

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 7-2000, páginas 16 a 25.
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

Accidentes, empleo, carga de trabajo y peligrosidad del trabajo(*)

José Luis Castellá López
Subdirección Técnica. INSHT

1. Introducción y objetivos

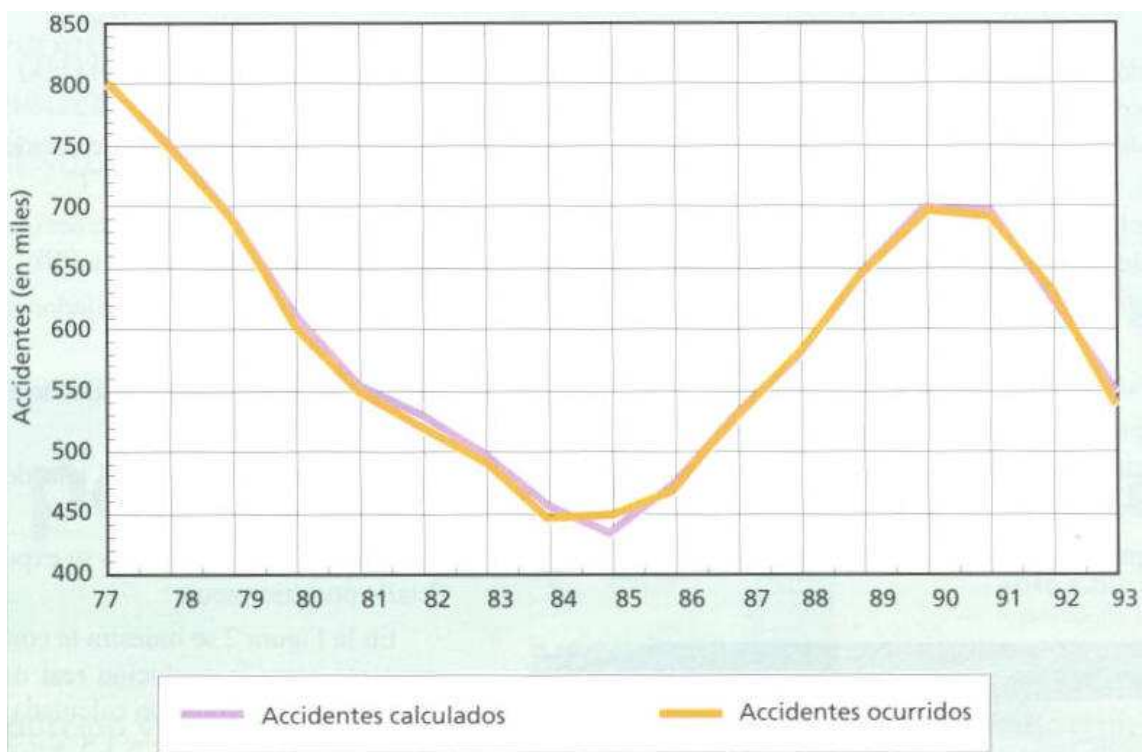
Este artículo es continuación del publicado en el número 1 de esta revista, con el título "Accidentes empleo, carga de trabajo y peligrosidad del trabajo", en el que se presentaba un modelo que permitía relacionar dichas variables y *estimar la evolución de la accidentalidad en función de la del empleo*. La validez del modelo quedaba refrendada por la coincidencia existente entre la accidentalidad estimada y la realmente ocurrida, en el período 1977-1993.

- Entre las conclusiones que se obtuvieron, merecen destacarse tres:
 - La accidentalidad, tanto en valores absolutos como relativos (accidentes por trabajador), no sólo depende de la peligrosidad del trabajo (cuya disminución es el objetivo de la Prevención) sino también de la carga de trabajo. Por tanto, *carece de sentido afirmar que la Prevención ha mejorado / empeorado arguyendo que la accidentalidad ha disminuido / aumentado, sin tener en cuenta la evolución de la carga de trabajo en el período considerado.*
 - La evolución de la carga de trabajo (de la que no se tienen datos directos) puede estimarse a partir de la del empleo y ambas (y, por tanto, también la accidentalidad absoluta y la relativa) vienen condicionadas por la evolución (cíclica) de la economía.
 - En el período 1977-1993 la peligrosidad del trabajo disminuyó de forma paulatina y relativamente constante, y ello con independencia de la evolución que tuvo la accidentalidad en dicho período.
- Con este punto de partida, el presente artículo tiene tres objetivos:
 - Facilitar la comprensión del modelo expuesto en el artículo anterior, para que pueda aplicarse a situaciones concretas de forma sencilla e intuitiva, reduciendo al mínimo la necesidad de recurrir a fórmulas más o menos complejas.
 - Analizar la validez del modelo para "explicar" la evolución de la accidentalidad en el período 1994-1999.
 - Utilizar el modelo para estimar los "accidentes evitados por la mejora de las condiciones de seguridad en el trabajo".

