DE PARAMETROS DE CALCULO	13
2.2.2.1. DEFINICION DE LOS PARAMETROS DE CALCULO	13
2.2.2.1.1. PARAMETROS GENERALES DE CALCULO	14
2.2.2.1.2. PARAMETROS POR BENEFICIO	16
2.3. ESTRUCTURA ACTUARIAL DEL MODELO	20
2.4. ESQUEMAS TEORICOS DEL MODELO	33
3. APLICACION DEL MODELO	57
3.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS	57
3.2. APLICACIONES DEL MODELO A CASOS PRACTICOS	63
3.2.1. EJEMPLO No. 1	63
3.2.2. EJEMPLO No. 2	71
4. CONCLUSIONES	75
ANEXOS	77
BIBLIOGRAFIA	86

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. ANTECEDENTES

Las prestaciones de carácter contingente representan hoy en día, un punto fundamental en las obligaciones que contraen las entidades en favor de sus trabajadores. Su presencia en los contratos colectivos de trabajo es cada vez más frecuente y la importancia que han adquirido en las negociaciones de los mismos ha ido en aumento.

Dado que las remuneraciones descritas como prestaciones de carácter contingente (Planes de Pensiones o Jubilación y Primas de Antigüedad por Retiro, Separación o Muerte e Indemnizaciones), están sujetos a la ocurrencia o la consumación de una contingencia, en todos los casos es posible estimar su costo, si se cuenta con la información estadística suficiente.

Estas remuneraciones representan pasivos contingentes para las entidades, los cuales son sujetos de ser valuados a través de la técnica actuarial, estructurada sobre supuestos estadísticos y probabilísticamente apoyados. De esta manera el Actuario estima a priori el costo que la entidad tendrá que enfrentar en su oportunidad, en virtud de los beneficios o prestaciones establecidas en favor de su personal. Una vez determinado, se definirá el método actuarial de financiamiento a seguir en función de la

exigibilidad de las prestaciones, así como de la posición económica, financiera y fiscal de la entidad.

En esta época de constantes cambios, en donde la cuantificación precisa del valor del dinero y de otros bienes es cada vez mas compleja, la técnica actuarial representa un instrumento valioso para la valuación de estos pasivos contingentes y su adecuado financiamiento.

A través de la Valuación Actuarial de un pasivo contingente es posible :

-Cuantificar el monto de las obligaciones a favor de los trabajadores.

-Asignar las aportaciones correspondientes para el financiamiento de los beneficios, con lo cual se obtiene la seguridad para el otorgamiento de los mismos, al acumularse los activos en una forma ordenada.

Dentro de este esquema de valuación de pasivos contingentes la función del Actuario es combinar las probabilidades de ocurrencia de los eventos que originan el otorgamiento del beneficio, aunadas a las probabilidades de que la persona continúe teniendo derecho a la prestación, con la estimación del monto de los beneficios a ser otorgados, generando además un sistema de financiamiento y costos que permita acumular los activos necesarios para otorgar los beneficios en el momento en que sean exigibles.

Considerando el punto de vista contable para este tipo de prestaciones de carácter contingente, el Instituto Mexicano de Contadores Públicos, al hablar de Contingencias las define como sigue:

"Concepto general de contingencia, en el curso normal de sus operaciones, toda empresa lleva a cabo multitud de transacciones o se ve afectada por eventos económicos externos sobre los que existe incertidumbre en mayor o menor grado, en cuanto a su resultado final. Esta incertidumbre o riesgo inherente en las transacciones y eventos que afectan a una entidad, se denotan en contabilidad, por la palabra "contingencia", la que se ha definido como una condición, situación o conjunto de circunstancias que involucran un cierto grado de incertidumbre que pueden resultar, a través de la consumación de un hecho futuro, en la adquisición o la pérdida de un activo o en el origen o la cancelación de un pasivo y que generalmente trae como consecuencia una utilidad o una pérdida."

"De acuerdo con el principio de realización, debe intentarse la cuantificación razonable en términos monetarios de las contingencias, para darles efecto en los estados financieros. Cuando tal cuantificación no sea posible, la existencia de la contingencia debe de

divulgarse a través de notas sobre los estados financieros, para dar cumplimiento al principio de la revelación suficiente".

Desde este punto de vista contable, los pasivos deben ser registrados cuando se causan o se conocen y no hasta que se cubran, de tal suerte que cuando un beneficio es exigible debe estar registrada la reserva necesaria para financiarlo.

Basados en que "a la contabilidad compete medir en unidades monetarias el monto de las remuneraciones al personal y aplicarlas a los periodos contables en que convencionalmente se divide la vida de la entidad, identificándolas con el periodo en que ocurren o se devengan, teniendo en cuenta como criterio básico que los costos y gastos que estas remuneraciones representan para la entidad deberán registrarse en forma paralela al ingreso que los originó, independientemente de la fecha en que se paguen, estableciéndose las siguientes reglas :"

- a) "Las remuneraciones no cuantificables resultantes de la terminación de la relación laboral deben contabilizarse en el periodo en que ocurra tal causa generadora de su pago, esto es, la separación o muerte del trabajador. De esta manera los ingresos del periodo en que ocurra tal terminación deben absorber esta compensación".

- b) "Las remuneraciones cuantificables resultantes del trabajo prestado deben contabilizarse durante los periodos en que el trabajador prestó sus servicios y por lo tanto se hizo acreedor a ellas. De esta manera los ingresos de estos periodos deben absorber estas remuneraciones a la fuerza de trabajo que participó en la venta del bien o del servicio generador de tales ingresos".

El no reconocer un pasivo contingente generado por un beneficio establecido, puede originar un desfinanciamiento de la entidad, ya que sus estados financieros no reflejan el gasto que eventualmente se verán obligados a afrontar cuando los trabajadores o empleados adquieran los derechos para recibir los beneficios. Una descapitalización acumulada puede provocar, como ya se han dado casos, que los pasivos contingentes que representan los derechos diferidos y en su caso los adquiridos de los trabajadores, excedan del capital social de la entidad, lo que prácticamente convierte a los trabajadores o beneficiarios en los dueños virtuales de la misma.

Considerando lo anterior, es inmediato ver la conveniencia de constituir gradualmente y de manera ordenada, las reservas requeridas para financiar los beneficios establecidos, de tal manera que su costo se refleje en los años de vida activa del personal, que es cuando se está

causando y no diferir estos costos hasta el momento en que el trabajador es acreedor al beneficio y por lo tanto ya no lo pudiese compensar con productividad.

## 1.2. OBJETIVO DE LA TESIS

Los sistemas desarrollados para valuar los diferentes tipos de pasivos contingentes que existen, generalmente son demasiados rígidos cuando se trata sobre todo, de pasivos contingentes con características especiales. Asimismo, cuando se integran diferentes tipos de beneficios en un plan, resulta necesario construir o modificar varios modelos a fin de valuar cada uno de los pasivos. Este proceso implica un trabajo demasiado laborioso y complejo para algunos casos.

El objetivo de esta tesis, es el de desarrollar un Modelo Integral de Valuación de Pasivos Contingentes lo suficientemente flexible y dinámico para valuar cualquier tipo de pasivo contingente.

En el Capítulo 2 de este trabajo, se muestra el desarrollo del Modelo y en el Capítulo 3 se presenta la aplicación del mismo incluyendo algunos ejemplos prácticos, a fin de ilustrar el uso del Modelo y la interpretación de los resultados que se obtienen.

### 1.3. DIAGNOSTICO DE PASIVOS CONTINGENTES

Para la construcción del Modelo que aquí se presenta, fue necesario recopilar información de las prestaciones de carácter contingente que se otorgan en varias entidades . De la información recopilada, mostramos a continuación una relación de las más comunes, indicando únicamente el nombre de las mismas, ya que en la mayoría de los casos están implícitas las características del beneficio que pretenden otorgar:

#### -VEJEZ

- .Indemnizaciones
- .Pensiones por jubilación (vitalicias,garantizadas,etc.)
- .Pensiones post-mortem
- .Pensiones de último superviviente
- .Pensiones mancomunadas
- .Beneficios especiales

#### -INVALIDEZ

- .Indemnizaciones, pensiones y/o subsidios por:
- .Invalidez parcial permanente
- .Invalidez total permanente
- .Invalidez derivada de riesgo de trabajo
- .Invalidez no profesional

-SEPARACION

Beneficios por:

- .Despido justificado o injustificado
- .Separación voluntaria

-MUERTE

- .Indemnizaciones
- .Pensiones de viudez
- .Pensiones de orfandad

-OTRAS PRESTACIONES

- .Prima de antigüedad
- .Dote matrimonial
- .Gastos funerarios
- .Seguro de vida

Como se puede observar, la versatilidad y complejidad de algunos pasivos contingentes, dificulta su valuación dentro de una concepción clásica, pues generalmente los sistemas implementados están estructurados para valorar beneficios del tipo de pensiones por jubilación e invalidez o primas de antigüedad que han sido diseñados de forma tradicional sin establecer beneficios complejos o integrados a otras prestaciones.

Como se mencionó anteriormente, el Modelo Integral de Valuación que aquí se presenta, permite valorar cualquier pasivo contingente, a través de la determinación de ciertas características que definan el tipo de beneficio a ser valuado.

## 2. CONSTRUCCION DEL MODELO

### 2.1. PROPOSITO DEL MODELO

El Modelo se define como un sistema actuarial, que con base en la información del personal de la entidad y en las hipótesis biométricas, demográficas y financieras, permite simular el comportamiento de pasivos contingentes generados por obligaciones contraídas por las entidades para con sus trabajadores; así como el financiamiento de dichos pasivos.

El Modelo fue concebido y elaborado con el propósito esencial de permitir la valuación actuarial de pasivos contingentes que contraen las entidades, con la apropiada flexibilidad de las características de las obligaciones y de los métodos actuariales de financiamiento mas aplicables a la naturaleza de los mismos.

Los beneficios o prestaciones de carácter contingente, les representan a las entidades pasivos contingentes para cuyo tratamiento se requiere la intervención de un Actuario, ya que su técnica es la apropiada tanto para la valuación de estos pasivos, como para la asignación de recursos para su financiamiento. Mediante el proceso de valuación actuarial se obtienen principalmente los siguientes resultados:

-El monto del valor presente actuarial del beneficio por servicios totales (VPBST ó Vpbst).

-El monto del pasivo actuarial por servicios pasados (VPBSP ó Vpbsp)

-El monto del pasivo actuarial por servicios futuros (VPBSF ó Vpbsf)

-El costo normal (CN ó cn)

Estos resultados permiten la determinación de los recursos financieros que deberán asignarse para el financiamiento del pasivo contingente. Mediante la valuación actuarial de los pasivos y su financiamiento se logra además:

-La seguridad de que se cuenta con los recursos suficientes para hacer frente a las obligaciones contraídas.

-La asignación razonable de costos, al tratar en forma equitativa las diferentes generaciones de trabajadores, paralelos a la generación de beneficios.

Para la valuación de estos pasivos contingentes, el método actuarial de financiamiento que se elija lleva implícita la utilización de supuestos o hipótesis tendientes a pronosticar las condiciones futuras de mortalidad, rotación de personal, incrementos de salario y tasas de rendimiento de los instrumentos de financiamiento, entre otras.

## 2.2. DESARROLLO TEORICO DEL MODELO

En toda valuación actuarial de pasivos contingentes es necesario contar con cierta información mínima de cada uno de los trabajadores de la población a la cual se le está otorgando el beneficio. Esta información es la siguiente:

-EDAD

-ANTIGÜEDAD

-SALARIO

Estos datos se calculan en función de una fecha determinada, la cual se conoce comúnmente como FECHA DE VALUACION.

Por otro lado es de suma importancia el tener la descripción detallada de las prestaciones económicas que conforman la obligación contraída por la entidad, la cual es susceptible de ser valuada actuarialmente (Ver parámetro número 33 de beneficios).

Dentro del modelo existen dos faces que conforman la parametrización del mismo, a saber:

-Selección de tablas de probabilidades

-Organización de parámetros de cálculo

### 2.2.1. SELECCION DE TABLAS DE PROBABILIDADES

Las tablas de probabilidad que se utilizan en la valuación actuarial, están comprendidas en las siguientes categorías:

- a) MUERTE
- b) INVALIDEZ
- c) ROTACION

### 2.2.2. ORGANIZACION DE PARAMETROS DE CALCULO

En esta face se define propiamente su estructura y es donde radica su flexibilidad.

El adecuado manejo de esta face (y por ende del modelo) está basado en el conocimiento de su funcionamiento interno y en la creatividad que se invierta en la definición de los parámetros.

A continuación explicaremos cada uno de los parámetros y la definición de los mismos para valuar un beneficio dado.

#### 2.2.2.1. DEFINICION DE LOS PARAMETROS DE CALCULO

Existen 2 tipos de parámetros de cálculo:

-Parámetros generales de cálculo.- Son las hipótesis biométricas, demográficas y financieras usadas en la valuación actuarial de todos los beneficios.

-Parámetros por beneficio.- Son los parámetros que definen la estructura y método actuarial de financiamiento de un beneficio.

### 2.2.2.1.1.PARAMETROS GENERALES DE CALCULO

En este inciso se describen los parámetros generales de cálculo que conforman el Modelo y que se enumeran mediante una tabla que contiene la siguiente información :

NUMERO	DESCRIPCION
1	Tasa pura de interés
2	Tasa de riesgo de inversión
3	Tasa de inflación
4	Tasa pura de incremento de salarios por méritos
5	Tasa pura de incremento de salarios por utilidades de la empresa
6	Tasa de incremento de pensiones en curso de pago
7	Identificación de la tabla de mortalidad a utilizar
8	Identificación de la tabla de invalidez a utilizar
9	Identificación de la tabla de rotación a utilizar
10	Porcentaje de decremento En este parámetro se deben especificar los porcentajes de decremento que deberán aplicarse a las tres tablas básicas para obtener tablas desglosadas por riesgos específicos. Cada riesgo básico y su riesgo específico se muestran en la siguiente tabla:

NUMERO	RIESGO BASICO	RIESGO ESPECIFICO
1	Mortalidad	
2	Mortalidad	Riesgo profesional
3	Mortalidad	Riesgo no profesional
4	Mortalidad	Cónyuge
5	Invalidez	Incapacidad permanente por riesgo profesional
6	Invalidez	Incapacidad permanente por riesgo no profesional
7	Invalidez	Incapacidad parcial permanente por riesgo profesional
8	Rotación	Despido injustificado
9	Rotación	Renuncia
10	Rotación	Reajuste
11	Rotación	Rescisión sin responsabilidad para el trabajador
12	Rotación	Rescisión conforme a la Ley (LFT)

### 2.2.2.1.2.PARAMETROS POR BENEFICIO

En la descripción de estos parámetros se seguirá como en el inciso anterior en la siguiente tabla:

NUMERO	DESCRIPCION
11	Indica qué evento contingente (riesgo) causará el pago del beneficio
12	Especifica a partir de cuántos años y meses de antigüedad podrá tenerse derecho al goce del beneficio. Si no existe restricción deberá ser 0.
13	Especifica hasta cuántos años y meses de antigüedad se podrá tener derecho al goce del beneficio. Si no existe deberá ser 99.
14	Indica cuál es la edad mínima requerida para tener derecho al goce del beneficio. Si no existe restricción deberá ser 0.
15	Indica cuál es la edad máxima para tener derecho al goce del beneficio. Si no existe deberá ser 99.
16	Especifica en qué condiciones se deben cumplir los requisitos de edad y antigüedad mínima. Es "y" cuando se tienen que cumplir simultáneamente y "o" cuando con uno basta.

