



---

**TABLAS DE INVALIDEZ DE LA POBLACIÓN  
ASEGURADA ESPAÑOLA  
(PEAIM/F-2007)**

---

**Diciembre, 2007**



# **ESTUDIO SOBRE TABLAS DE INVALIDEZ**

---

## **RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS CARTERAS ASEGURADAS**

---



**Münchener Rück  
Munich Re Group**

## **Sumario**

### Sección I. Consideraciones generales y análisis del Negocio Individual.

- 1.- Introducción
- 2.- Base de datos.
- 3.- Evolución de la cartera.
- 4.- Otros análisis de cartera mediante estadísticas descriptivas.
- 5.- Tabla de invalidez best estimate.
- 6.- Sigüientes pasos.

### Sección II. Análisis específico del Negocio Colectivo.

- 1 Consideraciones generales.
- 2 Probabilidades brutas de invalidez (IAP Grupo)
- 3 Suavizado y tabla de invalidez best-estimate (IAP Grupo)

### Sección III. Tablas IAP Finales Negocio Individual (PEAIM/F-2007I) y Negocio Colectivo (PEAIM/F-2007G).

## **Sección I. Consideraciones generales y análisis del Negocio Individual.**

### **1. Introducción.**

#### **1.1. Metas**

En abril 2003 Münchener Rück fue encargada de elaborar una tabla de probabilidades de invalidez con la ayuda de los datos de carteras aseguradas españolas.

La base de este encargo, es un proyecto de ICEA para la elaboración de una tabla de invalidez. Para la consecución de este fin se formó un grupo de trabajo en el que participan diferentes órganos del mercado de seguros español.

El grupo técnico liderado por Münchener Rück se ocupó de la recogida y análisis datos para la elaboración de una tabla de invalidez sobre la base de los datos de asegurados

Münchener Rück acordó con ICEA realizar el análisis de los datos del seguro privado y presentar una tabla de invalidez sobre la base de frecuencias en carteras aseguradas.

#### **1.2. Compañías participantes.**

Se seleccionaron las siguientes compañías, que habrían de aportar la información pertinente:

BBVA  
Caser  
Mapfre Vida  
SCH  
Sudamérica  
VidaCaixa  
Winterthur.

### **2. Base de datos.**

El análisis de la cartera asegurada engloba en total 5.407.047 datos de pólizas de las compañías que participan en el proyecto. Los datos están referidos a un periodo de 5 años; 1.1.1998 a 31.12.2002.

El porcentaje de mujeres sobre la cartera total alcanza el 29 %.

Se manejaron 3.581.231 datos de pólizas individuales y 1.888.816 colectivas.

El mercado español de invalidez contempla tres formas de cobertura:

Incapacidad Total y Permanente.

Invalidez Absoluta y Permanente.

Gran Invalidez.

La prestación consiste habitualmente en un capital.

La forma más habitual de comercialización de la cobertura es como seguro complementario al fallecimiento por cualquier causa. Las coberturas de IAP son las más frecuentemente vendidas. (93 % de los casos), 5.026.634 datos, la ITP presentó 319.647 y 60.766 la GI.

### 3. Evolución de las carteras

La diferenciación por sexo de los datos correspondientes a los años 1998-2002 es la siguiente:

Hombres:

	Entradas	Invalideces	Otras causas de salida	Cartera 31.12
1998	14.494	321	12.781	66.768
1999	14.554	332	12.027	68.963
2000	28.501	398	16.146	80.920
2001	37.738	400	18.163	100.095
2002	68.820	468	18.493	150.353
Total	164.107	1.919	77.610	

**Tabla 3.1. Evolución de la cartera (ITP Hombres)**

Llama la atención que la cartera de ITP se ha duplicado en un periodo de 5 años.

	Entradas	Invalideces	Otras causas de salida	Cartera a 31.12
1998	375.377	1.352	327.122	1.588.301
1999	357.591	1.505	340.604	1.603.783
2000	346.277	1.432	328.783	1.619.845
2001	469.509	1.620	335.321	1.752.413
2002	461.902	1.256	396.737	1.816.322
Total	2.010.656	7.165	1.728.567	

**Tabla 3.2. Evolución de la cartera (IAP Hombres)**

A primera vista, parece que la cartera de IAP en la tabla 3.2. ha crecido muy ligeramente. La alta cifra de entradas y de otras causas de salidas indica que la cartera se renueva continuamente. Posiblemente, esto se debe a la alta rotación de los colectivos entre las compañías.

En el año 2002 llama la atención el descenso del número de inválidos a pesar del importante aumento de la cartera. Este punto será tratado más adelante.

Un vistazo al desarrollo de la cartera de las pólizas de GI, revela que esta cobertura ha ganado importancia en los años observados. Sin embargo, teniendo en cuenta que sólo se han observado 7 siniestros, parece posible obviar posteriores análisis.