FIGURA 1
Paralelismo entre la evolución de la accidentalidad y la del empleo



FIGURA 2
Accidentalidad real y accidentalidad calculada entre el período 77-93



2. Para una mejor comprensión del modelo

1. La más simple formulación del modelo
 - La idea de poder predecir la evolución de la accidentalidad a partir de la evolución del empleo surge de la constatación de un hecho: el de que la correlación existente entre ambas (véase la Figura 1) no puede ser casual.
 - El modelo parte de la siguiente ecuación básica:

$$A = N * Q * P, \text{ siendo:}$$

A = Número de accidentes por año.

N = Número de trabajadores del colectivo considerado.

Q = Carga de trabajo: unidades o ciclos de trabajo *por trabajador y año*.

P = Peligrosidad del trabajo: riesgo de accidente por *unidad o ciclo de trabajo*.

Si en lugar de las variables absolutas se emplean sus incrementos relativos (variaciones anuales porcentuales) la ecuación básica adopta la forma ⁽¹⁾:

$$\%A = \%N + \%Q + \%P$$

o bien, si se prefiere operar con las variaciones del Índice de incidencia ⁽²⁾:

$$\%I = \%A - \%N = \%Q + \%P$$

- o El modelo "predice" la evolución de la accidentalidad (a nivel nacional), en función de la evolución de la población asalariada, mediante la siguiente ecuación:

$$A = A_0 * (N/N_0) (1+k) * e^{-s*t}, \text{ siendo:}$$

A = Número de accidentes ocurridos en el año "T"

A₀ = Número de accidentes ocurridos en el año de referencia ("T₀")

N = Número (promedio) de trabajadores asalariados en el año "T"

N₀ = Número (promedio) de trabajadores asalariados en el año "T₀"

t = Años transcurridos desde el año de referencia (t = T - T₀)

k, s = Parámetros cuyo significado se expondrá con detalle posteriormente

En la Figura 2 se muestra la coincidencia existente entre la evolución real de la accidentalidad y la evolución calculada mediante esta fórmula, para k = 1.5, s = 2.7⁽³⁾ y T₀ = 1977.

- o Si la ecuación anterior se expresa en forma de incrementos se obtiene:

$$\%A = (1+k)*\%N - s$$

$$\%I = k * \%N - s$$

que son las expresiones más simples que se pueden utilizar para analizar la evolución de la accidentalidad. Es necesario, sin embargo, comprender bien el significado de los parámetros "k" y "s".

- El parámetro "s" representa la *disminución anual porcentual de los accidentes imputable a la mejora, en el año en cuestión, de las condiciones de seguridad en el trabajo. En el período considerado (77-93) ésta disminución ha sido, en promedio, de un 2.7%*.

La mejora paulatina de las condiciones de seguridad es debida, básicamente, a tres factores:

- El desarrollo tecnológico
- El incremento de la cultura general preventiva
- Las acciones específicas de las instituciones en el campo de la prevención

Los dos primeros factores son los esenciales, están íntimamente ligados al desarrollo socioeconómico y condicionan el proceso de mejora, que puede ser acelerado -dentro de ciertos límites- por la acción institucional preventiva.

Cabe preguntarse, sin embargo, si las medidas que favorecen el crecimiento de la productividad y del empleo no pueden tener, en determinadas circunstancias, efectos negativos para la seguridad. Así, por ejemplo, los incrementos continuados de la carga de trabajo pueden aumentar los riesgos, como resultado de las prisas o del cansancio; y otro tanto puede ocurrir con la disminución de la duración de los contratos temporales y su proliferación, al influir negativamente sobre la preparación de los trabajadores. Estas cuestiones se tratarán posteriormente.