NUMERO	DESCRIPCION
17	Idem que el anterior, pero para el caso de máximos.
18	Indica la periodicidad de los pagos del beneficio "U" pago único "M" pagos mensuales "A" pagos anuales
19	Indica el evento contingente que finalizará el pago del beneficio (Pagos ciertos, Pagos hasta la muerte)
20	Especifica las unidades en que se expresan las cuotas ("\$" en pesos, "%" en por ciento del salario)
21	Especifica la cuota fija del beneficio cuando su monto depende de la antigüedad.
22	Se usa en conjunción con el parámetro anterior y especifica la cuota que se dará por cada año adicional de antigüedad sobre el número requerido.
23	Se usa en conjunción con los dos parámetros anteriores y especifica la cuota por cada mes adicional de antigüedad sobre los años completos a partir de la antigüedad mínima.
24	Indica el número máximo de periodos durante los cuales se harán los pagos.

NUMERO	DESCRIPCION
25	Especifica las cuotas del beneficio cuando no está en función de la antigüedad.
26	Se usa en conjunción con el parámetro anterior y especifica para cada ocurrencia de esto, el número máximo de periodos durante los cuales se harán los pagos.
27	Se usa para especificar un factor que se aplica al salario antes de utilizarlo en los cálculos posteriores.
28	Indica el limite mínimo de las cuotas cuando éstas sean porcentajes.(Ver parámetro número 19) Cuando no exista limite deberá ser 0.
29	Indica el limite máximo de las cuotas cuando éstas sean porcentajes.(Ver parámetro número 19) Cuando no exista el limite deberá ser 100.
30	Indica el limite mínimo de los pagos incrementándose según la tasa de incremento de salarios. Cuando no exista limite deberá ser 0.
31	Indica el limite máximo de los pagos incrementándose según la tasa de incrementos de salarios.

NUMERO DESCRIPCION

32 Cuando no exista el límite deberá ser 99999999.99  
Periodicidad del salario del trabajador que se  
considera como base para los porcentajes.

"D" = Diario

"S" = Semanal

"Q" = Quincenal

"M" = Mensual

33 Contiene la descripción del beneficio.

### 2.3. ESTRUCTURA ACTUARIAL DEL MODELO

#### Cálculo de Variables Básicas

#### Cálculo de probabilidades disjuntas de ocurrencia de eventos

Sean :

$q'_x(e)$  = probabilidad original de ocurrencia  
del evento entre las edades  $x$  y  $x+1$

donde:

$e$  = evento contingente

$e \in \{m, i, r\}$  = muerte,  $i$  = invalidez,  $r$  = rotación

$q_x(e)$  = probabilidad disjunta de ocurrencia  
del evento entre las edades  $x$  y  $x+1$

Para el cálculo de  $q_x(e)$  supondremos que todos los decrementos (muerte, invalidez y rotación) se distribuyen uniformemente durante el año.

A fin de ilustrar el desarrollo del cálculo de  $q_x(e)$ , supongamos primero que  $e$  pertenece a un conjunto de sólo dos eventos, es decir  $e \in \{e_1, e_2\}$

Entonces:

$$q_x(e_1) = q'_x(e_1) \left[ 1 - \frac{1}{2} q'_x(e_2) \right] \quad (2.1)$$

Ahora, si  $e \in \{e_1, e_2, e_3\}$ , entonces basados en la siguiente aproximación a partir de la fórmula (2.1) :

$$q_x^{(e_1)} \cong q_x^{(e_1)} \left[ 1 - \frac{1}{2} q_x^{(e_2)} \right] \left[ 1 - \frac{1}{2} q_x^{(e_3)} \right]$$

Obtenemos que:

$$q_x^{(e_1)} \cong q_x^{(e_1)} \left[ 1 - \frac{1}{2} (q_x^{(e_2)} + q_x^{(e_3)}) + \frac{1}{3} q_x^{(e_2)} q_x^{(e_3)} \right]$$

Donde:

$$e_1, e_2, e_3 = \begin{cases} m, i, r \\ i, m, r \\ r, m, i \end{cases}$$

$$x = 1, \dots, 110$$

Cálculo del número de integrantes de un grupo, sujetos a decrementos causados por la ocurrencia del evento .

Sea  $l_x^{(e)}$  = número de integrantes de un grupo de edad  $x$  sujetos a decrementos causados por la ocurrencia del evento  $e$ .

Entonces:

$$l_{x+1}^{(e)} = l_x^{(e)} (1 - q_x^{(e)})$$

Donde:

$$x = 1, \dots, 110$$

$$l_0^{(e)} = 10^6$$

Cálculo del número de integrantes de un grupo sujetos a decrementos causados por la ocurrencia de cualquier evento

Sea  $l_x^{(T)}$  = número de integrantes de un grupo de edad  $x$ , sujetos a decrementos causados por la ocurrencia de cualquier evento .

Entonces:

$$l_{x+1}^{(T)} = l_x^{(T)} \left( 1 - \sum_{e \in \{m, l, r\}} q_x^{(e)} \right)$$

Donde:

$$x = 1, \dots, 110$$

$$l_0^{(T)} = 10^6$$

Cálculo de la probabilidad de ocurrencias de subeventos

Sean:

$(e, s)$  = subevento  $S$  dentro del evento  $e$

$q_x^{(e,s)}$  = probabilidad de ocurrencia de  $(e, s)$  entre las edades  $x$  y  $x+1$

$d^{(e,s)}$  = proporción de ocurrencia del subevento  $S$  dentro del evento  $e$  para cualquier edad

Entonces:

$$q_x^{(e,s)} = d^{(e,s)} q_x^{(e)} \quad \dots (10)$$

Donde:

$$x = 1, \dots, 110$$

Cálculo del valor presente actuarial del beneficio por servicios totales.

Definición del beneficio a ser valuado

El beneficio se define en función de los siguientes parámetros:

Causa que origina el goce del beneficio

$(\ell, \mathfrak{s})$  = subevento  $\mathfrak{s}$  dentro del evento  $\ell$  cuya ocurrencia causa el goce del beneficio. Si no es requerido entonces  $(\ell, \mathfrak{s}) = (0, 0)$  ... (11)

Condiciones para tener derecho al goce del beneficio

$A_{\min}$  = antigüedad mínima requerida en años y meses decimales. ... (12)

$A_{\max}$  = antigüedad máxima permitida en años y meses decimales ... (13)

$E_{\min}$  = edad mínima requerida en años y meses decimales ... (14)

$E_{\max}$  = edad máxima permitida en años y meses decimales ... (15)

$\mathcal{C}_{\min}$  = requerimientos de simultaneidad de satisfacción de las condiciones de edad y antigüedad mínimas. Si tiene el valor "y" se deberán cumplir simultáneamente; si toma el valor "0" se debe cumplir al menos una de ellas. ... (16)

$C_{m\acute{a}x}$  = Similar al anterior, para el caso de edad y antigüedad máximas. ... (17)

Definición de los pagos en que consiste el beneficio

### Parámetros Generales

$P$  = número de pagos que se otorgan en un año ... (18)

$P_{m\acute{a}x}$  = máximo número de pagos ... (24)

$(L, S)_t$  = suceso que origina la terminación del beneficio.  
 $(0, 0)_t$  si no lo hay. ... (19)

$V$  = unidades en que se exponen las cuotas ... (20)

"\$" = en pesos

"%" = en porcentaje del salario del trabajador

$n$  = número de días de salario del trabajador que se consideran como base para los porcentajes ... (32)

### Cuotas en función de la antigüedad

$C^b$  = cuota base por antigüedad mínima ... (21)

$C^a$  = cuota por cada año de antigüedad superior a la antigüedad mínima ... (22)

$C^m$  = cuota por cada mes de antigüedad superior a la mínima ... (23)

Cuotas independientes de la antigüedad

$C_i$  = cuota durante  $P_i$  periodos ... (25)

$P_i$  = número de periodos de vigencia de la cuota  
... (26)

Factor de salario

$F$  = Factor de salario ... (27)

Limites de porcentajes y/o monto de los pagos

$\% \text{ min}$  = valor minimo de " $\%$ " (si  $v = \%$ ) ... (28)

$\% \text{ máx}$  = valor máximo de " $\%$ " (si  $v = \%$ ) ... (29)

$\$ \text{ min}$  = monto minimo de los pagos ... (30)

$\$ \text{ máx}$  = monto máximo de los pagos ... (31)

Constantes del trabajador

$A$  = antigüedad del trabajador en años y meses decimales

$E$  = edad del trabajador en años y meses decimales a la  
fecha de valuación

$S$  = salario diario del trabajador a la fecha de  
valuación

Parámetros generales de cálculo

- $t^{(i)}$  = tasa de interés anual de cálculo ... (1)
- $t^{(s)}$  = tasa de incremento de salarios anual ... (4)
- $t^{(p)}$  = tasa de incremento de pensiones ... (6)

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación

Sea  $\mu_j$  = valor presente de los pagos del beneficio en el año  $j$  relativo a la fecha de valuación, dado que ocurrió en el año  $j$  ( $j \geq 0$ )

Entonces:

$$\mu_j = \sum_{i=0}^M (1+t^{(i)})^{-i} \frac{l_{E+j+1}^{(e,s)_t}}{l_{E+j}^{(e,s)}} \mu_{j,i}$$

Donde:

$$M = \min \left\{ 110 - E - j, \left\lfloor \frac{P_{\max}}{P} \right\rfloor + 1 \right\}$$

Cuando  $P = U$  entonces  $M = 0$

$\mu_{j,i}$  = monto de los pagos entre el año  $i+j$  y el año  $i+j+1$  relativo a la fecha de valuación, dado que ocurrió en el año  $j$

$$l_x^{(e,s)} = l_{Lx}^{(e,s)} \left[ 1 - x - Lx + l_{Lx}^{(e,s)} (x - Lx) \right]$$

Para  $\mu_{j,i}$  se tiene:

a) Cuotas en función de la antigüedad

a.1) Cuotas expresadas en pesos ( $V = "\$"$ )

$$\mu_{j,i} = \max \left\{ \$ \min (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i \min \{ C^b + LA_{j+i} - A_{\min} + C_{12}^m F(A_{j+i} - A_{\min}), \$ \max (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i \} \right. \\ \left. (\min \{ (1+i)p, P_{\max} \} - ip) \right\}$$

a.2) Cuotas expresadas en porcentaje del salario ( $V = "\%$ ")

$$K = \max \left\{ \% \min, \min \{ C^b + LA_{j+i} - A_{\min} + C_{12}^m F(A_{j+i} - A_{\min} - A_{\min}, \% \max \} \right\} n S (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^{i+1/2}$$

$$\mu_{j,i} = \max \left\{ \$ \min (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i, \min \{ K, \$ \max (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i \} \right. \\ \left. (\min \{ (1+i)p, P_{\max} \} - ip) \right\}$$

b) Cuotas independientes de la antigüedad

b.1) Cuotas expresadas en pesos ( $V = "\$"$ )

$$\mu_{j,i} = \sum_{\ell=1}^P \max \left\{ \$ \min (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i, \min \{ W_{j,i,\ell}, \right. \\ \left. \$ \max (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i \} \right\}$$

donde:

$W_{j,i,\ell}$  = 1-ésimo pago del año  $i+j$  dado que  $(e,s)$  ocurrió en el año  $j$

b.2) Cuotas expresadas en porcentajes del salario ( $V = "\%$ ")

$$\mu_{j,i} = \sum_{\ell=1}^P \max \left\{ \$ \min (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i, \min \{ \max \{ \% \min, \right. \\ \min \{ W_{j,i,\ell}, \% \max \} \} n S (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i, \\ \left. \$ \max (1+t^{(s)})^j (1+t^{(p)})^i \} \right\}$$

Algoritmo de cálculo del Valor Presente de los Beneficios por Servicios Totales

$$VPBST = \sum_{j=l_{inf}}^{l_{sup}} \frac{l_{E+j+1/2}^{(T)}}{l_E^{(T)}} q_{E+j+1/2}^{(e,s)} (1+t^{(i)})^{-(j+1/2)} \mu_j^0$$

Siempre y cuando:  $l_{inf} \geq 0$

Donde:

$$q_x^{(e,s)} = q_{Lx}^{(e,s)} (1+x+Lx) + q_{Lx+1}^{(e,s)} (x, Lx)$$

$l_{inf} = \text{entero mínimo } j$

$$1+E+l_{inf} > E_{min} C_{min},$$

$$1+A+l_{inf} > A_{min}$$

$l_{sup} = \text{entero mínimo } j$

$$1+E+l_{sup} \geq E_{max} C_{max},$$

$$1+A+l_{sup} \geq A_{max}$$

#### 2.4. ESQUEMAS TEORICOS DEL MODELO

Una tarea fundamental dentro del quehacer actuarial consiste en cómo hacer una valuación actuarial. Para tal efecto a continuación haremos una esquematización de cuales serian las tareas a realizar, los instrumentos de apoyo que se deben de tener, la secuencia con que se debe ir manejando la información, el procesamiento y la creación de los archivos, y en su caso un sistema con el que se debe de contar y muy particularmente la aplicación del Modelo dentro de una valuación actuarial. Por lo tanto en esta parte del trabajo se describe lógicamente el sistema. Esta descripción se hace mediante los diagramas de flujo de datos que muestran la partición del sistema en procesos, los cuales pueden ser manuales o mecanizados, y los flujos de datos entre ellos y los archivos, así como las especificaciones de procesos que contienen las transformaciones que convierten los datos de entrada en datos de salida.

La terminología y notación empleada es como a continuación se muestra:

##### Diagrama de Flujo de Datos (DFD):

Es la representación gráfica de un sistema en minisistemas y en mini especificaciones.

Componentes de un Diagrama de Flujos de Datos

**Flujo de Datos:**

Es un conducto por el cual fluye información de composición conocida, sirviendo de enlace entre los diferentes elementos de un DFD. Está representado por una flecha llamada vector.

**Procesos:**

Transforma los flujos de datos de entrada en flujos de datos de salida y está representado por círculos o burbujas.