	Entradas	Invalideces	Otras causas de salida	Cartera a 31.12
1998	1.722	1	7	3.748
1999	1.337	0	4	5.081
2000	4.027	2	32	9.074
2001	17.514	0	159	26.429
2002	15.155	4	1.384	40.196
Total	39.755	7	1.586	

**Tabla 3.3. Evolución de la cartera (GI Hombres)**

Mujeres:

Las afirmaciones realizadas para los hombres son igualmente válidas para las mujeres, Especialmente interesante es el análisis de la tabla para la cobertura de IAP.

	Entradas	Invalideces	Otras causas de salida	Cartera a 31.12
1998	154.513	247	120.065	627.289
1999	148.068	299	131.181	643.877
2000	152.700	320	129.772	666.485
2001	208.733	327	134.772	740.119
2002	217.478	309	167.998	789.290
Total	881.492	1.502	683.788	

**Tabla 3.4.: Evolución de cartera (IAP Mujeres)**

En las pólizas de IAP observamos las siguientes relaciones:

- El número de pólizas de IAP a 31.12.2002 mujeres / hombres es de 2 a 5
- El número de casos de invalidez mujeres / hombres es de 1 a 5 en el mismo periodo de observación.

Esta diferencia muestra la conveniencia de ampliar el análisis sobre la influencia de la variable sexo en la siniestralidad.

#### 4. Informaciones adicionales.

Cabe reseñar los siguientes aspectos:

- las carteras examinadas reflejan un negocio muy dinámico, con periodos de vigencia de las pólizas bastante reducidos.
- la edad de los asegurados es muy baja. Esto tiene especial importancia, en tanto en cuanto una investigación posterior tendente a establecer recargos ha de tener en cuenta tanto el envejecimiento de la cartera, como un incremento de la edad de entrada.
- El importe de las sumas aseguradas es bajo. También en este sentido es importante reseñar los efectos desestabilizadores del incremento de sumas aseguradas por esta cobertura.

- Analizando las detalladas informaciones de la cartera no se observaron errores sistemáticos en la base de datos. La información recibida de cada compañía individualmente, que no se han recogido aquí, muestra a grandes rasgos una imagen parecida. Por ello, resulta posible agregar los datos.

## 5. Elaboración de la tabla de invalidez best estimate

### 5.1. Metodología del análisis

#### 5.1.1. Determinación de las probabilidades brutas

A continuación se presenta brevemente el método de tiempo de exposición real al riesgo en base mensual, utilizado para la determinación de las probabilidades brutas de invalidarse.

Se enumeran a continuación las  $n$  pólizas de la cartera.

Para determinar la probabilidad bruta de invalidarse  $i_z^{\text{roh}}$  de una persona de  $z$ -años se determina para cada persona asegurada mensualmente, si aparece como activa en la cartera. A continuación se comprueba en qué mes una determinada persona llega a invalidarse.

La siguiente notación formaliza este procedimiento de recuento. Para cada mes  $t = 0, \dots, 11$  se utiliza:

$$L_{z+\frac{t}{12},i} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona asegurada en la póliza } i \text{ está activa al alcanzar la edad } z + t/12 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

$$T_{z+\frac{t}{12},i} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona asegurada en la póliza } i \text{ se invalida al alcanzar la edad } z + t/12 \\ 0 & \text{caso contrario} \end{cases}$$

Bajo la suposición de que las probabilidades de invalidarse en cada mes de una edad determinada son iguales, puede escribirse la probabilidad bruta de invalidarse como

$$i_z^{\text{roh}} = 1 - \left( 1 - \frac{T_z}{L_z} \right)^{12}$$

donde

$$L_z = \sum_{t=0}^{11} \sum_{i=1}^n L_{z+\frac{t}{12},i}$$

representa el número de meses bajo riesgo observados para un asegurado de edad  $z$  y

$$T_z = \sum_{t=0}^{11} \sum_{i=1}^n T_{z+\frac{t}{12},i}$$

representa el número de casos de prestaciones por invalidez en la edad  $z$

### 5.1.2. Determinación del nivel de invalidez

Una ayuda importante para valoraciones posteriores es el nivel de invalidez  $k$ , definido como:

$$k = \frac{\sum_{z=18}^{64} T_z}{\sum_{z=18}^{64} T_z^{\text{Basis}}}$$

donde

$$T_z^{\text{Basis}} = L_z \cdot \left( 1 - \left( 1 - i_z^{\text{Basis}} \right)^{\frac{1}{12}} \right)$$

representa el número de invalideces esperada según una tabla básica dada (con probabilidades de invalidez  $i_z^{\text{Basis}}$ .)

$k$  indica la relación entre los inválidos observados y los esperados según la tabla básica para el grupo de edad 18 a 64. Valores por encima del 100 % suponen un nivel de invalidez superior en comparación con la tabla básica.

Como tabla básica se ha utilizado los niveles de invalidez de la Orden Ministerial de 1977 (O.M 77). La O.M. 77 arroja para IAP las siguientes tasas de invalidez:

Grupo de edad	Probabilidades de invalidarse en ‰
18 – 44	0,5
45 – 54	1,0
55 – 64	2,5

Por supuesto los niveles de invalidez pueden también establecerse por grupos parciales (año de selección, año calendario, etc.)