- El parámetro "k" mide la relación entre la variación de la carga de trabajo y la del empleo ($%Q = k \%N$). Para valores de "k" elevados, los incrementos de la demanda de trabajo se trasladan a la carga de trabajo y apenas repercuten sobre el empleo, y para pequeños valores de "k" sucede lo contrario.

Prescindiendo de otras consideraciones de carácter socioeconómico, lo que interesa señalar es que, de acuerdo con las fórmulas anteriores, para valores de "k" superiores a uno (lo que es el caso: $k = 1.5$) cualquier incremento significativo del empleo implicará, normalmente, un incremento no sólo del número de accidentes, sino también del Índice de incidencia, y ello aunque mejoren las condiciones de seguridad y salud en el trabajo ($s > 0$). Así, por ejemplo, un incremento del empleo de un 4% conllevaría (si $k = 1.5$ y $s = 2.7$) un incremento de los accidentes de un 7,3% y un incremento del Índice de incidencia de un 3.3%.

- Por último, debe tenerse en cuenta, a la hora de utilizar las fórmulas anteriormente expuestas, que los valores $k = 1.5$ y $s = 2.7$ son valores

promedio para el período 77-93. No son constantes y, por tanto, no son válidos para cada año del citado período. No es de esperar, sin embargo, que de un año a otro experimenten grandes oscilaciones, teniendo en cuenta la acentuada -y sorprendente- coincidencia entre la accidentalidad calculada y la realmente ocurrida.

2. Un ejemplo ilustrativo

- Como ejemplo para facilitar la comprensión de lo que acaba de exponerse, supóngase una empresa de 4.000 trabajadores ($N_0 = 4000$) que en el último año ha tenido 200 accidentes ($A_0 = 200$). El número de accidentes por cada mil trabajadores, es decir, el Índice de incidencia es, por tanto, 50 ($I_0 = 50$).

Al inicio del nuevo año la empresa aumenta su clientela. El incremento de la producción necesario para atender los nuevos contratos supone un 10% más de trabajo, lo que equivale (si no se contratan nuevos trabajadores) a aumentar la cantidad de trabajo realizada por cada trabajador, es decir, la carga de trabajo, en un 10% ($\%Q = 10$), ya sea incrementando el ritmo, la duración del trabajo, o ambos.

Si no se producen cambios en las condiciones tecnológicas y organizativas de la empresa, la peligrosidad del trabajo no variará ($\%P = 0$), ya que el riesgo por operación o "unidad de trabajo" será el mismo (salvo si se dan las circunstancias a las que se hará referencia en el apartado siguiente). En estas condiciones, es de esperar que a final del año se hayan producido un 10% más de accidentes que el año anterior ($\%A = 10$ y $A = 220$), ya que éste es el incremento de la cantidad total de trabajo que realizará el conjunto de los trabajadores de la empresa. Además, puesto que el número de trabajadores no ha variado, el incremento de accidentes deberá ser igual al del Índice de incidencia y éste, a su vez, será igual al de la carga de trabajo ($\%A = \%I = \%Q = 10$). El nuevo Índice de incidencia sería 55 ($I = 55$).

- Supóngase ahora que los trabajadores no pueden o no quieren asumir íntegramente este incremento de su carga de trabajo y el empresario se ve obligado a contratar a 160 nuevos trabajadores, lo que representa un incremento de la plantilla de un 4% ($N = 4160$ y $\%N = 4$). El 10% de incremento de la cantidad total de trabajo (y del número de accidentes) se distribuirá ahora entre más trabajadores: Por ello, el incremento de la carga de trabajo (y, por tanto, del Índice de incidencia) no será ya de un 10% sino, aproximadamente, de un 6% ($\%Q = \%I = 6$), verificándose que: $\%A (10) \%N (4) + \%Q (6)$.

En este caso, el cociente $\%Q / \%N$ es igual a 1.5. Obsérvese que si los trabajadores hubiesen aceptado un mayor incremento de su carga de trabajo, por ejemplo, del 8% en lugar del 6%, el empresario sólo hubiera tenido que incrementar la plantilla un 2%, en lugar de un 4%, y ese cociente (al que denominamos "k") pasaría de 1.5 a 2. Si cada vez que se incrementase la demanda de trabajo se produjese un fenómeno similar, pero "k" se mantuviese constante, la evolución de la accidentalidad podría estimarse en función de la evolución del número de trabajadores:

$$\%A = (1 + k) * \%N, \text{ siendo, en este caso, } k = 1.5.$$

- Supóngase además, finalmente, que en el marco de una planificación preventiva a largo plazo, la empresa va mejorando paulatinamente las condiciones de seguridad y salud en el trabajo incluyendo, entre otras cosas, la sustitución de los equipos de trabajo más antiguos por otros más productivos, pero también, más seguros. En estas circunstancias, la peligrosidad del trabajo disminuiría cada año ($\%P < 0$). Lo que equivale a decir que cada año se evitaría un determinado porcentaje de accidentes; por ejemplo, un 2,7%. Si este decremento (al que denominamos "s") fuese constante, la evolución de la accidentalidad podría describirse mediante la siguiente ecuación:

$$\%A=(1+k)*\%N-s, \text{ siendo, en este caso, } k = 1.5 \text{ y } s = 2.7$$

que es, precisamente, la fórmula simplificada a que se ha hecho referencia en el apartado anterior de este artículo.

3. Los efectos de las prisas, el cansancio y la falta de preparación

- En el ejemplo anterior se preveía un incremento de la accidentalidad de un 10% (suponiendo que no se mejorasen las condiciones de seguridad) debido a que la cantidad total de trabajo desarrollada iba a incrementarse en dicho porcentaje. Del 10%, un 6% correspondía al incremento de la carga de trabajo y el 4% restante al aumento de la plantilla. Se suponía que ni el incremento de la carga de trabajo ni el del número de trabajadores influía sobre la peligrosidad del trabajo y por tanto, que el número de accidentes sólo dependía de la cantidad de operaciones o ciclos de trabajo realizados. Es evidente, sin embargo, que tanto las prisas y el cansancio asociados a cargas de trabajo elevadas, como las posibles deficiencias en la formación de los nuevos trabajadores, son factores que incrementan los riesgos. Es conveniente, por tanto, valorar - aunque sea de forma grosera- el efecto que pueden tener estos factores.
- Supóngase que las cargas de trabajo en la empresa en cuestión son ya, en general, tan elevadas, que el hecho de aumentarlas un 6% implica, por ejemplo, que un tercio de los trabajadores incrementa en un 25% el riesgo (por unidad de trabajo) de sufrir un accidente (debido a las prisas o el cansancio). Supóngase también que la cuarta parte de los nuevos trabajadores (con contratos cortos y gran rotación) no tiene experiencia previa ni recibe una formación adecuada al incorporarse a la empresa, por lo que el riesgo se incrementa, por ejemplo, en un 50%. En estas condiciones, el incremento del número de accidentes imputable al aumento de la carga de trabajo será un 6.5% (y no un 6%) y el imputable al incremento del empleo un 4.5% (y no un 4%). En definitiva, el número total de accidentes crecerá un 11 % (en lugar de un 10%) siendo, por tanto, un 1 % el incremento imputable a las prisas, cansancio o falta de preparación de los trabajadores.
- Cualquier incremento de los riesgos debido a factores tales como las prisas, el cansancio, o la falta de preparación de los trabajadores constituye, sin duda, un "fallo preventivo" cuyas causas deben ser analizadas y corregidas. Con independencia de ello, el ejemplo anterior

basta para poner de manifiesto que el incremento de los accidentes imputable al aumento de la cantidad de trabajo será normalmente muy superior al imputable a dichos factores, por lo que carece de sentido, en general, considerar que son estos últimos los fundamentalmente culpables del incremento de la accidentalidad (tanto de la absoluta como de la relativa) que suele producirse en las épocas de crecimiento económico.