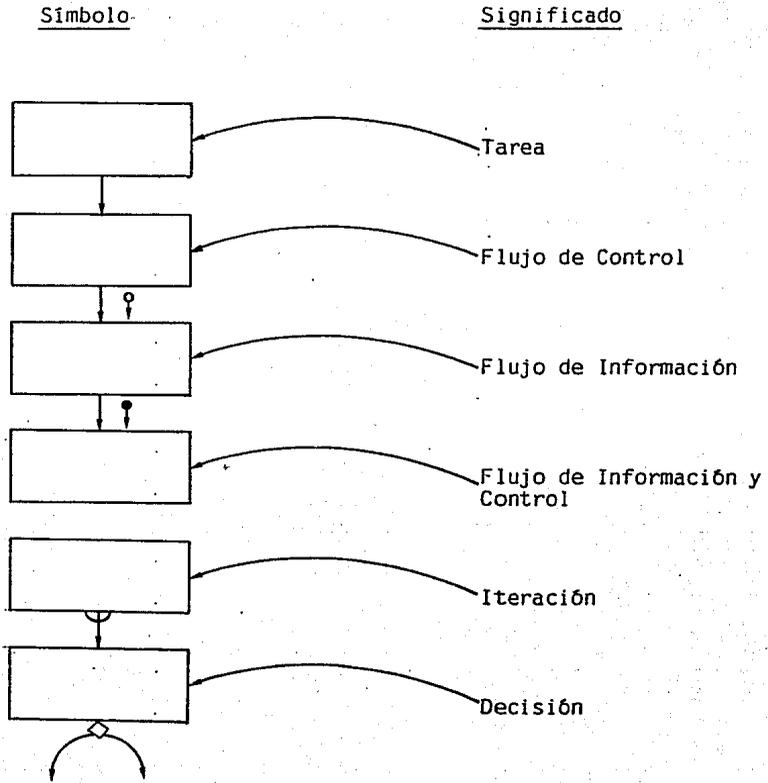
**Archivos:**

Es el almacenamiento temporal de datos, representados por un par de líneas paralelas.

**Emisor o Receptor:**

Es una persona u organización que se encuentra fuera del contexto del sistema y que emite o recibe información de él, representado por un cuadro.

MODULOS (SIMBOLOGIA UTILIZADA)



## Diagrama de Flujo de Datos

- 0 Visión general de los procesos
- 1 Estructura interna del proceso de creación de la base de datos
  - 1.1. Estructura interna del proceso de generación de archivo con datos de cada trabajador.
  - 1.2. Estructura interna del proceso de selección y sustitución de campos erróneos con datos válidos.
  - 1.3. Estructura interna del proceso de clasificación de datos corregidos.

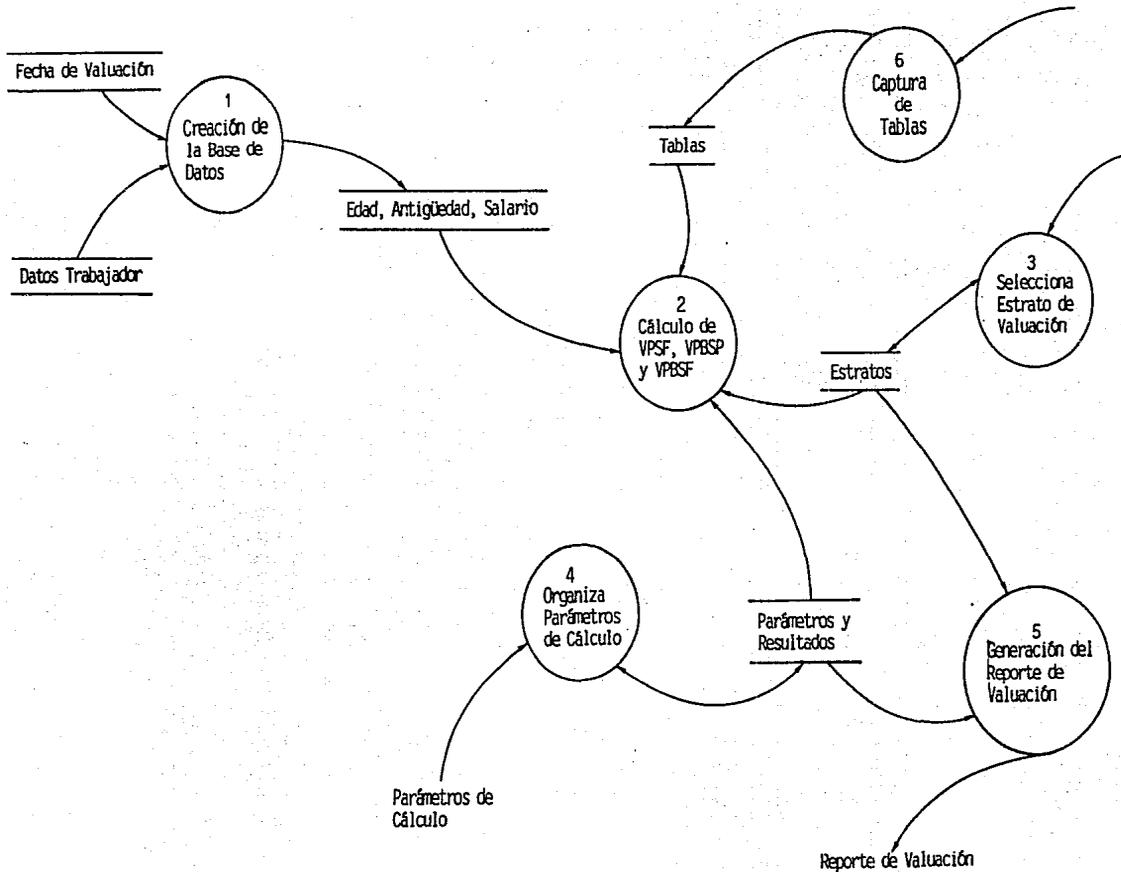
### (Modelo Integral de Valuación Actuarial))

- 2. Estructura interna del proceso de VPSF, VPBSP, VPBSF.
  - 2.1. Estructura interna del proceso de selección de datos.
  - 2.2. Estructura interna del proceso de cálculo de probabilidades y tablas de decremento.
  - 2.3. Estructura interna del proceso de cálculo y actualización de resultados.
- 3. Estructura interna del proceso de selección de estrato.
- 4. Estructura interna del proceso de organización de parámetros de cálculo.

Cabe hacer mención que en los niveles más agregados los diagramas pueden interpretarse con solo verlos. La explosión de la burbujas se muestra hasta el segundo nivel como máximo.

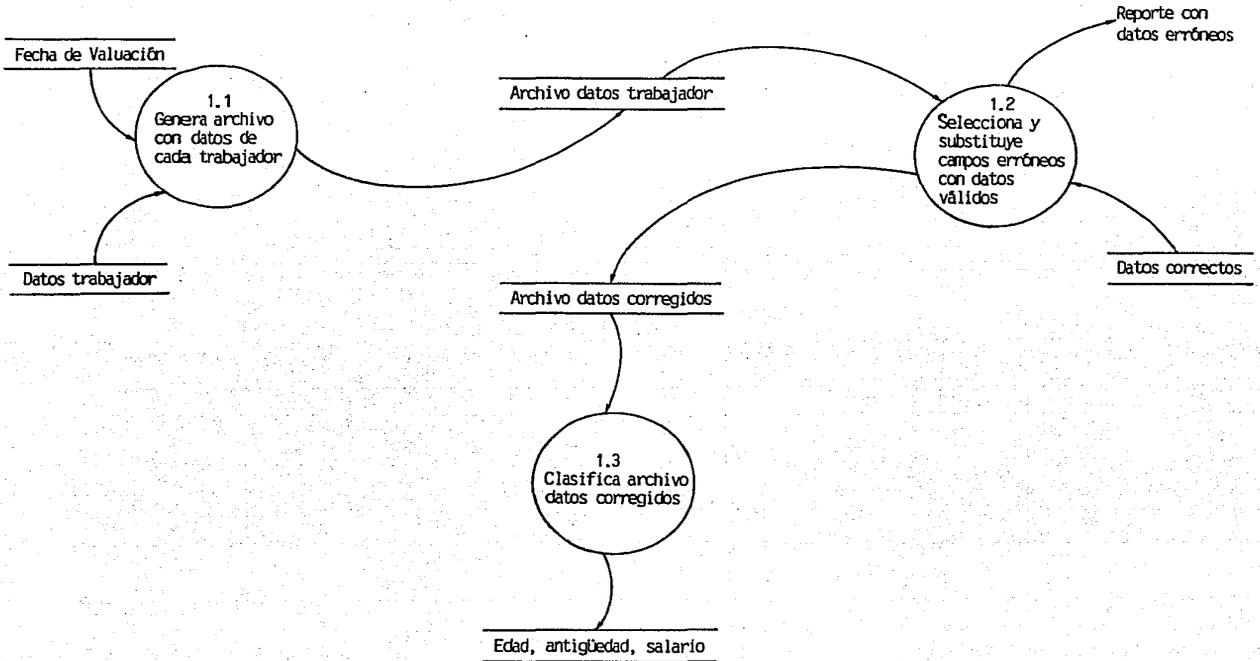
Asimismo, se describen los datos usados en el Modelo, estos datos están en los diagramas en forma de flujos y archivos, mismos que para su presentación a continuación se describen.

DIAGRAMA  
0. VISION GENERAL DE LOS PROCESOS TEORICOS DEL MODELO



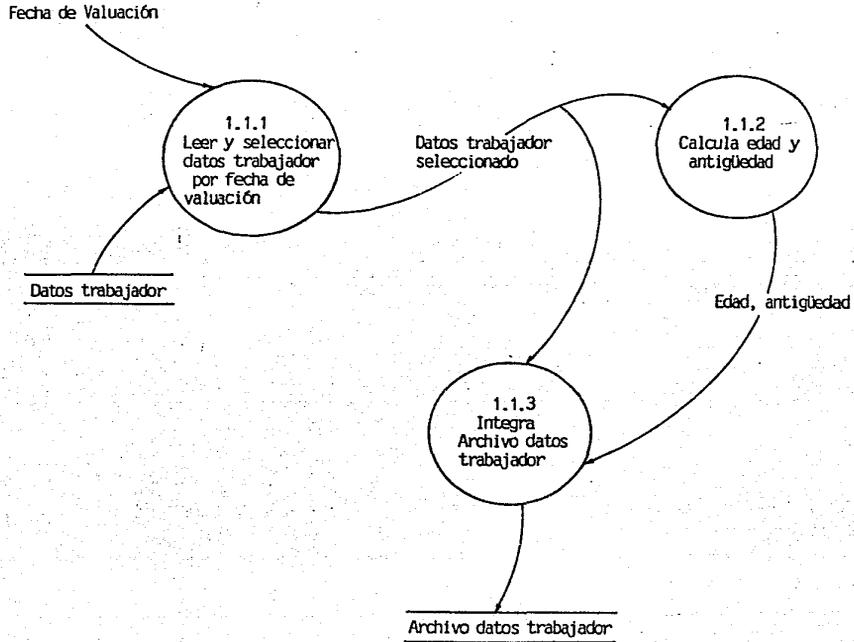
DIAGRAMA

1. ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE LA CREACION DE LA BASE DE DATOS



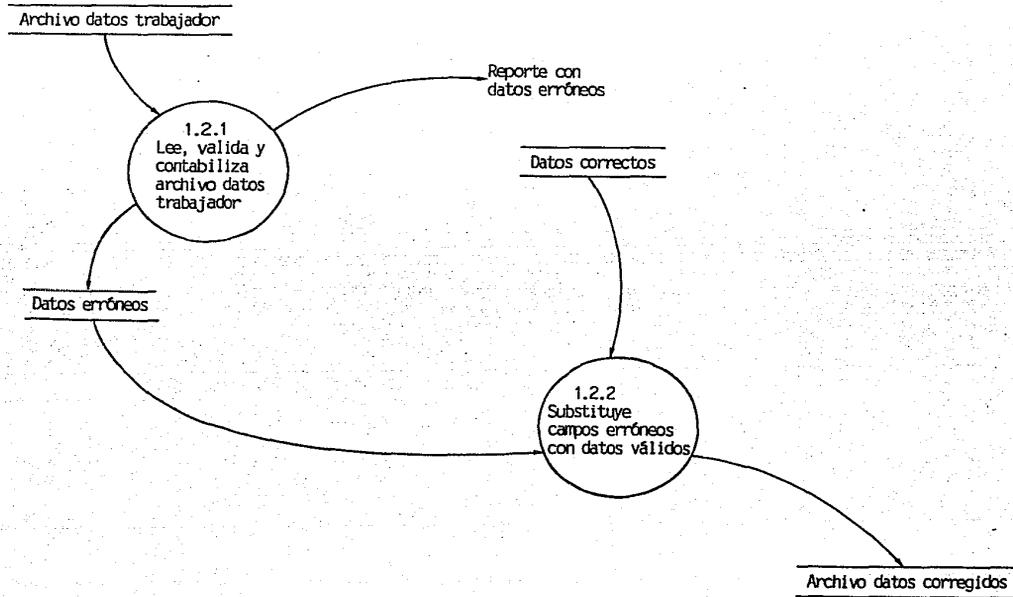
DIAGRAMA

1.1 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE GENERACION DE ARCHIVO CON DATOS DE CADA TRABAJADOR



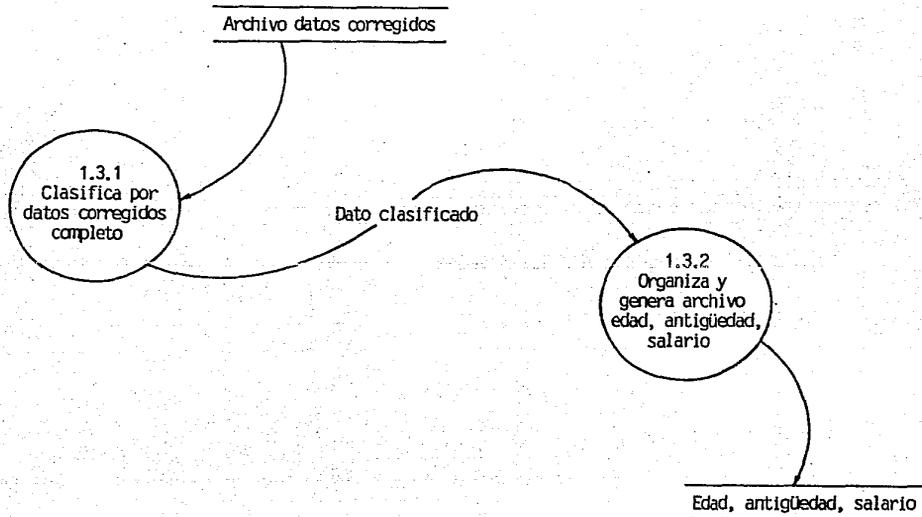
DIAGRAMA

1.2 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE SELECCION Y SUSTITUCION DE CAMPOS ERRONEOS CON DATOS VALIDOS



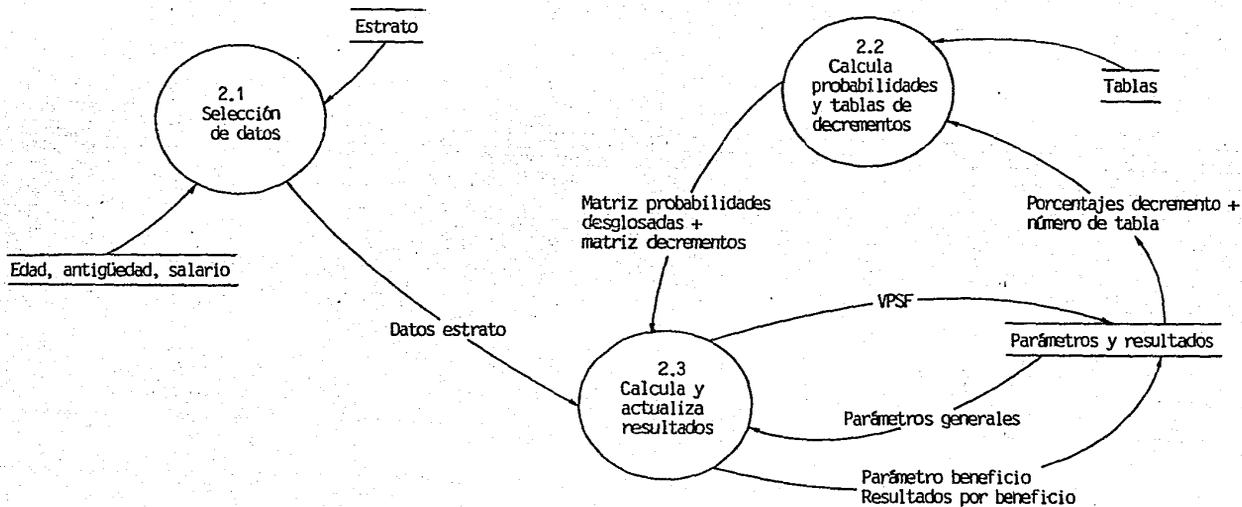
DIAGRAMA

1.3 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE CLASIFICACION DE DATOS CORREGIDOS