### 5.2. Niveles de invalidez de la totalidad de las carteras (IAP)

En base a la totalidad de la cartera de IAP se toman:

7.136 casos de invalidez y 8.190.989 de años de observación (12 meses de observación se corresponden con un año de observación) bajo riesgo para los hombres

1.497 casos de invalidez junto con 3.355.030 años de observación bajo riesgo para las mujeres.

Las probabilidades brutas de invalidarse para edades entre 18 y 64 obtenidas de tales datos, arrojan la siguiente comparación con la O.M:77:

- Hombres 112 %
- Mujeres: 60 %

Con ello queda el nivel de invalidez de las mujeres muy por debajo del de los hombres.

Otra afirmación que puede realizarse es que la insuficiencia de la O.M. 77 para hombres comienza a partir de la edad 46, si bien a partir de ahí se vuelve muy acusada.

Sobre la base de estos valores, es conveniente investigar posteriormente la influencia de otros criterios (junto al sexo y la edad) en las tasas de invalidez.

### 5.3. Nivel de invalidez según la diferenciación de otros parámetros

#### 5.3.1. Sumas aseguradas

Para la determinación de esta variable utilizamos, en lugar de la ponderación normada 0/1 una ponderación con las correspondientes sumas aseguradas.

Se deducen de aquí los siguientes niveles de invalidez:

- Hombres 113 %
- Mujeres: 74 %

Por lo cual no es posible afirmar una sensibilidad apreciable de la tasa de invalidez respecto de la suma asegurada.

#### 5.3.2. Negocio individual y de grupo

De la valoración de las carteras de pólizas diferenciadas por negocio individual y de grupo, se desprenden los siguientes niveles de invalidez:

Sexo	Negocio Individual	Negocio Colectivo
Hombres	82%	160%
Mujeres	46%	85%

**Tabla 5.1 Nivel de invalidez (separado por negocio individual y de grupo)**

El nivel de invalidez, tanto para mujeres como para hombres en el negocio de grupo es sensiblemente superior al de individual.

Por un lado esto se explica por la naturaleza de los grupos asegurados, por otro, juega un papel importante en el negocio individual el efecto de la selección.

Además se constata en el análisis compañía por compañía, que el nivel de invalidez especialmente en el negocio de colectivos arroja resultados muy diversos. Esto se explicaría por la fuerte dependencia de la tasa de invalidez respecto de la naturaleza del colectivo asegurado. Este aspecto se trata en mayor profundidad en la Sección II.

### 5.3.3. Selección

A continuación se reflejan los niveles de invalidez en comparación con la O.M. 77 para 4 años desde la selección y resto (el quinto y sucesivos)

Año desde la selección	Hombres	Mujeres
1	53%	28%
2	84%	40%
3	101%	58%
4	117%	66%
5 y siguientes	156%	89%

**Tabla 5.2. Niveles de invalidez desde el primer año de selección hasta el 4º y sucesivos.**

El efecto de la selección es reconocible tanto en hombres como en mujeres. El nivel de invalidez en el último tramo de selección es tres veces mayor que en el primero

Año desde la selección	Hombres		Mujeres	
	Individual	Grupo	Individual	Grupo
1	36%	114%	20%	59%
2	75%	109%	38%	44%
3	92%	124%	50%	79%
4	103%	142%	67%	64%
5 y siguientes	116%	186%	69%	106%

**Tabla 5.3. Nivel de invalidez para los años de selección del 1 al 4 y sucesivos (diferenciados según negocio individual y colectivo).**

Tal como se desprende de la tabla 5.3. el efecto de la selección en el negocio individual es significativamente más fuerte que en colectivo. Esto se debe a la más estricta selección de riesgos en individual.

Para recoger el efecto de la selección en la tabla best estimate se han utilizado las tasas de invalidez correspondientes al último tramo de selección.

### 5.3.4. Año calendario

Los datos respecto de esta variable son los siguientes:

Año Calendario	Hombres	Mujeres
1998	114%	55%
1999	124%	64%
2000	115%	66%
2001	123%	61%
2002	89%	53%

**Tabla 5.4. Niveles de invalidez para los años calendarios 1998-2002**

El nivel de invalidez en el año 2002, tanto en mujeres como en hombres está significativamente por debajo de años anteriores. En los años 1998 a 2001 por el contrario no se aprecian variaciones significativas.

El menor nivel de invalidez en el año calendario 2002, se explicaría por el tiempo que transcurre desde que se produce la invalidez hasta que se reconoce la misma, tanto a efectos laborales, como de seguro privado. Habría de contarse, por tanto, con una tasa mayor a la que arrojan las bases de datos de las compañías.