3. La aplicación del modelo al período 94-99

- En el período 94-99, el mundo del trabajo ha sufrido notables cambios: han aparecido las empresas de trabajo temporal, han proliferado los contratos temporales por "obra o servicio" o por "circunstancias de la producción", se ha mejorado y ampliado considerablemente la normativa sobre prevención de riesgos laborales, etc. En estas circunstancias cabe preguntarse si el modelo planteado, cuya validez se ha demostrado para el período 77-93, es también válido para el período 94-99. La respuesta -sin perjuicio de las consideraciones que se harán en la parte final de este artículo- es positiva. Si se aplica el modelo a dicho período -tomando el 94 como año de referencia- la accidentalidad real y la calculada coinciden satisfactoriamente (Figura 3) para $k = 1.6$ y $s = 2$. (4)
- La diferencia entre estos valores y los correspondientes para el período 77-93 ($k = 1.5$ y $s = 2.7$) suponen, aproximadamente, que en el período 94-99 se han producido 0.4% accidentes por año más de los que hubieran ocurrido de mantenerse las condiciones vigentes en el período anterior. Este leve empeoramiento puede ser debido a los efectos de las prisas, el cansancio o la falta de preparación a los que antes se ha hecho referencia (y quizás hubiera podido ser mayor de no haber sido parcialmente contrarrestado por los efectos positivos de la nueva normativa); pero la brevedad del período estudiado no permite sacar conclusiones más precisas. *En cualquier caso, sigue siendo cierto también en este período que el aumento de la accidentalidad viene esencialmente determinado por el incremento de la cantidad de trabajo desarrollado y que la peligrosidad de éste sigue disminuyendo paulatinamente (aunque en una proporción ligeramente inferior a la que se daba en el período 77-93).*
- Debe señalarse la "anomalía" que se pone de manifiesto cuando se analiza "sin separar" el período 77-99, es decir, cuando se "enlazan" (véase la Figura 4) los dos períodos estudiados: la accidentalidad calculada deja de coincidir con la real a partir de 93/94, pero evoluciona de forma paralela a ésta, con un desfase constante de un 4%. Lo que significa que, o bien existe un sesgo (que no es posible explicar) en los datos utilizados, o bien un 4% de los accidentes de trabajo que se están declarando (desde el 93/94) no se declaraban antes, o al menos no se declaraban como tales.
- Finalmente, en la Figura 5 se muestran los Índices de incidencia (accidentes por 1000 trabajadores asalariados) reales y calculados para el período 77-99 (con la mencionada corrección del 4%), que presentan un grado de coincidencia excelente, similar al observado para la accidentalidad absoluta.

FIGURA 3
Accidentalidad real y accidentalidad calculada en el período 94-99

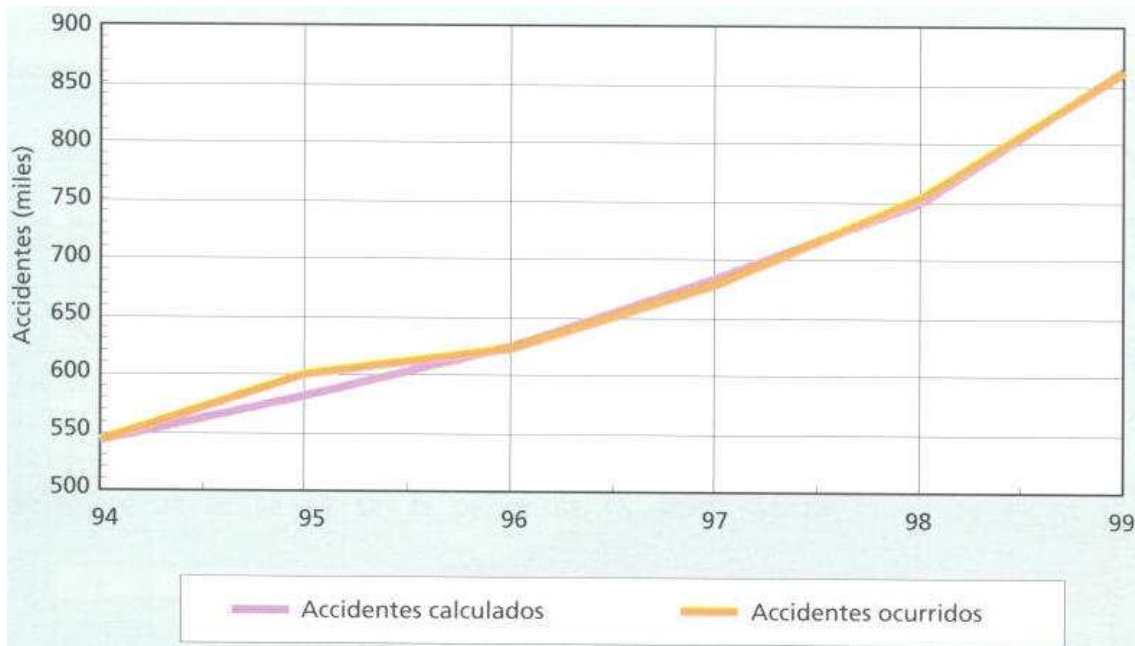
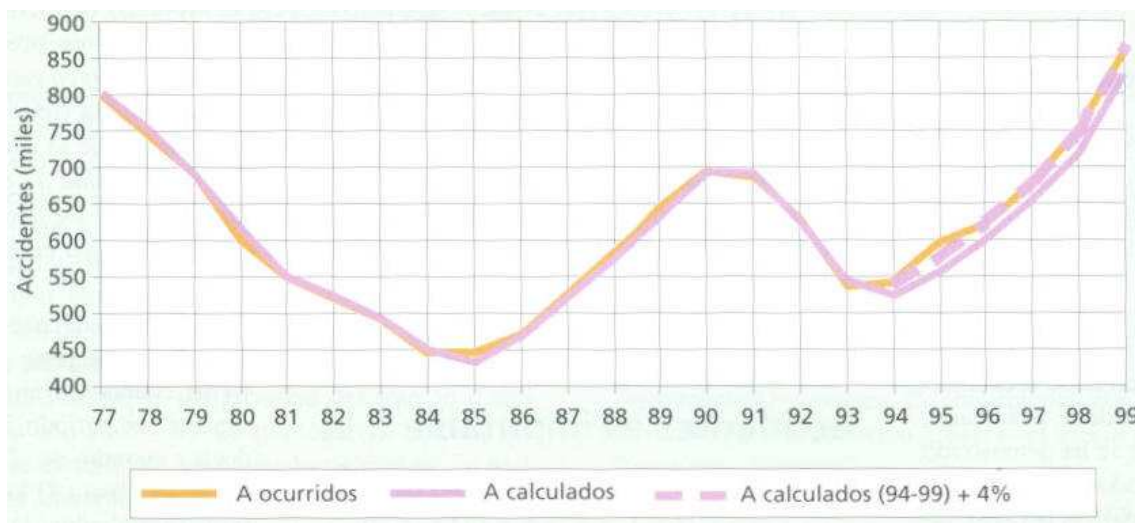