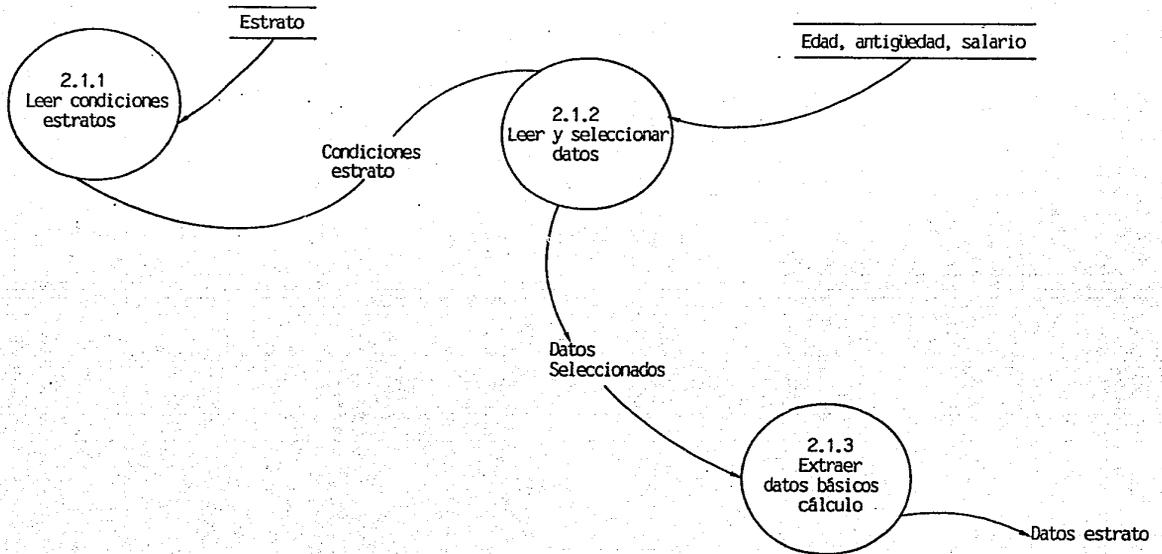
DIAGRAMA

2. ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE CALCULO DE VPSF, VPBSP Y VPBSF



DIAGRAMA

2.1 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE SELECCION DE DATOS



DIAGRAMA

2.2 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE CALCULO DE PROBABILIDADES Y TABLAS DE DECREMENTO

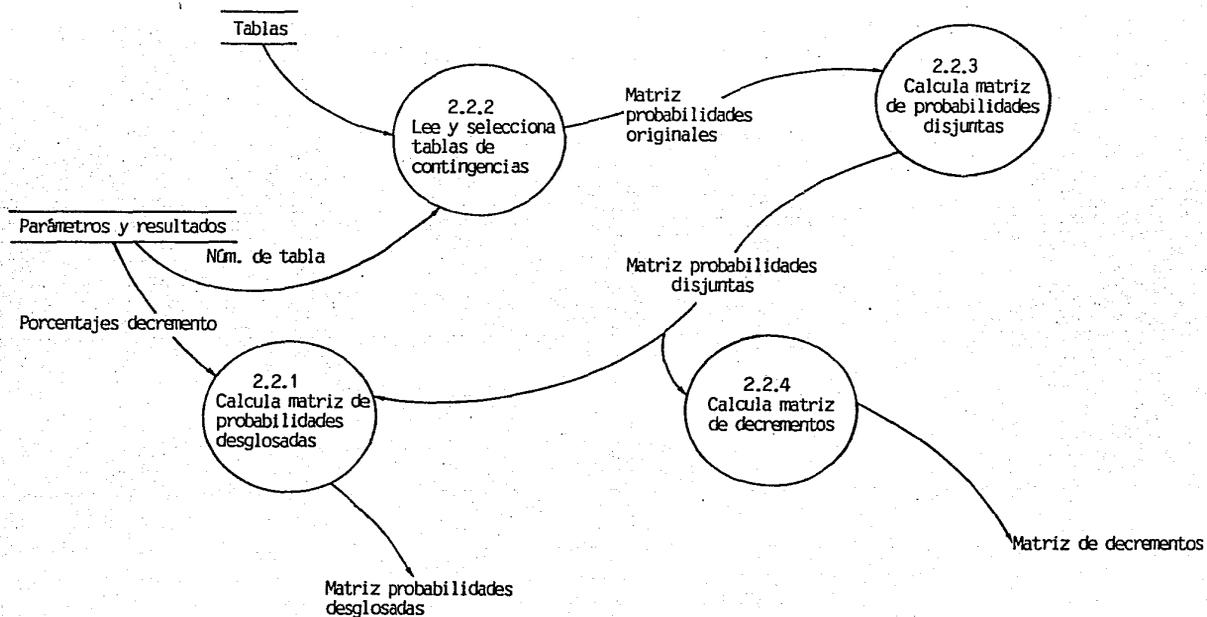
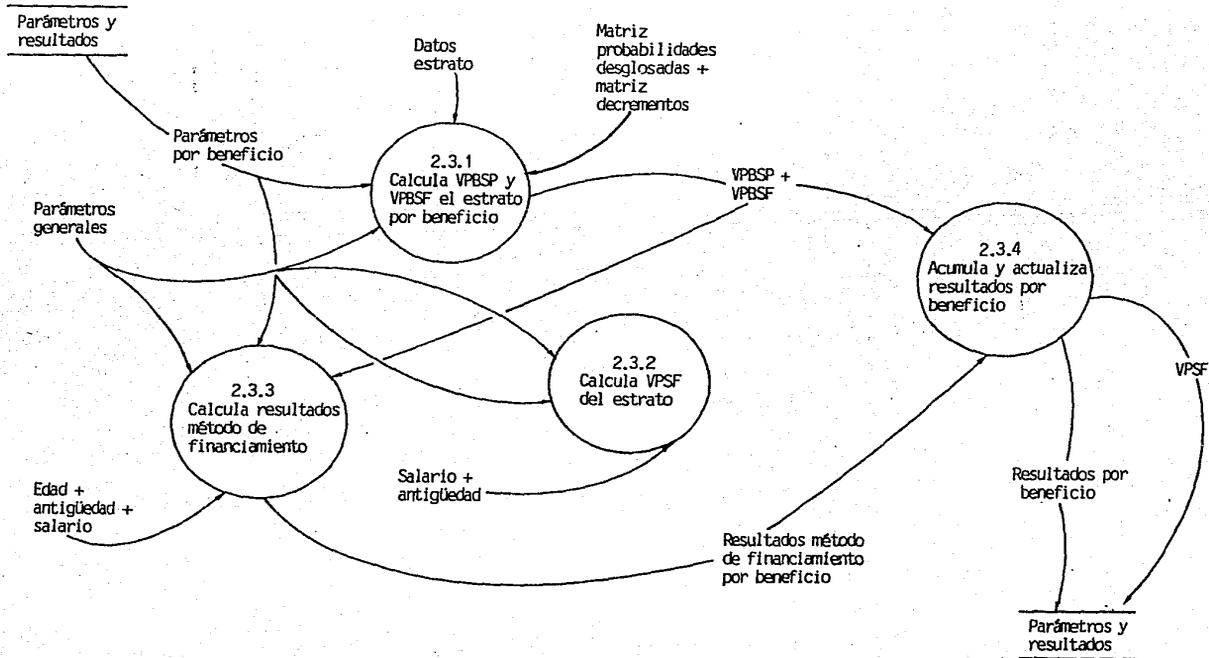
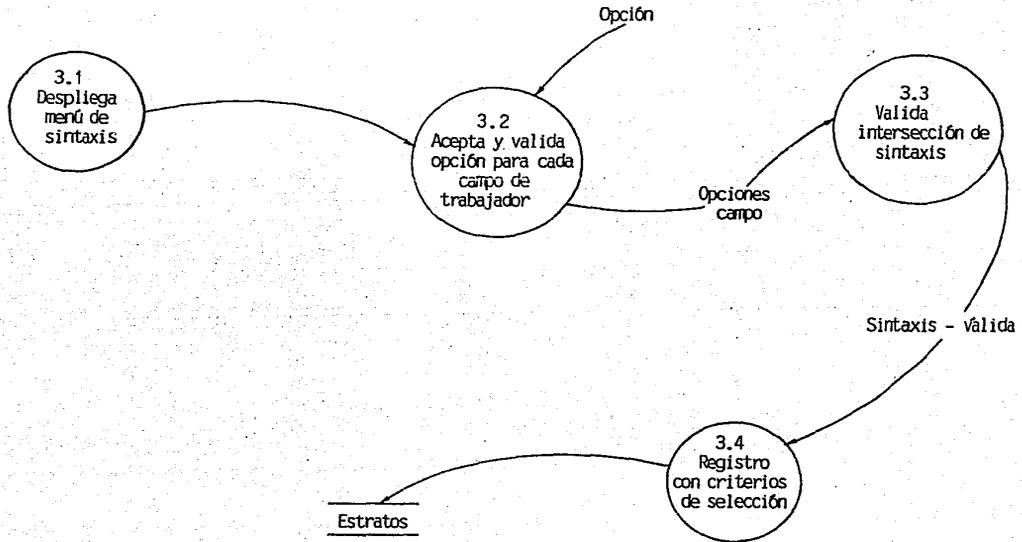


DIAGRAMA  
2.3 ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE CALCULO Y ACTUALIZACION DE RESULTADOS



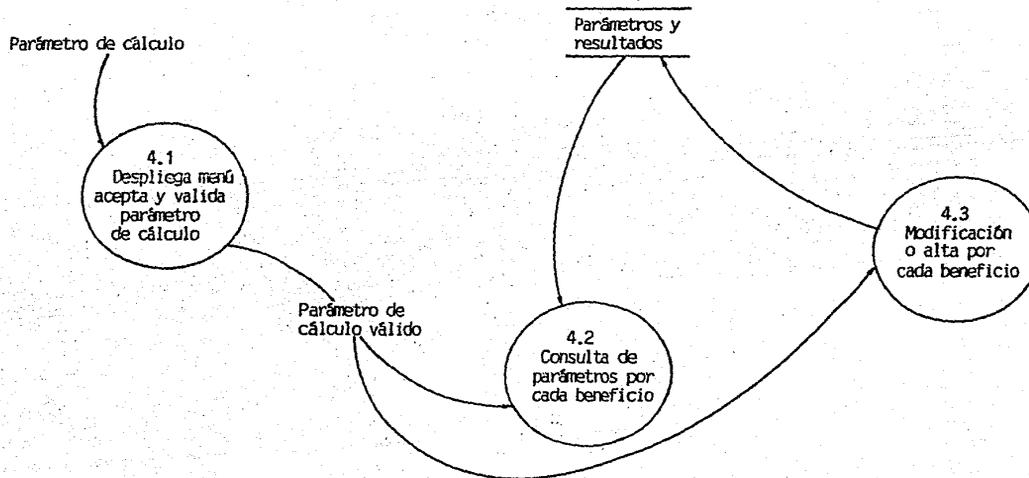
DIAGRAMA

3. ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE SELECCION DEL ESTRATO



DIAGRAMA

4. ESTRUCTURA INTERNA DEL PROCESO DE ORGANIZACION DE PARAMETROS DE CALCULO



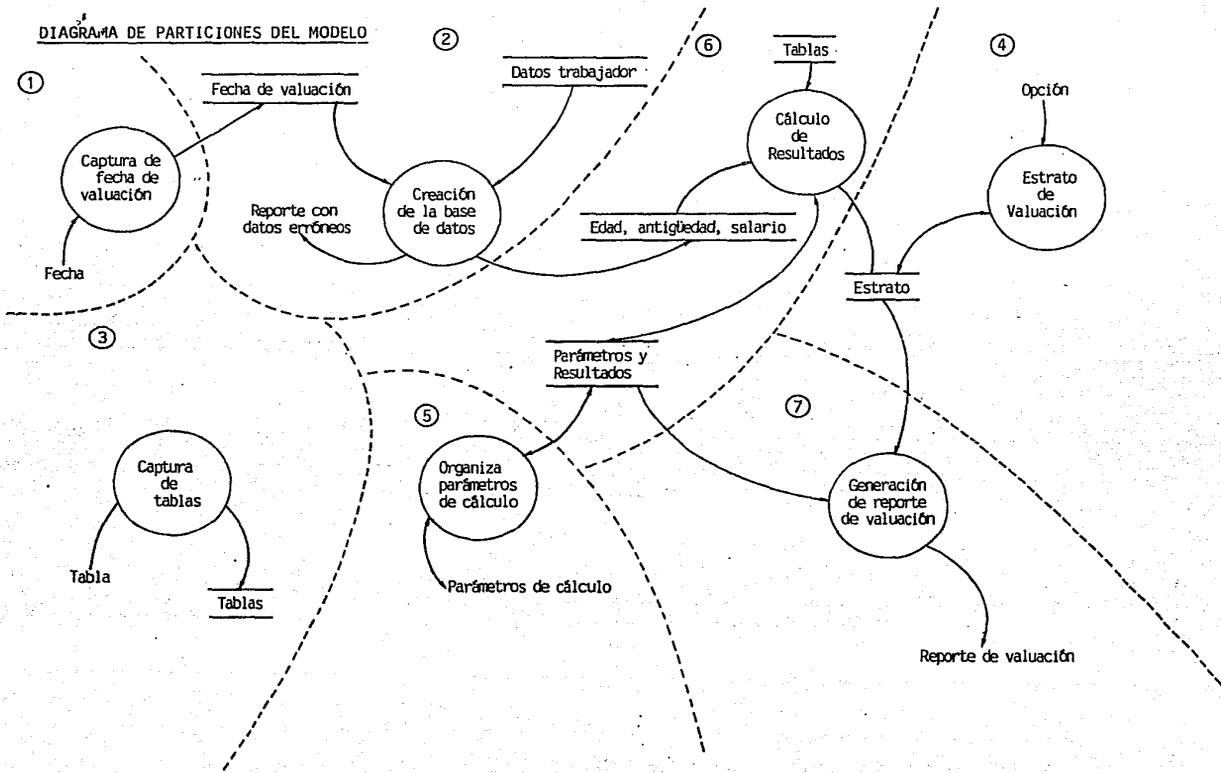
El sistema está dividido en siete particiones. En la siguiente tabla se muestra cada partición:

Número	Partición
1	Captura de la fecha de valuación
2	Creación de la base de datos

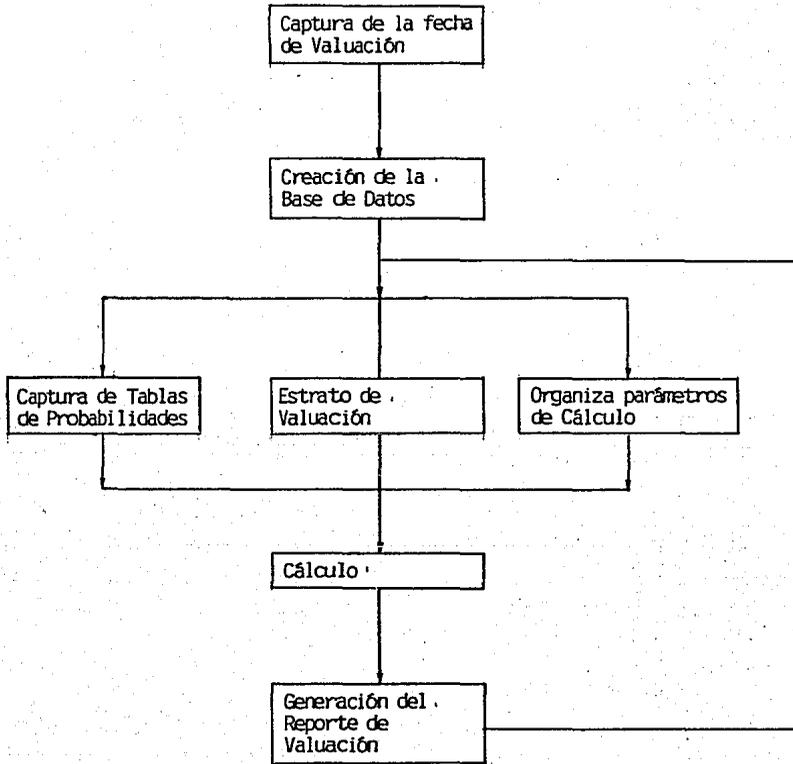
(Modelo Integral de Valuación Actuarial)

3	Captura de tablas
4	Estrato de valuación
5	Define parámetros de cálculo
6	Cálculo de resultados
7	Reporte

DIAGRAMA DE PARTICIONES DEL MODELO



## SECUENCIA DE EJECUCION

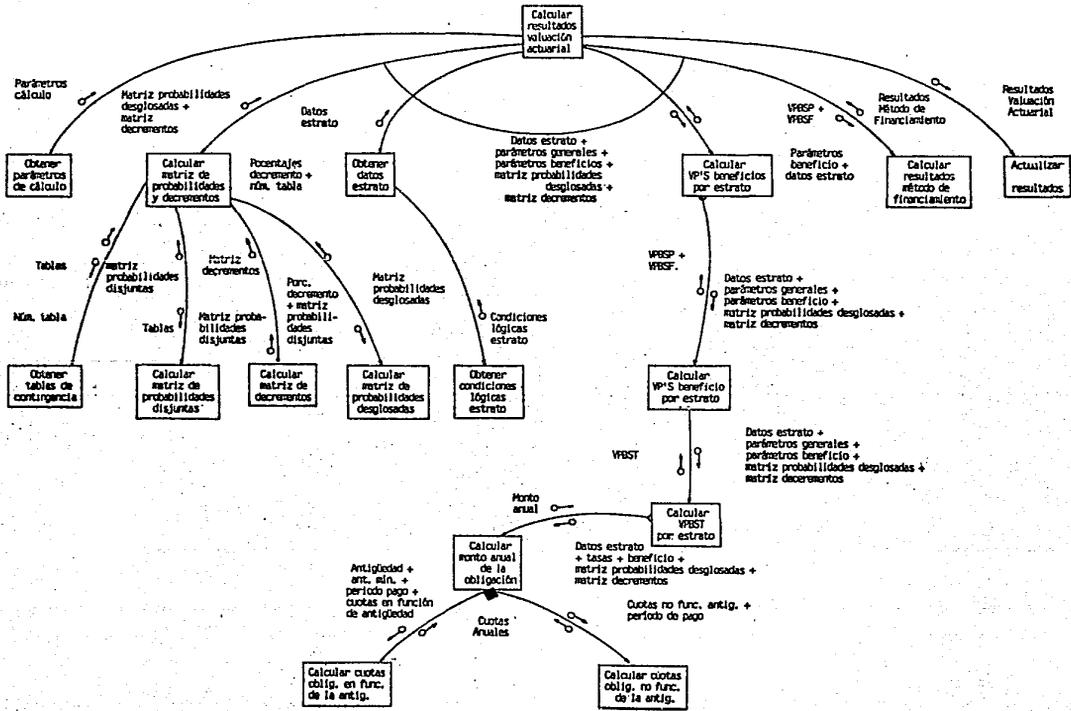


En esta figura se muestra el orden cronológico en el que se deberán ejecutar las particiones del Modelo.

Diagrama de Diseño :

A continuación se muestra el diagrama de diseño para calcular los resultados de la valuación actuarial, así como las especificaciones de los módulos contenidos el diagrama. La forma de especificación es de tipo de enlace.

DIAGRAMA DE DISEÑO: CALCULAR RESULTADOS VALUACIÓN ACTUARIAL



Tarea: Calcular resultados valuación actuarial:

Módulo : Calcular resultados valuación actuarial

Función : Calcular resultados valuación actuarial

Módulo : Obtener parámetros de cálculo.

Función : Leer archivo de parámetros de cálculo

Módulo : Calcular matriz de probabilidades y decrementos

Función : Calcula las probabilidades disjuntas para cada contingencia y construye tabla de decrementos múltiples

Módulo : Obtener datos estrato

Función : Lee y selecciona registros de los archivos de la base de datos y extrae los datos relevantes a la valuación

Módulo : Calcular valores presentes de los beneficios por estrato

Función : Para un estrato dado calcula los valores presente de todos los beneficios

Módulo : Calcular resultados método de financiamiento

Función : Calcula resultados método de financiamiento

Módulo : Actualizar resultados

Función : Actualiza los resultados de la valuación

- Módulo : Obtener tablas de contingencia  
Función : Lee y selecciona las tablas especificadas en  
NUM-TABLAS
- Módulo : Calcular matriz de probabilidades disjuntas  
Función : Aplica fórmula sobre tablas de probabilidades  
pra hacerlas disjuntas
- Módulo : Calcular matriz de probabilidades desglosadas  
Función : Aplica porcentajes de decremento a las  
probabilidades disjuntas para obtener las  
probabilidades desglosadas
- Módulo : Obtener condiciones lógicas estrato  
Función : Lee archivo de estratos
- Módulo : Calcular valores presentes de beneficios por  
estrato  
Función : Calcula valores presentes de beneficios por  
estrato
- Módulo : Calcular monto anual de la obligación  
Función : Calcula monto anual de la obligación

Módulo : Calcular cuotas obligatorias en función de la antigüedad

Función : Calcula cuotas obligatorias en función de la antigüedad

Módulo : Calcular cuotas obligatorias no en función de la antigüedad

Función : Calcula cuotas obligatorias no en función de la antigüedad

### 3. APLICACION DEL MODELO

#### 3.1. ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

De la aplicación del Modelo y de los apoyos que en una valuación actuarial de pasivos contingentes se deben de contar, se obtendrá la siguiente información:

##### -Datos Generales

Número de trabajadores

Nómina anual

Edad promedio

Antigüedad promedio

##### -Descripción y Enunciación de las Obligaciones o Beneficios:

##### -Hipótesis de Cálculo

La descripción de los supuestos biométricos-demográficos y financieros utilizados:

Tablas de mortalidad

Tablas de invalidez

Tablas de rotación

Tasas de retiro

Tasa pura de interés

Tasa de riesgo de inversión

Tasa de inflación

-Tasas de Incremento de Salarios

- a) Incrementos por méritos
- b) Incrementos por utilidades
- c) Incrementos por inflación

-Tasas de Incrementos de Pensiones (Tasa de recuperación)

-Tasa por Inflación

-Método Actuarial de Financiamiento o de Costeo

Descripción del programa de presupuestos o el plan de pagos mediante el cual las obligaciones valuadas actuarialmente se van a consolidar.

Los métodos actuariales de financiamiento que se recomiendan para la valuación actuarial de pasivos contingentes son los que se conocen como de tipo racional, es decir, aquellos que suponen que las cantidades aportadas periódicamente deben desarrollarse en el tiempo, creciendo de tal manera que sean suficientes para hacer frente a las obligaciones que se hagan exigibles, derivadas de beneficios diferidos de tipo contingente.

Dado que la función primordial del Modelo es la cuantificación actuarial de las obligaciones generadas por los beneficios en favor de los trabajadores de una entidad, y considerando que la determinación de los costos o el financiamiento de las obligaciones dependen exclusivamente del método de financiamiento o de costeo que se utilice, el

cálculo del valor presente de los sueldos futuros o de alguna otra anualidad que en particular algún método de financiamiento establezca, no forma parte propiamente del Modelo. Sin embargo, el usuario podrá con su creatividad parametrizar las variables del Modelo para obtener las anualidades que requiera.

**-Resultados:**

Como se mencionó anteriormente, la aplicación del Modelo genera directamente el valor presente actuarial de los beneficios por servicios totales (Vpbst). A partir de este resultado se obtienen los siguientes, a saber:

**-Valor presente actuarial de los beneficios por :**

**- Servicios pasados:**

$$Vpbsp = \frac{1-u}{r-u} Vpbst \quad \dots(i)$$

**- Servicios pasados no financiados**

**- (Servicios pasados congelados no financiados)**

$$Vpbspnf = Vpbsp - \text{activo tangible} \quad \dots(ii)$$

**- Servicios futuros**

$$Vpbsf = Vpbst - Vpbsp \quad \dots(iii)$$

**- (Costos normales futuros)**

$$Vpcnf = Vpbst - Vpbsp - \text{activo tangible} \quad \dots(iv)$$

- Salarios futuros

$$V_{psf} = \sum_{i=E}^{T-1} S (Ht^{(t)})^{(i-E)} \frac{l_i^{(T)}}{l_E^{(T)}} V^{(i-E)} \quad \dots (v)$$

donde:

$S$  = salario actual

$i = E, \dots, T-1$

- Anualidades a edad de entrada

$$A_y = \sum_{i=0}^{110-E} \frac{l_{st+i}^{(T)}}{l_y^{(T)}} V^i \quad \dots (vi)$$

donde:

$i = 0, \dots, 110-E$

$y$  = edad de entrada a la entidad

- Anualidades a edad alcanzada

$$A_E = \sum_{i=0}^{110-E} \frac{l_{E+i}^{(T)}}{l_E^{(T)}} V^i \quad \dots (vii)$$

donde:

$i = 0, \dots, 110-E$

-Valor presente de los beneficios en curso de pago

Este resultado es particularmente generado por el Modelo, dado que se trata de aquellos trabajadores que se encuentran disfrutando de los beneficios. ..(viii)

-Activo Tangible

Es el valor de las reservas en libros, del dinero en efectivo, inversiones, valores y cualquier propiedad que se destine para financiar los beneficios u obligaciones establecidas en favor de los trabajadores. ..(ix)

-Costos (segun Método Actuarial de Financiamiento)

De manera ilustrativa los costos que mostraremos son los que resultarían de aplicar el Método Actuarial de Financiamiento Colectivo Congelado a edad de entrada

- Amortización de pasivo por servicios pasados
- (Amortización de pasivo no financiado)
- (Amortización de pasivo inicial congelado)

$A_{psp} = V_{psp} / \text{anualidad anticipada cierta a } m \text{ años}$

Donde:

$$m \geq 10$$

- Costo normal

$C_n = (V_{pcnf} / V_{psf}) \times \text{Suma de salarios anuales de los trabajadores}$

-Balance Actuarial

- Activo

Activo Tangible	\$ ..(ix)	
Valor presente de los servicios pasados no financiados	..(ii)	
Valor presente de los costos normales futuros	..(iv)	
Suma el Activo	-----	\$ Vpbst =====

- Pasivo

Valor presente de los beneficios en curso de pago	\$ ..(viii)	
Valor presente de los beneficios por servicios pasados	..(i)	
Valor presente de los beneficios por servicios futuros	..(iii)	
Suma el Pasivo	-----	\$ Vpbst =====

-Aportaciones recomendadas para el ejercicio

La consistencia del financiamiento de las obligaciones estriba en que las aportaciones recomendadas (amortización de pasivos por servicios pasados no financiados y costo normal) efectivamente se realicen en el ejercicio en el cual se ha generado la obligación o el compromiso del beneficio en favor de los trabajadores.

### 3.2. APLICACIONES DEL MODELO A CASOS PRACTICOS

#### 3.2.1. EJEMPLO NO.1

Supongamos que el beneficio que se desea valorar es un pago por Prima de Antigüedad con las siguientes características:

a) En caso de muerte se paga, dependiendo de la antigüedad del trabajador al momento de ocurrir el evento como sigue:

- Si la antigüedad es menor o igual a diez años; entonces se otorga un pago igual a 22 días de salario por cada año de servicio. El salario a considerar tiene un límite máximo de dos veces el salario mínimo de la zona económica.

- Si la antigüedad es mayor a diez años se otorga un pago igual a 28 días de salario por cada año de servicio. El salario a considerar es el salario total del trabajador.

b) En caso de invalidez, se pagará como sigue:

- Si la antigüedad es menor o igual a diez años, se otorga un pago igual a 26 días de salario por cada año de servicio. El salario a considerar tiene un límite máximo de dos veces el salario mínimo de la zona económica.

- Si la antigüedad es mayor a diez años se otorga un pago cuyo monto es igual al que se pagaría en caso de fallecimiento.
- c) En caso de separación voluntaria se pagará como sigue:
- Si la antigüedad es menor o igual a diez años, no se otorga beneficio.
  - Si la antigüedad es mayor a diez años se otorga un pago cuyo monto es igual al que se pagaría en caso de fallecimiento.
- d) En caso de despido, se otorga el beneficio de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo, es decir doce días de salario por cada año de servicio. El salario a considerar tiene un límite máximo de dos veces el salario mínimo de la zona económica.