Por ello, al realizar la tabla, no se han tenido en cuenta los datos del año 2002,

#### **5.4. Probabilidades brutas de invalidarse (IAP)**

Se toman en consideración 1.008 casos de invalidez y 935.158 años de observación en el caso de hombres; 220 casos de invalidez y 348.075 años de observación en el caso de mujeres. Se excluye el año de observación 2002. Se limita el estudio al negocio individual. Se toma en consideración el 5º año y sucesivos de selección.

Con estas premisas, la comparación con la O.M. 77 para edades entre 18 y 64 años da como resultado unos niveles de invalidez de:

- Hombres 123 %
- Mujeres 75 %

Con ello se muestra una insuficiencia notable de la OM 77 en hombres, a partir de la edad 46 años.

Por el contrario, las probabilidades de invalidez brutas para mujeres quedan generalmente por debajo de la OM 77, incluso en edades más avanzadas.

#### **5.5. Suavizado y tabla “best-estimate”. (IAP)**

Aunque las probabilidades brutas de invalidez del apartado 5.3. muestran desviaciones aleatorias, su desarrollo prácticamente lineal en escala logarítmica no puede considerarse casual.

A efectos de comparación, se muestran también probabilidades brutas de invalidez para las edades 18 a 64, incluyendo las pólizas del negocio de grupo. En este importante análisis adicional, no sólo se pudo comprobar el mismo desarrollo lineal a escala logarítmica, sino también una consolidación de este desarrollo lineal debido a la mayor base de datos (especialmente en mujeres). Solamente cambia el nivel de invalidez.

Esta consolidación del desarrollo lineal nos lleva a realizar el suavizado de las probabilidades en dos pasos:

En el primer paso, suavizamos las probabilidades brutas sobre la base de datos completa (incluyendo negocio de grupo) con una regresión lineal robusta en escala logarítmica para hombres y mujeres.

Una exposición teórica del proceso se puede encontrar en “*Entwicklung unternehmernseigener Sterbetafeln*” de W. Olbricht und K. Miller, editado en las Hojas del DGVM; tomo XXIII, cuaderno 3, Abril 1996, página 501 y ss.

Notación:

$L_z^{total}$ . número de meses de observación bajo riesgo de asegurados de  $z$  años de edad en la cartera total (análogo al capítulo 5.1.1.)

$T_z^{total}$ . número de prestaciones por invalidez en edad  $z$  en la cartera total.(análogo al capítulo 5.1.1.)

$I_z^{total}$ ... Probabilidades brutas de invalidez de una persona de edad  $z$ , perteneciente a la cartera total (análogo al capítulo 5.1.1.)

$F_z = a + b \cdot z$  Regresión lineal ( $a, b, \dots$ )

La adaptación de la función  $f_z$  a las probabilidades brutas en escala logarítmica se realiza a través de una regresión lineal ponderada, donde ha de tenerse en cuenta la problemática de saltos bruscos proveniente de la utilización de unos procedimientos estadísticos robustos. Como función de diferencias utilizamos:

$$D = \left( \sum_{z=18}^{64} L_z^{total} \cdot \left| \ln(i_z^{roh, total}) - f_z \right| \right) = \left( \sum_{z=18}^{64} L_z^{total} \cdot \left| \ln(i_z^{roh, total}) - (a + b \cdot z) \right| \right)$$

La ponderación con  $L_z$  consigue que la influencia de las edades poco representadas sea escasa.

Los parámetros  $a$  y  $b$  se utilizan para solucionar el problema de minimización  $D(a, b)$  min.

En este método teórico, aplicando las transformaciones logarítmicas, la regresión en esa escala y la retransformación, el número total de casos de invalidez resulta sistemáticamente infravalorado. Ello puede ser compensado a través de un factor de corrección. Sin embargo, no se aplican, debido a que arrojan valores significativamente más altos que los valores crudos de partida.

De esta manera, al término del primer paso se obtiene mediante exponenciación de los valores de regresión (provisionales) probabilidades de invalidez equilibradas para toda la cartera (incluido negocio de grupo).

$$i_z^{total} = e^{f_z} = e^{a+b \cdot z}$$

Las probabilidades así obtenidas presentan sin embargo un nivel muy alto para su utilización en el negocio individual.

Por ello se determina en el paso 2 la relación de los casos de invalidez observados en el negocio individual y los casos esperados en la cartera completa, incluido el negocio de grupo. Para ello se toma como base las probabilidades de invalidez suavizadas del paso 1. Con este nivel de invalidez se puede ajustar entonces el nivel de la función de ajuste para la cartera completa del paso 1, de forma que corresponda al negocio individual.

Definiendo como  $L_z^{indiv}$  y  $T_z^{indiv}$  los parámetros similares a los arriba descritos sobre el negocio individual, se obtiene la ecuación ajustada de la probabilidad de invalidez  $i_z^{indiv}$  como:

$$i_z^{indiv} = i_z^{total} \cdot \frac{\sum_{z=18}^{64} T_z^{indiv}}{\sum_{z=18}^{64} L_z^{indiv} \cdot (1 - (1 - i_z^{total})^{\frac{1}{12}})}$$

La regresión lineal en base a la totalidad de la cartera para hombres y mujeres (incluido el negocio de grupo) sirve en definitiva para establecer la forma de la función de ajuste, mientras que en base a los datos del seguro individual se determina el nivel.