FIGURA 4
Accidentalidad real y accidentalidad calculada en el periodo 94-99



4. La "medición" de la prevención

- o La Prevención tiene como objetivo reducir los accidentes mediante la mejora de las condiciones de seguridad del trabajo. Esta mejora es, precisamente, la que se cuantiza a través del parámetro "s" que, como ya se ha dicho, representa la *disminución anual porcentual de los accidentes imputable a la mejora, en el año en cuestión, de las condiciones de seguridad en el trabajo*". En el período 77-93 esta disminución ha sido, *en promedio*, de un 2.7%, y en el período 94-99 de un 2.6%. A primera vista puede parecer que son disminuciones poco importantes

pero, como se verá posteriormente, su acumulación en años sucesivos hace que lleguen a evitarse un gran número de accidentes.

- Si se desea cuantizar la "mejora preventiva" producida en un año determinado, la hipótesis de que el valor de "s" para dicho año coincide con el valor medio del período (2.7 o 2.6, según el caso) puede ser considerablemente errónea. El error disminuirá a medida que se amplíe el período de tiempo estudiado, teniendo en cuenta que no es de esperar que el valor de "s" sufra grandes oscilaciones entre años consecutivos. En las figuras indicadas a continuación se muestran los "accidentes evitados"(5) a lo largo del período 77-99 (el mayor posible) y del período 96 -99 (el más reciente y corto posible):
 - **Figura 6:** Accidentes evitados *en* cada uno de los años del período 77-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida *desde* 1977.
 - **Figura 7:** Accidentes evitados *desde* 1977 hasta cada uno de los años del período 77-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida *desde* 1977.
 - **Figura 8:** Accidentes evitados *en* cada uno de los años del período 96-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida *desde* 1996.
 - **Figura 9:** Accidentes evitados *desde* 1996 hasta cada uno de los años del período 96 -99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida *desde* 1996.

Los datos mostrados en las Figuras anteriores ponen de manifiesto que, por ejemplo, debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde 1977, se han evitado, hasta finales del año 99, más de 5 millones de accidentes, de los cuales, casi 700 mil en este último año. Asimismo, gracias a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde principios del 96 se han evitado, hasta finales del 99, más de 200 mil accidentes (cerca de 100 mil en el 99).