Dada la complejidad de la estructura de este beneficio su valuación no sería factible a través de un Modelo de concepción clásica. Sin embargo, se puede valorar utilizando el Modelo que se ha presentado en este trabajo, de la manera siguiente:

Supongamos que un trabajador tiene los siguientes datos:

Edad actual (E)	: 61 años
Antigüedad (A)	: 15 años
Salario diario (S)	: \$11,000

a) Beneficio por muerte

- Causa que origina el goce del beneficio

Dado que la causa es la muerte, entonces:

$$(a, s) = 1$$

- Condiciones para tener derecho al goce del beneficio

$$A_{\min} = 10 \quad E_{\max} = 65$$

$$A_{\max} = 99 \quad C_{\min} = "0"$$

$$E_{\min} = 0 \quad C_{\max} = "0"$$

Definición de los pagos en que consiste el beneficio

- Parámetros generales

$$P = 0$$

$$P_{\max} = 0$$

$$(a, s)_t = (0, 0)_t$$

$$v = \%$$

$$n = 30$$

$$F_s = 1$$

- Cuotas en función de la antigüedad

$$C^b = 0.0\%$$

$$C^a = 93.33\%$$

$$C^m = 7.77\%$$

- Límites de los porcentajes y/o monto de los pagos

$$\% \text{ min} = 0$$

$$\% \text{ max} = 100$$

$$\$ \text{ min} = 0$$

$$\$ \text{ max} = 999999999$$

- Constantes del trabajador

$$E = 61$$

$$A = 15$$

$$S = 11000$$

- Parámetros generales de cálculo

$$t^{(i)} = 0.09$$

$$t^{(s)} = 0.08$$

$$t^{(n)} = 0.00$$

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación:

j	0	1	2	3	4
Edad	61	62	63	64	65
Antigüedad	15	16	17	18	19

$$VPBST = \sum_{j=0}^4 \frac{v_{61+j+\frac{1}{2}}^{(CT)}}{l_{61}^{(CT)}} q_{61+j+\frac{1}{2}}^{(CT)} (1.09)^{-(j+\frac{1}{2})} M_j$$

$$M_j = \sum_{i=0}^u (1.09)^{-i} \frac{l_{61+j+i}^{(09)_t}}{l_{61+j}^{(0,0)_t}} M_{j,i}$$

Como  $P=U \Rightarrow M=0$

$$= (1.09)^{-i} \frac{l_{61+j+i}^{(0,0)_t}}{l_{61+j}^{(0,0)_t}} M_{j,i}$$

$$M_{j,i} = \max \left\{ \min(1.08)^i, \min \left\{ K, \max(1.08)^j \right\} \right\} (\min \{ (1.09), 1 \} - i)$$

$$K = \max \left\{ .4333, \min \left\{ .4333 + [15+j+i-10], .4333 \right\} \right\} 305 (1.08)^j$$

Entonces para  $i=0, j=0$ :

$$K = \max \left\{ .4333, \min \left\{ .4333+5, .4333 \right\} \right\} 330,000$$

$$= \max \left\{ .4333, .4333 \right\} 330,000$$

$$= .4333 \times 330,000 = 307,989$$

$$M_{0,0} = \max \left\{ \min, \min \left\{ 307,989, \max \right\} \right\} (\min \{ 1, 1 \})$$

$$= \max \left\{ \min, 307,989 \right\} = 307,989$$

De manera similar se calculan  $\mu_{0,1}, \mu_{0,2}, \dots, \mu_{0,4}$

y ya con estos valores podemos calcular  $\mu_0, \dots, \mu_4$

y por consiguiente el VPBST

b) Beneficio por invalidez

Dado que el trabajador tiene más de diez años de antigüedad, el beneficio que se otorga por invalidez es igual al que se pagaría en caso de fallecimiento.

Para valuarlo, los parámetros se mantienen igual que en el caso anterior cambiando únicamente la probabilidad de muerte  $q_x$  por  $i_x$ , que es la probabilidad de invalidez.

Así tenemos que:

$$VPBST = \frac{l_{61+j+1/2}^{(a)}}{l_{61}^{(a)}} l_{61+j+1/2} (1.0a)^{-(j+1/2)} \mu_j$$

$$\mu_j = \sum_{i=0}^M (1.0a)^{-i} \frac{l_{61+j+i}^{(a,0)_k}}{l_{61+j}^{(a,0)_k}} \mu_{j,i}$$

Como  $P=U \Rightarrow M=0$

$$\mu_{j,i} = \min \left\{ \min \{1.08\}^i, \min \{K, \max \{1.08\}^i\} \right\} (\min \{1.0a, 1\}^{-i})$$

$$K = \max \left\{ .9333, \min \left\{ .9333 + [15+j+i-10], .9333 \right\} \right\} 30s (1.08)^j$$

De manera similar se calculan  $M_{0,1}, M_{0,2}, \dots, M_{0,4}$

y ya con estos valores podemos calcular  $M_0, \dots, M_4$

y por consiguiente el VPBST

b) Beneficio por invalidez

Dado que el trabajador tiene más de diez años de antigüedad, el beneficio que se otorga por invalidez es igual al que se pagaría en caso de fallecimiento.

Para valuarlo, los parámetros se mantienen igual que en el caso anterior cambiando únicamente la probabilidad de muerte  $q_x$  por  $i_x$ , que es la probabilidad de invalidez.

Así tenemos que:

$$VPBST = \frac{l_{61+j+1/2}^{(T)}}{l_{61}^{(T)}} l_{61+j+1/2} (1.09)^{-(j+1/2)} M_j$$

$$M_j = \sum_{i=0}^M (1.09)^{-i} \frac{l_{61+j+i}^{(0,0)E}}{l_{61+j}^{(0,0)E}} M_{j,i}$$

Como  $P=0 \Rightarrow M=0$

$$M_{j,i} = \min \left\{ \kappa \min \{1.08\}^i, \min \left\{ \kappa, \max \{1.08\}^i \right\} \right\} \left( \min \{1.09, 1\} - i \right)$$

$$\kappa = \max \left\{ .9333, \min \left\{ .9333 + [15+j+i-10], .9333 \right\} \right\} 30s (1.08)^i$$

c) Beneficio por separación voluntaria

Como en el caso anterior, el beneficio por separación voluntaria es similar al de fallecimiento.

Su valuación se realiza de igual manera, sustituyendo  $r_x$  por  $r_x$ , que es la probabilidad de rotación.

Adicionalmente se tendrá que definir el porcentaje del riesgo específico, de la siguiente manera:

$$(e, s) = (r_x, \text{sep. vol.})$$

y se calcula  $r_x^{(e, s)} = d^{(e, s)} r_x$

donde:  $d^{(e, s)}$  = proporción de ocurrencia del subevento S dentro del evento e para cualquier edad.

Para este caso, podemos suponer que  $d^{(e, s)} = 0.80$

d) Beneficio por despido

El beneficio que se otorga por despido es diferente a los anteriores, por lo que es necesario reasignar los valores correspondientes a los parámetros:

- Causa que origina el goce del beneficio

Dado que la causa es el despido, entonces:

$$(e, s) = (r_x, \text{despido}) = B$$

$$r_x^{(e, s)} = d^{(e, s)} r_x$$

Suponemos que

$$d^{(e, s)} = 0.20$$

Entonces:

$$r_x^{(e, s)} = 0.20 r_x$$

- Condiciones para tener derecho al goce del beneficio

$$\begin{aligned} A_{\min} &= 0 & E_{\max} &= 65 \\ A_{\max} &= 99 & C_{\min} &= "0" \\ E_{\min} &= 0 & C_{\max} &= "0" \end{aligned}$$

Definición de los pagos en que consiste el beneficio

- Parámetros generales

$$\begin{aligned} P &= U & V &= \frac{1}{2} \\ \gamma_{\max} &= 0 & u &= 0 \\ (0, s)_t &= (0, 0)_t & F_b &= 1 \end{aligned}$$

- Cuotas en función de la antigüedad

$$\begin{aligned} C^b &= 0.0\% \\ C^a &= 40.0\% \\ C^m &= 3.33\% \end{aligned}$$

- Límites de los porcentajes y/o monto de los pagos

$$\begin{aligned} \gamma_{\min} &= 0 \\ \% \text{ max} &= 100 \\ \frac{1}{2} \text{ min} &= 0 \\ \frac{1}{2} \text{ max} &= 7320 \end{aligned}$$

- Constantes del trabajador

$$\begin{aligned} A &= 15 \\ E &= 61 \\ S &= 11,000 \end{aligned}$$

- Parámetros generales de cálculo

$$\begin{aligned} t^{(c)} &= 9\% \\ t^{(s)} &= 8\% \\ t^{(p)} &= 0 \end{aligned}$$

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación:

j	0	1	2	3	4
Edad	61	62	63	64	65
Antigüedad	15	16	17	18	19

$$VPBST = \sum_{i=0}^4 \frac{l_{61+i}^{(cr)}}{l_{61}^{(cr)}} v^{c(1+i)} (1.0a)^{-(j+1/2)} M_j$$

$$M_j = (1.0a)^{-i} \frac{l_{61+i}^{(0,0)+}}{l_{61}^{(0,0)+}} M_{j,i}$$

$$M_{j,i} = \max \left\{ \min \{ (1.08)^i, \min \{ \kappa, \max \{ (1.08)^i \} \} \} \left( \min \{ (1.0a), 1 \} \right)^{-i} \right\}$$

$$\kappa = \max \left\{ .40, \min \{ .40 + [15 + j + i - 10], .40 \} \right\} 305 (1.08)^j$$

Como se pudo apreciar en el ejemplo anterior la flexibilidad del Modelo radicó en al creatividad que se desarrolló en la definición de los parámetros. Por consecuencia es fundamental que el usuario adquiera la práctica y el adecuado conocimiento de su operación y funcionamiento.

### 3.2.2. EJEMPLO NO. 2

Supongamos que el beneficio que se desea otorgar es una pensión por jubilación con las siguientes características:

Todo trabajador que se retire al haber acreditado 25 años de servicios y 55 años de edad o 35 años de servicios sin

importar la edad, tendrá derecho a recibir una pensión jubilatoria que se calculará con base en la siguiente fórmula:

Pensión jubilatoria : 80% del salario de jubilación

La pensión jubilatoria se incrementará en un 4% hasta llegar a un 100% como máximo, por cada año adicional de servicios prestados después de cumplidos los primeros 25.

El salario de jubilación será el salario del trabajador en el momento de la jubilación.

Para la valuación de este beneficio deberán definirse dos en el Modelo, por las condiciones de edad y antigüedad que se estipulan.

Supongamos que un trabajador tiene los siguientes datos:

Edad actual (E) : 51 años

Antigüedad (A) : 23 años

Salario diario (S) : S

- Causa que origina el goce del beneficio

Dado que ningún evento contingente causa el pago del beneficio, entonces:

$$(C) = 0$$

- Condiciones para tener derecho al goce del beneficio

$$\begin{array}{ll} A_{\min} = 25 & E_{\max} = 99 \\ A_{\max} = 99 & C_{\min} = "Y" \\ E_{\min} = 55 & C_{\max} = "0" \end{array}$$

Definición de los pagos en que consiste el beneficio

- Parámetros generales

$$\begin{aligned} P &= M & V &= \% \\ \gamma_{\text{máx}} &= 999 & n &= M \\ (a, s)_t &= 1 & F_s &= 1 \end{aligned}$$

- Cuotas en función de la antigüedad

$$\begin{aligned} C^b &= 80.0\% \\ C^a &= 4.0\% \\ C^m &= 0.0\% \end{aligned}$$

- Límites de los porcentajes y/o monto de los pagos

$$\begin{aligned} \% \text{ min} &= 80 & \$ \text{ min} &= 0 \\ \% \text{ máx} &= 100 & \$ \text{ máx} &= 999999999 \end{aligned}$$

Para completar el beneficio correctamente debe definirse otro en el Modelo con estos únicos cambios:

$$\begin{aligned} A_{\text{mín}} &= 35 \\ E_{\text{mín}} &= 00 \\ E_{\text{máx}} &= 55 \end{aligned}$$

- Constantes del trabajador

$$\begin{aligned} E &= 51 \\ A &= 23 \\ S &= 5 \end{aligned}$$

- Parámetros generales de cálculo

$$\begin{aligned} t^{(i)} &= 9\% \\ t^{(s)} &= 8\% \\ t^{(D)} &= 0.0\% \end{aligned}$$

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación:

j	0	1	2	3	4	5
Edad	51	52	53	54	55	56
Antigüedad	23	24	25	26	27	27

$$VPBST = \sum_{j=\text{liminf}}^{\text{limsup}} \frac{l_{E+j+1/2}^{(r)}}{l_E^{(r)}} q_{E+j+1/2}^{(0,5)} (1+t^{(i)})^{-(j+1/2)} M_j$$

$$VPBST = \frac{l_{55.5}^{(r)}}{l_{51}^{(r)}} (1+t^{(i)})^{-4.5} M_4$$

$$M_4 = \sum_{i=0}^{55} (1+t^{(i)})^{-(i+1/2)} \frac{l_{55.5+i}^0}{l_{55.5}^0} M_{4,i}$$

$$M_{4,i} = (80 + 4 \times 2 + 33 \times 6) S (1+t^{(i)})^4 (1+t^{(i)})^i$$

$i = 0, \dots, 55$

$$M_4 = (M_{4,0} l_{55.5}^0 + M_{4,1} l_{56.5}^0 (1+t^{(1)})^{-1} + \dots) / l_{55.5}^0$$

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación:

j	0	1	2	3	4
Edad	61	62	63	64	65
Antigüedad	15	16	17	18	19

$$VPBST = \sum_{i=0}^4 \frac{l_{61+i+1/2}^{(c)}}{l_{61}^{(c)}} r_{61+i+1/2}^{(c,i)} (1.08)^{-(j+1/2)} M_{j,i}$$

$$M_{j,i} = (1.08)^{-i} \frac{l_{61+i}^{(c,0)}}{l_{61+i}^{(c,0)}} M_{j,i}$$

$$M_{j,i} = \max \{ \min (1.08)^i, \min \{ k, \max (1.08)^i \} \} (\min \{ (1.08)^i, 1 \} - i \}$$

$$k = \max \{ .40, \min \{ .40 + [15+i+i-10], .40 \} \} 30s (1.08)^j$$

Como se pudo apreciar en el ejemplo anterior la flexibilidad del Modelo radicó en al creatividad que se desarrolló en la definición de los parámetros. Por consecuencia es fundamental que el usuario adquiera la práctica y el adecuado conocimiento de su operación y funcionamiento.

### 3.2.2. EJEMPLO NO. 2

Supongamos que el beneficio que se desea otorgar es una pensión por jubilación con las siguientes características:

Todo trabajador que se retire al haber acreditado 25 años de servicios y 55 años de edad o 35 años de servicios sin

importar la edad, tendrá derecho a recibir una pensión jubilatoria que se calculará con base en la siguiente fórmula:

Pensión jubilatoria : 80% del salario de jubilación

La pensión jubilatoria se incrementará en un 4% hasta llegar a un 100% como máximo, por cada año adicional de servicios prestados después de cumplidos los primeros 25. El salario de jubilación será el salario del trabajador en el momento de la jubilación.

Para la valuación de este beneficio deberán definirse dos en el Modelo, por las condiciones de edad y antigüedad que se estipulan.