Los valores suavizados  $l_{zindiv}$  representan las probabilidades de invalidez únicamente para el negocio individual. La comparación con la OM 77 arroja los siguientes valores:

- Hombres 123%
- Mujeres 75%.

## **6. Sigüientes pasos.**

Con los datos manejados ha sido posible desarrollar una tabla best-estimate para la cobertura de IAP. Desde el punto de vista actuarial el siguiente paso sería aplicar sobre esta tabla los correspondientes recargos como márgenes de seguridad.

Estos recargos se aplicarían para compensar los siguientes riesgos:

- Riesgo de desviación
- Riesgo de cambios
- Riesgo de error

Si bien para el cálculo del riesgo de desviación existen estadísticas standard, los otros dos riesgos dependen de la situación general del mercado.

Estos aspectos se tratan en el documento "Recargos de seguridad para las tablas de invalidez en España".

## **Sección II Análisis específico del Negocio Colectivo.**

### **1. Consideraciones generales.**

La composición de actividades profesionales dentro de la cartera del negocio colectivo no es conocida. Las probabilidades de invalidarse que resultan de los datos son, en comparación con la experiencia internacional, tan bajas como para corresponder únicamente con profesiones de muy bajo riesgo.

Por ello la tabla best estimate aquí presentada debe considerarse válida precisamente sólo para colectivos de poco riesgo.

Para colectivos de actividades más agravadas será necesario establecer recargos. En esta tarea puede servir de ayuda la experiencia obtenida del sistema de tarificación alemán, estructurado sobre una tabla base, con una escala de recargos dependientes de los grupos profesionales a asegurar.

### **2. Probabilidades brutas de invalidez (IAP Grupo)**

En los apartados 5.1. – 5.4. de la Sección I ya se trató la influencia de los parámetros, sexo, selección y negocio individual/grupo en el nivel de invalidez.

Para el caso concreto del negocio de grupo se han manejado datos de un colectivo de 2.222 casos de invalidez y 1.285.629 años de observación para hombres y 387 casos de invalidez y 475.575 años de observación para mujeres.

Se ha eliminado el año de observación 2002 y se ha considerado el último periodo de selección.

En comparación con la OM 77 los niveles de invalidez para el periodo de 16 a 64 años se sitúan en:

- Hombres: 192 %
- Mujeres: 106 %

Se observa el caso de hombres una importante insuficiencia de la OM 77 a partir de la edad 38 y en el caso de mujeres a partir de la edad 47.

### **3. Suavizado y tabla de invalidez best-estimate (IAP Grupo)**

El suavizado de las probabilidades brutas se realiza con el mismo procedimiento que el utilizado para el negocio individual.

Se utiliza el valor IZtotal ajustado calculado en el paso 1 de la tabla para el negocio individual, aplicado a la cartera completa (individual y de grupo)

Sobre ello, se compara (análogamente a lo realizado en el paso 2 del negocio individual) los casos observados de invalidez en seguro de grupo y los casos esperados. Para ello tomamos como base las probabilidades de invalidez  $I_z^{\text{total}}$  suavizadas. Con este nivel de invalidez ajustamos el nivel de la función de ajuste para la cartera completa, de forma que corresponda al negocio de grupo.

Si definimos como  $L_z^{\text{koll}}$  y  $T_z^{\text{koll}}$  los parámetros similares a los descritos para el negocio individual, sobre el negocio colectivo, se obtiene la ecuación ajustada de la probabilidad de invalidez  $I_z^{\text{koll}}$  como:

$$I_z^{\text{koll}} = I_z^{\text{total}} \cdot \frac{\sum_{z=18}^{64} T_z^{\text{koll}}}{\sum_{z=18}^{64} L_z^{\text{koll}} \cdot (1 - (1 - I_z^{\text{total}})^{\frac{1}{12}})}$$

La regresión lineal en base a la totalidad de la cartera para hombres y mujeres (individual y colectivo) sirve en definitiva para establecer la forma de la función de ajuste, mientras que en base a los datos del seguro colectivo se determina el nivel.

Los valores suavizados  $I_z^{\text{koll}}$  conforman las probabilidades best estimate de invalidez para la tarifa de grupo

La realización de la correspondiente tabla podría llevarse a cabo ajustando la tabla para el negocio individual. Se obtendría entonces la tarifa para el negocio de grupo, multiplicando la tarifa individual por unos factores de incremento. Estos factores son:

- Hombres: 154 %
- Mujeres: 151 %



# ESTUDIO SOBRE TABLAS DE INVALIDEZ

---

## RECARGOS UTILIZADOS

---



Münchener Rück  
Munich Re Group

## **Recargos de seguridad para las tablas de invalidez en España**

1. Introducción
2. Recargos por desviación
3. Recargos por cambio
4. Recargos por error
5. Recargos totales
6. Grupos de profesiones