- Ya se ha mencionado anteriormente que la mejora de las condiciones de seguridad viene esencialmente determinada por el desarrollo tecnológico y el incremento de la "cultura general preventiva"; la acción institucional en materia de prevención puede, sin embargo, contribuir a dicha mejora o, dicho de forma más cuantitativa, puede ser la causa de que el parámetro "s" sea algunas décimas mayor. Pues bien, si el valor promedio de "s" fuera una décima mayor (2.8 en lugar de 2.7) desde el 77 al 80 sólo se habrían evitado 4 mil accidentes más, pero a finales del 99 los accidentes evitados se habrían incrementado en más de 150 mil. Lo que pone claramente de manifiesto que la acción institucional en materia de prevención puede ser muy eficaz a medio y largo plazo, pero sus efectos son difíciles de apreciar a corto plazo.

FIGURA 5
Índice de incidencia real y calculado para el período 77-79



FIGURA 6
Accidentes evitados en cada uno de los años del período 77-79 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde 1977

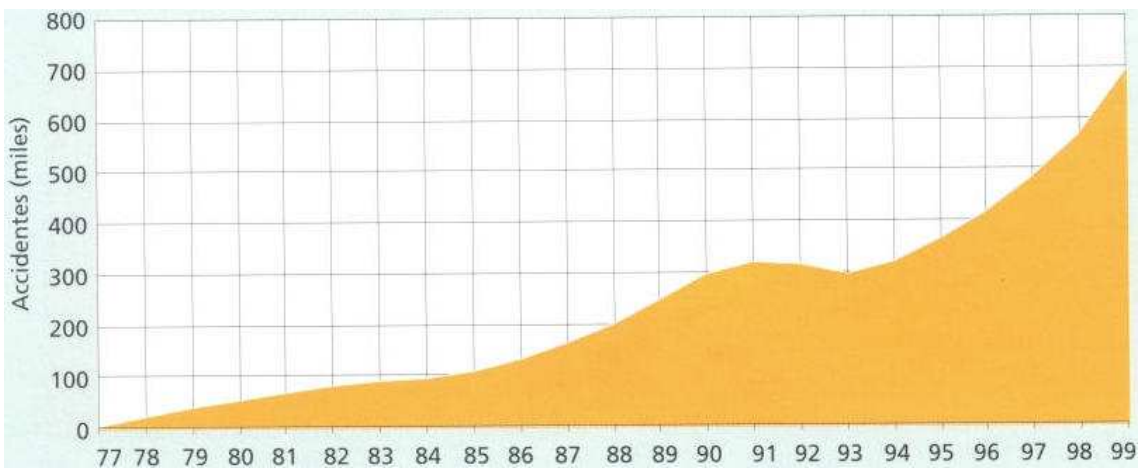


FIGURA 7

Accidentes evitados desde 1977 hasta cada uno de los años del período 77-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde 1977