Supongamos que un trabajador tiene los siguientes datos:

Edad actual (E) : 51 años  
Antigüedad (A) : 23 años  
Salario diario (S) : S

- Causa que origina el goce del beneficio

Dado que ningún evento contingente causa el pago del beneficio, entonces:

$$(C_s) = 0$$

- Condiciones para tener derecho al goce del beneficio

$A_{\min} = 25$        $E_{\max} = 99$   
 $A_{\max} = 99$        $C_{\min} = "y"$   
 $E_{\min} = 55$        $C_{\max} = "0"$

Definición de los pagos en que consiste el beneficio

- Parámetros generales

$$\begin{aligned} P &= M & V &= \% \\ \text{Máx} &= 999 & n &= M \\ (a, s)_t &= 1 & F_s &= 1 \end{aligned}$$

- Cuotas en función de la antigüedad

$$\begin{aligned} C^b &= 80.0\% \\ C^a &= 4.0\% \\ C^m &= 0.0\% \end{aligned}$$

- Límites de los porcentajes y/o monto de los pagos

$$\begin{aligned} \% \text{ min} &= 80 & \$ \text{ min} &= 0 \\ \% \text{ máx} &= 100 & \$ \text{ máx} &= 999999999 \end{aligned}$$

Para completar el beneficio correctamente debe definirse otro en el Modelo con estos únicos cambios:

$$\begin{aligned} A_{\text{min}} &= 35 \\ E_{\text{min}} &= 00 \\ E_{\text{máx}} &= 55 \end{aligned}$$

- Constantes del trabajador

$$\begin{aligned} E &= 51 \\ A &= 23 \\ S &= 5 \end{aligned}$$

- Parámetros generales de cálculo

$$\begin{aligned} t^{(i)} &= 9\% \\ t^{(s)} &= 8\% \\ t^{(D)} &= 0.0\% \end{aligned}$$

Cálculo del valor presente actuarial de los pagos del beneficio en un año dado con respecto a la fecha de valuación:

j	0	1	2	3	4	5
Edad	51	52	53	54	55	56
Antigüedad	23	24	25	26	27	27

$$VPBST = \sum_{j=\text{liminf}}^{\text{limsup}} \frac{l_{E+j+1/2}^{(r)}}{l_E^{(r)}} q^{(a,s)}_{E+j+1/2} (1+t^{(i)})^{-(j+1/2)} \mu_j$$

$$VPBST = \frac{l_{55.5}^{(r)}}{l_{51}^{(r)}} (1+t^{(i)})^{-4.5} \mu_4$$

$$\mu_4 = \sum_{i=0}^{55} (1+t^{(i)})^{-(i+1/2)} \frac{l_{55.5+i}^0}{l_{55.5}^0} \mu_{4,i}$$

$$\mu_{4,i} = (80 + 4 \times 2 + .33 \times 6) S (1+t^{(i)})^4 (1+t^{(i)})^i$$

$i = 0, \dots, 55$

$$\mu_4 = (\mu_{4,0} l_{55.5}^0 + \mu_{4,1} l_{56.5}^0 (1+t^{(1)})^{-1} + \dots) / l_{55.5}^0$$

## CONCLUSIONES

Como hemos podido apreciar durante el desarrollo de este trabajo, el Modelo es tan flexible para valuar obligaciones o beneficios de carácter contingente como se requiera. El límite de su capacidad radica principalmente, en la práctica y conocimientos que del mismo tenga el usuario.

A este respecto es importante observar la relación estrecha que se establece entre el usuario y el Modelo, pues de acuerdo a la concepción que del beneficio tenga el usuario, un mismo beneficio puede ser parametrizado de dos o más formas diferentes, sin que ésto afecte los resultados de la valuación.

Los Modelos de este tipo facilitan en gran medida la tarea actuarial, dadas sus características técnicas.

El Modelo puede ser utilizado en forma manual. Sin embargo, al tratarse de poblaciones medianas y grandes, es conveniente que el usuario analice la posibilidad de sistematizarlo en un equipo de cómputo con la capacidad suficiente para cubrir sus necesidades.

Otro aspecto que resulta de interés es que el Modelo ha sido desarrollado en la forma más sencilla, ya que utiliza únicamente las probabilidades y el interés en su concepción básica, de tal forma que al parametrizar un beneficio se establece un simil de la ecuación de valor.

## CONCLUSIONES

Como hemos podido apreciar durante el desarrollo de este trabajo, el Modelo es tan flexible para valuar obligaciones o beneficios de carácter contingente como se requiera. El límite de su capacidad radica principalmente, en la práctica y conocimientos que del mismo tenga el usuario.

A este respecto es importante observar la relación estrecha que se establece entre el usuario y el Modelo, pues de acuerdo a la concepción que del beneficio tenga el usuario, un mismo beneficio puede ser parametrizado de dos o más formas diferentes, sin que ésto afecte los resultados de la valuación.

Los Modelos de este tipo facilitan en gran medida la tarea actuarial, dadas sus características técnicas.

El Modelo puede ser utilizado en forma manual. Sin embargo, al tratarse de poblaciones medianas y grandes, es conveniente que el usuario analice la posibilidad de sistematizarlo en un equipo de cómputo con la capacidad suficiente para cubrir sus necesidades.

Otro aspecto que resulta de interés es que el Modelo ha sido desarrollado en la forma más sencilla, ya que utiliza únicamente las probabilidades y el interés en su concepción básica, de tal forma que al parametrizar un beneficio se establece un simil de la ecuación de valor.

El cálculo de probabilidades de riesgos específicos se realiza con base en porcentajes calculados sobre las tablas de probabilidades para riesgos básicos, con el objeto de que el Modelo no esté sujeto en su aplicación a que el usuario cuente con estas tasas; sin embargo, si éste es el caso, el Modelo permite su integración de fácil manera.

Dentro de los posibles usos que el Modelo puede satisfacer es aquel de cuantificar variaciones a los beneficios hoy existentes y en su momento beneficios que se diseñaran en un futuro por complicados que éstos sean.

Cabe hacer mención que aún cuando este Modelo por su sencillez resulta de fácil aplicación, es recomendable que los usuarios tengan la suficiente experiencia en Cálculo Actuarial y en Planes de Beneficios para Empleados.

Por otra parte cabe mencionar que aún cuando el objetivo de este trabajo es el de desarrollar un Modelo que cuantifica las obligaciones, en el Capítulo 2 hemos incursionado en lo que se refiere al financiamiento de las mismas, sin que se haya pretendido agotar este tema, ya que la elección del Método Actuarial de Financiamiento más apropiado para cada beneficio, depende del criterio y la experiencia del Actuario.

A N E X O S

EJEMPLO DE CALCULO DE TABLA DE SERVICIOS CON  
PROBABILIDADES DISYUNTAS

x	(1) (2) (3)			qx'(m) qx'(d) qx'(w)			lx(T)	dx(m)	dx(d)	dx(w)	dx(T)
	qx(m)	qx(d)	qx(w)	qx'(m)	qx'(d)	qx'(w)					
20	.001893	.000500	.061600	.0018153	.0004791	.0615024	1,600,000	1,815	479	61,502	83,797
21	.001923	.000500	.070900	.0018544	.0004818	.0708141	916,203	1,699	441	64,880	67,021
22	.001957	.000500	.060800	.0018970	.0004843	.0607253	849,183	1,611	411	51,567	53,589
23	.001994	.000500	.052300	.0019414	.0004864	.0522348	795,594	1,545	387	41,558	43,489
24	.002035	.000600	.046500	.0019871	.0005855	.0464388	752,104	1,494	440	24,927	36,862
25	.002080	.000600	.045200	.0020324	.0005858	.0451394	715,243	1,454	419	32,286	34,158
26	.002131	.000600	.043900	.0020836	.0005862	.0438401	681,084	1,419	399	29,859	31,677
27	.002187	.000600	.042700	.0021397	.0005865	.0426405	649,407	1,390	381	27,691	29,441
28	.002249	.000700	.041400	.0022017	.0006847	.0413390	619,946	1,365	425	25,628	27,417
29	.002318	.000700	.040100	.0022707	.0006952	.0400395	592,528	1,345	406	23,725	25,476
30	.002395	.000700	.038800	.0023477	.0006956	.0387400	567,052	1,331	389	21,968	23,688
31	.002480	.000800	.037500	.0024325	.0007840	.0374385	543,365	1,322	426	20,343	22,091
32	.002574	.000800	.036100	.0025265	.0007845	.0360391	521,274	1,317	409	18,786	20,512
33	.002679	.000800	.034800	.0026313	.0007850	.0347395	500,762	1,318	393	17,396	19,107
34	.002795	.000900	.033500	.0027469	.0008837	.0334381	481,655	1,323	426	16,106	17,854
35	.002923	.000900	.032200	.0028746	.0008842	.0321385	463,801	1,333	410	14,906	16,649
36	.003066	.001000	.030900	.0030171	.0009830	.0308372	447,151	1,349	440	13,789	15,578
37	.003224	.001100	.029700	.0031744	.0010819	.0296358	431,574	1,370	467	12,790	14,627
38	.003399	.001200	.028400	.0033487	.0011809	.0283347	416,947	1,396	492	11,814	13,703
39	.003594	.001300	.027200	.0035428	.0012800	.0271335	403,244	1,429	516	10,941	12,886
40	.003809	.001400	.026000	.0037569	.0013792	.0259323	390,358	1,467	538	10,123	12,128
41	.004048	.001600	.024900	.0039944	.0015769	.0248297	378,230	1,511	596	9,391	11,499
42	.004314	.001800	.023800	.0042588	.0017747	.0237273	366,732	1,562	651	8,702	10,914
43	.004608	.002000	.022700	.0045511	.0019727	.0226251	355,817	1,619	702	8,050	10,372
44	.004934	.002200	.021600	.0048753	.0021709	.0215230	345,446	1,684	750	7,435	9,869
45	.005295	.002400	.020600	.0052342	.0023690	.0205208	335,577	1,756	795	6,886	9,438
46	.005696	.002700	.012100	.0056539	.0026760	.0120493	326,139	1,844	873	3,930	6,646
47	.006141	.003000	.004100	.0061192	.0029847	.0040813	319,492	1,955	954	1,904	4,213
48	.006634	.003300	.001400	.0066184	.0032868	.0013921	315,280	2,087	1,036	439	3,562
49	.007180	.003600	.000500	.0071653	.0035862	.0004973	311,719	2,234	1,119	155	3,506
50	.007786	.004000	0.000000	.0077704	.0039844	0.0000000	308,211	2,395	1,228	0	3,623
51	.008457	.004500	0.000000	.0084380	.0044810	0.0000000	304,588	2,570	1,365	0	3,395
52	.009201	.005100	0.000000	.0091775	.0050765	0.0000000	300,653	2,759	1,526	0	4,286
53	.010026	.005700	0.000000	.0099974	.0056714	0.0000000	296,368	2,963	1,681	0	4,644
54	.010940	.006300	0.000000	.0109055	.0062655	0.0000000	291,724	3,181	1,828	0	5,009
55	.011954	.007000	0.000000	.0119122	.0069582	0.0000000	286,715	3,415	1,995	0	5,410
56	.013076	.007900		.0130243	.0078483	0.0000000	281,304	3,664	2,208	0	5,872
57	.014320	.008900		.0142563	.0088363	0.0000000	275,433	3,927	2,434	0	6,360
58	.015697	.010000		.0156185	.0099215	0.0000000	269,072	4,203	2,670	0	6,872
59	.017223	.011200		.0171266	.0111036	0.0000000	262,260	4,491	2,911	0	7,402
60	.018912	.011200		.0188061	.0110941	0.0000000	254,798	4,792	2,827	0	7,619
61	.020783	.011200		.0206666	.0110836	0.0000000	247,180	5,108	2,740	0	7,848
62	.022854	.011200		.0227260	.0110720	0.0000000	239,332	5,439	2,650	0	8,089
63	.025146	.011200		.0250052	.0110592	0.0000000	231,243	5,782	2,557	0	8,340
64	.027682	.011200		.0275270	.0110450	0.0000000	222,903	6,136	2,462	0	8,598
65	.030488	.011200		.0303173	.0110293	0.0000000	214,305	6,497	2,364	0	8,861

A	(1)	(2)	(3)	qx'(m)	qx'(d)	qx'(w)	dx(T)	dx(m)	dx(d)	dx(w)	dx(T)
	qx(m)	qx(d)	qx(w)								
66	.033590	.011200		.0334019			205.445	6,862	0	0	6,862
67	.037019	.011200		.0368117			198.582	7,310	0	0	7,310
68	.040609	.011200		.0405805			191.272	7,762	0	0	7,762
69	.044975	.011200		.0447430			183.510	8,211	0	0	8,211
70	.049215	.011200		.0492401			175.200	8,649	0	0	8,649
71	.054718	.011200		.0544116			166.650	9,089	0	0	9,089
72	.060344	.011200		.0600061			157.582	9,456	0	0	9,456
73	.066546	.011200		.0661733			148.127	9,802	0	0	9,802
74	.073376	.011200		.0729651			138.325	10,093	0	0	10,093
75	.080894	.011200		.0804410			128.232	10,315	0	0	10,315
76	.089162	.011200		.0886637			117.917	10,455	0	0	10,455
77	.098247	.011200		.0976968			107.462	10,499	0	0	10,499
78	.108217	.011200		.1076110			96.965	10,434	0	0	10,434
79	.119148	.011200		.1184908			86.529	10,252	0	0	10,252
80	.131115	.011200		.1303808			76.277	9,945	0	0	9,945
81	.144200	.011200		.1433925			66.332	9,511	0	0	9,511
82	.158483	.011200		.1575955			56.820	8,955	0	0	8,955
83	.174048	.011200		.1730733			47.866	8,284	0	0	8,284
84	.190976	.011200		.1899065			39.581	7,517	0	0	7,517
85	.209348	.011200		.2081757			32.065	6,675	0	0	6,675
86	.229238	.011200		.2279543			25.390	5,788	0	0	5,788
87	.250717	.011200		.2493130			19.602	4,887	0	0	4,887
88	.273841	.011200		.2723075			14.715	4,007	0	0	4,007
89	.298658	.011200		.2969855			10.708	3,180	0	0	3,180
90	.325194	.011200		.3233729			7.528	2,434	0	0	2,434
91	.353455	.011200		.3514757			5.094	1,790	0	0	1,790
92	.383421	.011200		.3812738			3.303	1,259	0	0	1,259
93	.415037	.011200		.4127128			2.044	844	0	0	844
94	.448214	.011200		.4457040			1.200	535	0	0	535
95	.482819	.011200		.4801152			.665	319	0	0	319
96	.518669	.011200		.5157645			.346	178	0	0	178
97	.555526	.011200		.5524250			.167	93	0	0	93
98	.593136	.011200		.5898144			.75	44	0	0	44
99	1.000000	.011200		.9944000			.31	31	0	0	31

(1) : TASAS DE MORTALIDAD - EXPERIENCIA MEXICANA 62-67

(2) : TASAS DE INVALIDEZ - GEORGE B. BUCK

(3) : TASAS DE ROTACION - EXPERIENCIA BANCO DE COMERCIO 46-60

Tasas de mortalidad  
(1000 \* qx)