## 1. Introducción

Para probabilidades de salida se establecen tres tipos clásicos de recargos técnicos (véase definición según Farny en "Klassische und moderne Form der Rückversicherung" de Peter Liebwein, 1998, págs. 13 y siguiente):

- **Riesgo de desviación o riesgo aleatorio**  
Cubre las posibles desviaciones de los siniestros reales respecto del valor esperado. Desviaciones producidas por la aleatoriedad de los siniestros reales respecto al valor esperado de los siniestros.
- **Riesgo de cambio**  
Cubre las desviaciones de la siniestralidad real respecto de la esperada, debidas a cambios en el propio riesgo. En este caso, los cambios no se recogen bajo el riesgo técnico del seguro.
- **Riesgo de error**  
Cubre desviaciones derivadas de estimaciones erróneas.

## 2. Recargos por desviación

Para determinar el recargo por desviación se aplica un enfoque sencillo multiplicativo, que se describe en "Entwicklung unternehmenseigener Sterbetafeln" de W. Olbricht y K. Miller, publicado en las hojas de la DGVM, tomo XXII, cuaderno 3, Abril 1996, pág. 501 y siguientes.

El recargo de desviación ha de ser tal que el número de casos de invalidez esperados de una cartera "mediana", ya aplicado este recargo; coincida con el máximo de casos de invalidez esperados en la cartera modelo; con una confianza  $1-\alpha = 99\%$ .

En este caso concreto significa que el número esperado de casos de invalidez a calcular representa el límite superior de tolerancia para la cifra de casos de invalidez.

Esto se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$P(T \leq \bar{T}) \geq 1 - \alpha$$

con

T      Número de casos de invalidez

$\bar{T}$       Número a determinar de casos de invalidez esperados

Se determina un factor de seguridad constante para todas las edades  $c (>1)$ , con el que se calculan probabilidades de ocurrencia ya recargadas  $i_z^\alpha$ :

$$i_z^\alpha = c \cdot i_z$$

Bajo el supuesto de que el número de casos de invalidez  $T_z$  de una edad  $z$  se distribuyen como una binomial  $B(L_z, i_z)$  donde  $L_z$  representa el número de años de observación de personas de edad  $z$  bajo riesgo; ) y que  $T_z$  son independientes, tiene

$$T = \sum_{z=18}^{64} T_z$$

contando con suficientes observaciones, se aproxima a una distribución normal con valor esperado

$$E(T) = E\left(\sum_{z=18}^{64} T_z\right) = \sum_{z=18}^{64} E(T_z) = \sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z$$

y varianza

$$\text{Var}(T) = \text{Var}\left(\sum_{z=18}^{64} T_z\right) = \sum_{z=18}^{64} \text{Var}(T_z) = \sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z \cdot (1-i_z)$$

En este caso, el límite superior de tolerancia es

$$\bar{T} = E(T) + u_{1-\alpha} \cdot \sqrt{\text{Var}(T)},$$

en el que  $u_{1-\alpha}$  define el fractil  $\alpha$ -de la distribución normal estándar.

De

$$\bar{T} = \sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z^\alpha = c \cdot \sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z = c \cdot E(T)$$

se deriva el factor de seguridad  $c$

$$c = \frac{\bar{T}}{E(T)} = \frac{E(T) + u_{1-\alpha} \cdot \sqrt{\text{Var}(T)}}{E(T)} = 1 + \frac{u_{1-\alpha} \cdot \sqrt{\sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z \cdot (1-i_z)}}{\sum_{z=18}^{64} L_z \cdot i_z}.$$

De esta forma, para el cálculo del factor  $c$  solamente se tiene que determinar la composición y el tamaño de la cartera modelo.

Como tamaño medio para cada una de estas carteras modelo se utilizan 100.000 pólizas (para los datos del pool resultan en la suma unos 3.000.000 de años de cartera).

Si bien el número de observaciones relativas a mujeres fue en la muestra inferior a las relativas a hombres, en una proporción 70% hombres, 30% mujeres; a la hora de calcular los recargos por desviación no se ha tomado esto en cuenta. Se entiende que ello conduciría a mayores recargos para mujeres y con ello a una discriminación por causas no objetivas, sino debida a circunstancias de densidad de aseguramiento en un momento determinado. Se da además la circunstancia de que la aplicación de un recargo superior para mujeres, debido a esta circunstancia, tendería precisamente a perpetuar esta situación desfavorable.

Consecuentemente, se ha partido de carteras teóricas idénticas de 100.000 pólizas para cada uno de los sexos.

Por lo que a la composición por edades respecta, se aplican para la cartera modelo las mismas distribuciones que en los datos de la muestra (separados según se trate de negocio individual o colectivo).

Con estos datos y un nivel de confianza del 99% se obtienen los factores de recargo tanto para el negocio individual como para el negocio colectivo.