X	E.M.	E.M.B.	E.M.B.G.	S.A.T.	C.S.G. 60	C.S.O. 58
1	0.00	0.00	0.00	5.11	2.07	1.76
2	0.00	0.00	0.00	3.32	1.79	1.52
3	0.00	0.00	0.00	2.16	1.72	1.46
4	0.00	0.00	0.00	1.50	1.65	1.40
5	0.00	0.00	0.00	1.23	1.59	1.35
6	0.00	0.00	0.00	1.24	1.53	1.30
7	0.00	0.00	0.00	1.25	1.48	1.26
8	0.00	0.00	0.00	1.25	1.45	1.23
9	0.00	0.00	0.00	1.26	1.42	1.21
10	0.00	0.00	0.00	1.26	1.42	1.21
11	0.00	0.00	0.00	1.26	1.45	1.23
12	0.00	0.00	0.00	1.26	1.48	1.26
13	0.00	0.00	0.00	1.26	1.55	1.32
14	0.00	0.00	0.00	1.26	1.63	1.39
15	1.78	0.00	0.88	1.26	1.72	1.46
16	1.80	0.00	0.89	1.27	1.81	1.54
17	1.82	0.00	0.90	1.28	1.90	1.62
18	1.84	0.00	0.91	1.29	1.99	1.69
19	1.87	0.00	0.93	1.31	2.03	1.74
20	1.89	1.23	0.94	1.33	2.09	1.79
21	1.92	1.23	0.96	1.36	2.14	1.83
22	1.96	1.23	0.99	1.40	2.18	1.86
23	1.99	1.23	1.01	1.44	2.21	1.89
24	2.04	1.22	1.04	1.50	2.24	1.91
25	2.08	1.22	1.08	1.56	2.26	1.93
26	2.13	1.22	1.12	1.63	2.28	1.96
27	2.19	1.21	1.17	1.72	2.30	1.99
28	2.25	1.21	1.22	1.82	2.33	2.03
29	2.32	1.29	1.28	1.94	2.36	2.08
30	2.40	1.37	1.35	2.07	2.40	2.13
31	2.48	1.45	1.42	2.21	2.45	2.19
32	2.57	1.53	1.50	2.38	2.51	2.25
33	2.68	1.61	1.60	2.56	2.60	2.32
34	2.80	1.71	1.70	2.76	2.71	2.40
35	2.92	1.82	1.82	2.98	2.85	2.51
36	3.07	1.92	1.96	3.22	3.03	2.64
37	3.22	2.03	2.10	3.47	3.21	2.80
38	3.40	2.15	2.27	3.74	3.45	3.01
39	3.59	2.37	2.44	4.04	3.72	3.25
40	3.81	2.60	2.64	4.36	4.02	3.53
41	4.05	2.83	2.86	4.70	4.37	3.84
42	4.31	3.06	3.09	5.07	4.75	4.17
43	4.61	3.28	3.36	5.47	5.18	4.53
44	4.93	3.70	3.64	5.90	5.64	4.92
45	5.29	4.13	3.98	6.36	6.15	5.35
46	5.70	4.55	4.33	6.86	6.70	5.83
47	6.14	4.97	4.72	7.40	7.31	6.36
48	6.63	5.40	5.15	7.98	7.98	6.95
49	7.18	5.83	5.64	8.61	8.72	7.60
50	7.79	6.27	6.18	9.29	9.52	8.32

Tasas de mortalidad  
(1000 \* qx)

X	E.M.	E.M.B.	E.M.B.G.	S.A.T.	C.S.G. 60	C.S.D. 58
51	8.46	6.72	6.77	10.02	10.40	9.11
52	9.20	7.16	7.48	10.80	11.37	9.96
53	10.03	7.60	8.17	11.65	12.44	10.89
54	10.94	8.70	8.98	12.57	13.61	11.90
55	11.95	9.80	9.88	13.55	14.88	13.00
56	13.08	10.90	10.89	14.61	16.24	14.21
57	14.32	12.02	12.00	15.76	17.70	15.54
58	15.70	13.15	13.24	16.99	19.24	17.00
59	17.22	14.78	14.61	18.32	20.87	18.59
60	18.91	16.42	16.14	19.75	22.62	20.34
61	20.78	18.09	18.07	21.30	24.51	22.24
62	22.85	19.77	19.87	22.96	26.60	24.31
63	25.15	21.46	21.87	24.75	28.86	26.57
64	27.40	24.50	24.07	26.68	31.31	29.04
65	30.49	27.56	26.51	28.75	34.00	31.75
66	33.59	30.62	29.21	30.99	37.00	34.74
67	37.02	33.70	32.19	33.39	40.32	38.04
68	40.81	36.79	35.49	35.98	44.01	41.68
69	44.99	40.65	39.13	38.76	48.03	45.61
70	49.62	44.53	43.15	41.76	52.33	49.79
71	54.72	48.41	47.58	44.98	56.86	54.15
72	60.34	52.31	52.47	48.44	61.58	58.65
73	66.55	56.22	57.87	52.17	66.42	63.26
74	73.38	60.91	63.81	56.17	71.53	68.12
75	80.89	66.03	70.34	60.44	77.04	73.37
76	89.16	71.68	77.53	65.08	83.14	79.18
77	98.25	77.96	85.43	70.03	89.98	85.70
78	108.22	85.00	94.10	75.35	97.71	93.06
79	119.15	92.77	103.61	81.05	106.25	101.19
80	131.12	101.61	114.02	87.16	115.48	109.98
81	144.20	111.71	125.39	93.71	125.32	119.35
82	158.48	123.35	137.81	100.72	135.63	129.17
83	174.05	136.78	151.35	108.23	146.35	139.38
84	190.98	153.26	166.07	116.26	157.51	150.01
85	209.35	172.10	182.04	124.84	169.20	161.14
86	229.24	193.29	199.34	134.00	181.46	172.82
87	250.72	216.79	218.02	143.79	194.39	185.13
88	273.84	242.51	238.12	154.21	208.16	198.25
89	298.66	269.63	259.70	165.32	223.08	212.46
90	325.19	298.63	282.77	177.14	239.55	228.14
91	353.45	329.51	353.46	189.71	258.06	245.77
92	383.42	362.17	383.42	203.06	279.23	265.93
93	415.04	396.50	415.04	217.22	303.76	289.30
94	448.21	432.49	448.21	232.20	332.49	316.66
95	482.82	470.13	482.82	248.06	368.80	351.24
96	518.67	509.20	518.67	264.80	420.59	400.56
97	555.54	550.00	555.54	283.51	512.84	488.42
98	593.14	593.75	593.14	305.78	701.56	668.15
99	1000.00	1000.00	1000.00	331.84	1000.00	1000.00

Tasas de invalidez  
(1000 \* Ix)

X	G.B.B.	HUNTERS	IMSS	M.R.CUETO
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00	1.00
15	0.00	0.00	0.01	1.00
16	0.00	0.00	0.01	1.00
17	0.00	0.00	0.03	1.00
18	0.00	0.00	0.05	1.00
19	0.00	0.00	0.08	1.00
20	0.50	0.00	0.11	1.00
21	0.50	1.03	0.14	1.00
22	0.50	1.04	0.16	1.00
23	0.50	1.04	0.19	1.00
24	0.60	1.05	0.22	1.00
25	0.60	1.06	0.24	1.00
26	0.60	1.07	0.27	1.00
27	0.60	1.08	0.30	1.00
28	0.70	1.09	0.32	1.00
29	0.70	1.11	0.35	1.00
30	0.70	1.12	0.38	1.01
31	0.80	1.14	0.41	1.02
32	0.80	1.17	0.43	1.03
33	0.80	1.20	0.46	1.05
34	0.90	1.24	0.49	1.07
35	0.90	1.28	0.51	1.09
36	1.00	1.34	0.58	1.11
37	1.10	1.41	0.65	1.14
38	1.20	1.48	0.77	1.17
39	1.30	1.57	0.88	1.21
40	1.40	1.66	1.11	1.26
41	1.60	1.77	1.16	1.32
42	1.80	1.89	1.33	1.39
43	2.00	2.01	1.52	1.46
44	2.20	2.15	1.74	1.56
45	2.40	2.30	1.99	1.81
46	2.70	2.47	2.27	2.14
47	3.00	2.66	2.59	2.53
48	3.30	2.88	2.97	3.00
49	3.60	3.12	3.35	3.57
50	4.00	3.39	3.80	4.24

Tasas de invalidez  
(1000 \$ Ix)

X	G.B.B.	HUNTERS	IMSS	M.R. CUETO
51	4.50	3.70	4.31	
52	5.10	4.05	4.88	5.04
53	5.70	4.46	5.50	6.00
54	6.30	4.94	6.20	7.14
55	7.00	5.50	6.95	8.47
56	7.90	6.19	7.79	10.02
57	8.90	7.02	8.69	11.80
58	10.00	8.04	9.66	13.83
59	11.20	9.29	10.69	16.11
60	11.20	10.80	11.79	18.65
61	11.20	12.65	12.95	21.44
62	11.20	14.89	14.16	24.48
63	11.20	17.60	15.41	27.77
64	11.20	20.87	16.69	35.12
65	11.20	0.00	17.98	39.17
66	11.20	0.00	19.28	30.58
67	11.20	0.00	20.58	32.63
68	11.20	0.00	21.84	34.68
69	11.20	0.00	23.08	36.73
70	11.20	0.00	24.29	38.77
71	11.20	0.00	26.00	40.82
72	11.20	0.00	32.00	42.83
73	11.20	0.00	42.00	44.93
74	11.20	0.00	40.00	46.98
75	11.20	0.00	88.00	49.03
76	11.20	0.00	140.00	51.07
77	11.20	0.00	236.00	53.13
78	11.20	0.00	458.00	53.18
79	11.20	0.00	691.00	57.23
80	11.20	0.00	1000.00	59.78
81	11.20	0.00	1000.00	61.33
82	11.20	0.00	1000.00	63.32
83	11.20	0.00	1000.00	65.43
84	11.20	0.00	1000.00	67.48
85	11.20	0.00	1000.00	69.53
86	11.20	0.00	1000.00	71.58
87	11.20	0.00	1000.00	73.63
88	11.20	0.00	1000.00	75.68
89	11.20	0.00	1000.00	77.73
90	11.20	0.00	1000.00	79.78
91	11.20	0.00	1000.00	81.83
92	11.20	0.00	1000.00	83.84
93	11.20	0.00	1000.00	85.43
94	11.20	0.00	1000.00	87.93
95	11.20	0.00	1000.00	90.03
96	11.20	0.00	1000.00	92.08
97	11.20	0.00	1000.00	94.13
98	11.20	0.00	1000.00	96.18
99	11.20	0.00	1000.00	98.74
				100.00

Tasas de rotacion  
(1000 \* qx)

X	B.C.	IND. AUT.	RUTHERFORD
1	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	122.65
16	0.00	0.00	119.18
17	0.00	0.00	115.81
18	0.00	0.00	112.52
19	0.00	0.00	109.32
20	81.60	0.00	106.21
21	70.90	234.00	103.18
22	60.80	230.00	100.23
23	52.30	228.00	97.36
24	46.50	226.00	94.57
25	45.20	225.00	91.84
26	43.90	210.00	89.19
27	42.70	190.00	86.60
28	41.40	165.00	84.07
29	40.10	150.00	81.61
30	38.80	136.00	79.20
31	37.50	125.00	76.86
32	36.10	116.00	74.56
33	34.80	110.00	72.32
34	33.50	102.00	70.12
35	32.20	97.00	67.97
36	30.90	89.00	65.86
37	29.70	84.00	63.79
38	28.40	79.00	61.76
39	27.20	73.00	59.75
40	26.00	69.00	57.78
41	24.90	63.00	55.84
42	23.80	59.00	53.91
43	22.70	53.00	52.00
44	21.60	46.00	50.10
45	20.60	40.00	48.22
46	12.10	33.00	46.33
47	4.10	27.00	44.44
48	1.40	21.00	42.55
49	0.50	15.00	40.64
50	0.00	11.00	38.70

Tasas de rotacion  
(1000 \* qx)

X	B.C.	IND. AUT.	RUTHERFORD
51	0.00	10.00	36.74
52	0.00	5.00	34.75
53	0.00	3.00	32.70
54	0.00	1.00	30.60
55	0.00	0.00	28.44
56	0.00	0.00	26.19
57	0.00	0.00	23.86
58	0.00	0.00	21.42
59	0.00	0.00	18.87
60	0.00	0.00	16.18
61	0.00	0.00	13.14
62	0.00	0.00	10.32
63	0.00	0.00	7.11
64	0.00	0.00	3.68
65	0.00	0.00	0.00
66	0.00	0.00	0.00
67	0.00	0.00	0.00
68	0.00	0.00	0.00
69	0.00	0.00	0.00
70	0.00	0.00	0.00
71	0.00	0.00	0.00
72	0.00	0.00	0.00
73	0.00	0.00	0.00
74	0.00	0.00	0.00
75	0.00	0.00	0.00
76	0.00	0.00	0.00
77	0.00	0.00	0.00
78	0.00	0.00	0.00
79	0.00	0.00	0.00
80	0.00	0.00	0.00
81	0.00	0.00	0.00
82	0.00	0.00	0.00
83	0.00	0.00	0.00
84	0.00	0.00	0.00
85	0.00	0.00	0.00
86	0.00	0.00	0.00
87	0.00	0.00	0.00
88	0.00	0.00	0.00
89	0.00	0.00	0.00
90	0.00	0.00	0.00
91	0.00	0.00	0.00
92	0.00	0.00	0.00
93	0.00	0.00	0.00
94	0.00	0.00	0.00
95	0.00	0.00	0.00
96	0.00	0.00	0.00
97	0.00	0.00	0.00
98	0.00	0.00	0.00
99	0.00	0.00	0.00

BIBLIOGRAFIA

Batten, R.W.

Mortality Table Construction (1978)

Prentice-Hall, Inc.

Miller, M.D.

Elements of Graduation (Monograph)

Society of Actuaries

Trowbridge, C.L. and Fair, C.E.

The Theory and Practice of Pension Funding

Richard D. Irwin, Inc.

Bleakney, T.P.

Retirement Systems for Public Employees

Richard D. Irwin, Inc.

Kellison, S.G.

The Theory of Interest (1970)

Richard D. Irwin, Inc.

Baner, R.D.M. and Darby, P.H.

Elementary Accounting (Fourth Edition, 1974)

College Outline No. 150

Barnes and Noble Books

Winklevoss, H.

Pension Mathematics; With Numerical Illustrations

Richard D. Irwin, Inc.

Dorrance C., Bronson

Concepts of Actuarial Soundness in Pension Plans

Richard D. Irwin, Inc.

Marples William F.

Actuarial Aspects on Pension Security

Richard D. Irwin, Inc.

McGill, Dan M.

Fundamentals of Private Pension

Richard D. Irwin, Inc.

Hicks, Ernest L. CPA

Accounting for the Cost of Pension Plans (Accounting and  
Research Study No. 8)

American Institute of Certified Public Accountants, Inc.

Pomeranz, Felix; Ramsey, Gordon P.; Steinberg, Richard M.

Pensions An Accounting and Management Guide

The Ronald Press Company

Jordan, W.C.

Life Contingencies (Society of Actuaries Text Book On)  
Society of Actuaries

Bowers, Jr. N.L.; Gerber, H.U.; Hickman, J.C.; Jones, D.A.;  
Nesbitt, C.J.

Actuarial Mathematics  
Society of Actuaries

De Marco, Tom

Structured Analysis and Systems Specification  
Yourdon Press

Weinberg, Victor

Structured Analysis  
Yourdon Press

Boletín de Observancia Obligatoria para la Valuación  
Actuarial de Pasivos Contingentes  
Asociación Mexicana de Actuarios Consultores en Planes de  
Beneficios para Empleados, A.C.