### 3. Recargos por cambio

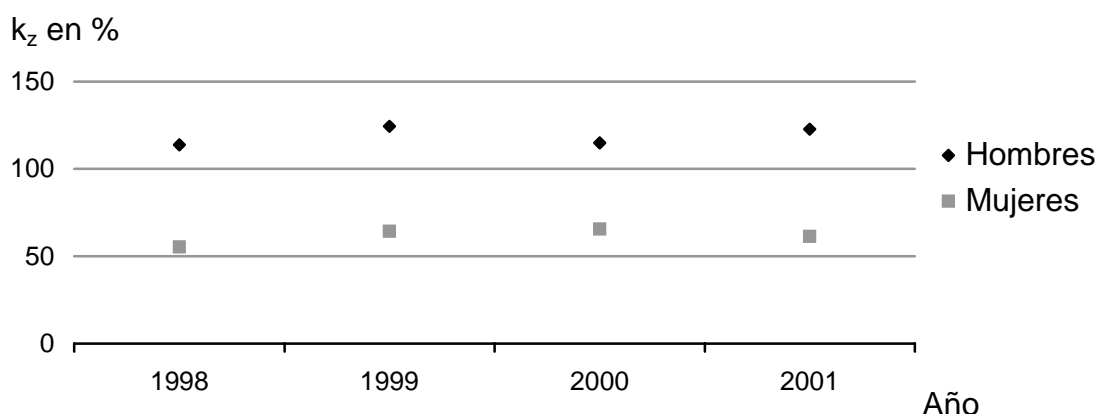
Debido a los resultados fuertemente divergentes de cada una de las compañías, el recargo por desviación no es suficiente para la cartera de una compañía concreta.

Además se debe tener en cuenta que pueden darse cambios económicos, políticos y sociales que influyeran en las carteras.

Si mediante los recargos se desea garantizar un nivel suficiente para todas las compañías, se debería considerar el nivel máximo de invalidez  $k_z$  de cada compañía (es decir, la relación entre los inválidos de una compañía y los inválidos esperados que resultarían en base a las tablas best-estimate).

Este análisis se ha efectuado de forma análoga al recargo de seguridad para el riesgo de desviación también de forma separada para el negocio individual/colectivo.

Un estudio complementario de los valores  $k_z$  a través de cada uno de los años del periodo de cuatro años 1998-2001 no ofrece ninguna indicación para recargos adicionales que podrían resultar de una fuerte desviación entre cada uno de los años o debido a tendencias repentinas.



**Gráfico 3.1: Evolución de  $k_z$  durante el periodo de observación de cuatro años**

De esta forma, se propone aplicar un recargo para tomar en consideración posibles cambios en la siniestralidad en el futuro. Como en la base de datos que se utilizó para el estudio se ha observado una mayor diferencia entre los resultados de las distintas compañías para el negocio colectivo que para el negocio individual, proponemos aplicar un mayor recargo por cambio para el negocio colectivo.

### 4. Recargos por error

El riesgo de error recoge las desviaciones de la evolución siniestral real respecto de la esperada, que resultan de errores cometidos al determinar las bases de cálculo, p. ej. al utilizar datos incompletos o incorrectos. Para ello no se dispone de ningún tipo de datos. Sin embargo, se recomienda, de forma análoga al riesgo de desviación y de cambio un recargo general.

(Nota: A veces, en el caso de recargos de cambio calculados de forma prudente, se prescinde (p. ej. en la DAV 1994 R) de recargos de error explícitos.)

## 5. Recargos totales

No se recoge aquí un recargo total definitivo, pues para ello sería preciso contar con el recargo por error, para cuyo cálculo, como se acaba de decir, no se dispone de datos.

En cualquier caso, un recargo total semejante sería, considerando el procedimiento expuesto, el producto de los recargos para cada uno de los riesgos. Se utiliza el sistema multiplicativo y no el aditivo por considerar que los riesgos para los que se calculan los recargos son riesgos dependientes.

Consecuentemente, por multiplicación de los dos recargos calculados (desviación y cambio), se puede llegar a un nivel mínimo (por no contemplar el riesgo de error) para el recargo total.

## 6. Grupos de profesiones

Los recargos específicos de grupos de profesiones no forman parte, en sentido estricto, de los recargos de riesgo. Sin embargo, para hacer una exposición completa de todos los recargos, también se deben mencionar.

En el proceso de recogida de datos, para la evaluación de los recargos relativos a las diversas profesiones se estableció un campo denominado "Actividad" que diferenciaba profesiones con o sin actividad física. Sin embargo, todas las compañías participantes codificaron este campo como "desconocida", de forma que a nosotros nos resultaba imposible efectuar una evaluación relativa a la profesión.

Para calcular de forma suficiente las probabilidades de invalidez es un requisito indispensable considerar la profesión ejercida. Se trata de un aspecto que, a pesar de la falta de datos, no se puede dejar de lado. Por lo tanto, en este sentido y ateniéndose al principio de precaución, se debe suponer que se trata de la clase de riesgo más favorable en las pólizas de seguro existentes.

Con el fin de determinar los recargos condicionados por las profesiones se dividen las carteras en los tres grupos habituales de profesiones para la invalidez absoluta y permanente:

- **Grupo de profesiones 1:**

Profesiones con un grado de peligrosidad bajo  
(p. ej. ingenieros, empresarios, médicos, profesores, empleados de oficina)

- **Grupo de profesiones 2:**

Profesiones con un grado de peligrosidad medio  
(p. ej. trabajadores en el sector químico, mecánicos, jefes de obras)

- **Grupo de profesiones 3:**

Profesiones con un grado de peligrosidad alto  
(p. ej. mineros, trabajadores en la producción de metal, albañiles)

Ya que, para esta evaluación y debido a la falta de información, se debe partir del supuesto que en esta cartera se trata principalmente de personas del grupo de profesiones 1, no se requiere para este grupo de profesiones ningún recargo adicional.

Para los grupos de profesiones restantes se cobra un recargo general del 50% (grupo de profesiones 2) y uno del 100% (grupo de profesiones 3).

Al contrario que en el caso de la invalidez total y permanente, en la invalidez absoluta y permanente se prescinde de una subdivisión más detallada, ya que las causas de la invalidez

absoluta y permanente están generalmente muy condicionadas de forma objetiva por aspectos principalmente médicos.



# **ESTUDIO SOBRE TABLAS DE INVALIDEZ**

---

## **TABLAS IAP FINALES**

**NEGOCIO INDIVIDUAL (PEAIM/F-2007I) Y**

**NEGOCIO COLECTIVO (PEAIM/F-2007G)**

---



**Münchener Rück  
Munich Re Group**

**TABLA IAP**

**PEAIM/F-2007I [POBLACIÓN ESPAÑOLA ASEGURADA INVALIDEZ]  
NEGOCIO INDIVIDUAL**

Edad	$i_x$ (Hombres)	$i_y$ (Mujeres)
18	0,000064	0,000054
19	0,000071	0,000060
20	0,000080	0,000065
21	0,000088	0,000072
22	0,000099	0,000080
23	0,000110	0,000088
24	0,000122	0,000098
25	0,000137	0,000108
26	0,000151	0,000119
27	0,000169	0,000132
28	0,000188	0,000145
29	0,000209	0,000160
30	0,000233	0,000178
31	0,000260	0,000196
32	0,000289	0,000217
33	0,000322	0,000240
34	0,000359	0,000264
35	0,000399	0,000293
36	0,000445	0,000324
37	0,000494	0,000358
38	0,000551	0,000395
39	0,000614	0,000436
40	0,000682	0,000483
41	0,000760	0,000534
42	0,000846	0,000589
43	0,000942	0,000652
44	0,001049	0,000720
45	0,001167	0,000797
46	0,001300	0,000880
47	0,001447	0,000973
48	0,001611	0,001075
49	0,001794	0,001189
50	0,001997	0,001314
51	0,002223	0,001451
52	0,002475	0,001605
53	0,002756	0,001774
54	0,003069	0,001960
55	0,003416	0,002166
56	0,003803	0,002394
57	0,004234	0,002645
58	0,004714	0,002924
59	0,005247	0,003232
60	0,005842	0,003573
61	0,006504	0,003949
62	0,007241	0,004364
63	0,008063	0,004824
64	0,008977	0,005332

**TABLA IAP**

**PEAIM/F-2007G [POBLACIÓN ESPAÑOLA ASEGURADA INVALIDEZ]  
NEGOCIO COLECTIVO**

Edad	$i_x$ (Hombres)	$i_y$ (Mujeres)
18	0,0001051	0,00009
19	0,0001164	0,00010
20	0,0001292	0,00010
21	0,0001448	0,00012
22	0,0001605	0,00013
23	0,0001789	0,00014
24	0,0002002	0,00016
25	0,0002215	0,00017
26	0,0002471	0,00019
27	0,0002755	0,00021
28	0,0003067	0,00023
29	0,0003408	0,00026
30	0,0003806	0,00029
31	0,0004232	0,00031
32	0,0004714	0,00035
33	0,0005240	0,00039
34	0,0005836	0,00042
35	0,0006504	0,00047
36	0,0007242	0,00052
37	0,0008051	0,00057
38	0,0008974	0,00063
39	0,0009983	0,00070
40	0,0011119	0,00077
41	0,0012382	0,00086
42	0,0013774	0,00095
43	0,0015336	0,00105
44	0,0017083	0,00116
45	0,0019014	0,00128
46	0,0021172	0,00141
47	0,0023572	0,00156
48	0,0026242	0,00173
49	0,0029209	0,00191
50	0,0032518	0,00211
51	0,0036210	0,00233
52	0,0040314	0,00257
53	0,0044872	0,00285
54	0,0049956	0,00315
55	0,0055621	0,00348
56	0,0061926	0,00384
57	0,0068941	0,00425
58	0,0076751	0,00469
59	0,0085456	0,00519
60	0,0095140	0,00573
61	0,0105918	0,00634
62	0,0117917	0,00701
63	0,0131293	0,00774
64	0,0146161	0,00856