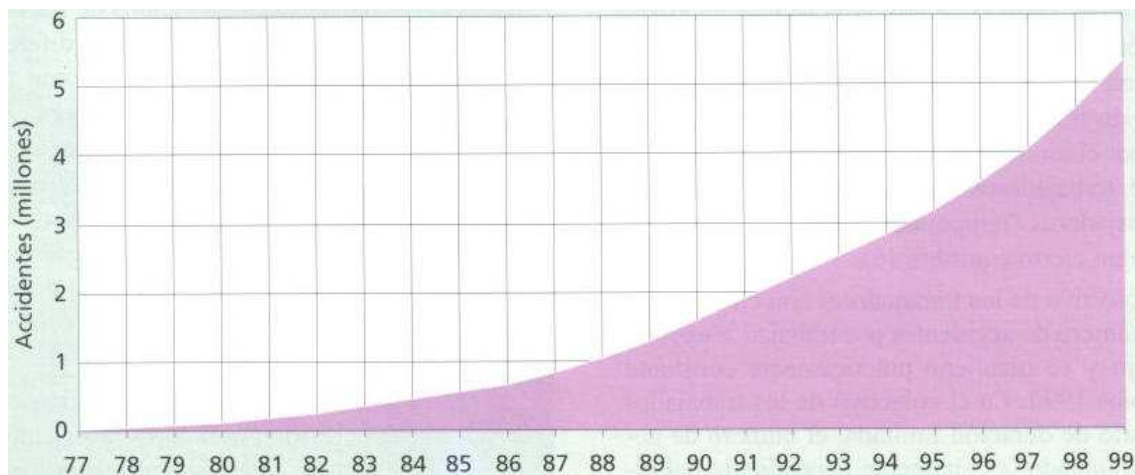
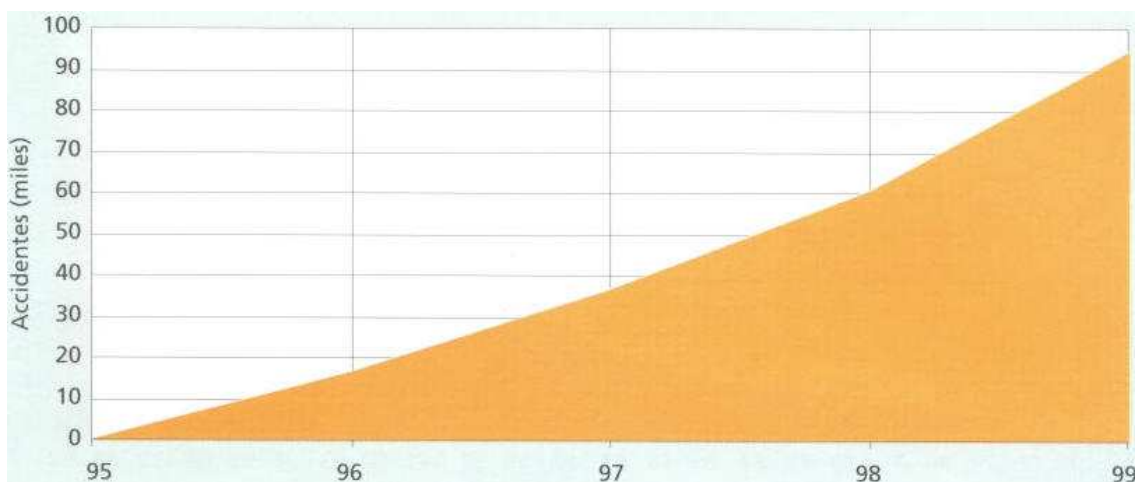


FIGURA 8

Accidentes evitados en cada uno de los años del período 96-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde 1996



5. Consideraciones finales

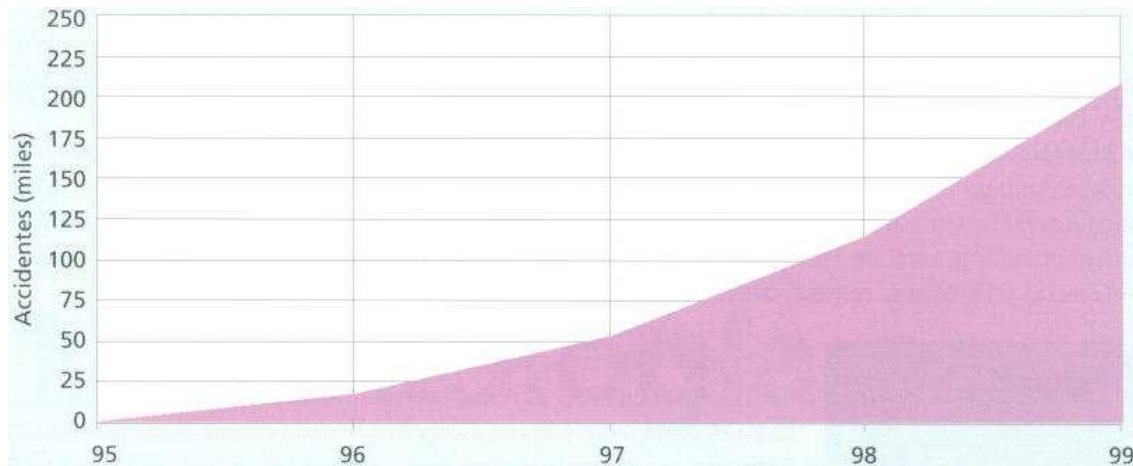
- El modelo expuesto es útil para explicar la evolución *global* de la accidentalidad. Lo que en esencia aporta este modelo -y se constata con los datos disponibles- es la influencia de la carga de trabajo sobre la accidentalidad y, por tanto, la necesidad de tener en cuenta el papel que juega esta variable a la hora de analizar las causas de la accidentalidad y juzgar la eficacia de la acción preventiva.
- El modelo está, sin embargo, prácticamente agotado. Por un lado, es difícil extraer de él más datos de los ya aportados. Por otra parte, es posible que deje de ajustarse a la realidad, tanto si se prolonga la fase de crecimiento económico en la que nos encontramos, como si se entra en una brusca fase de recesión. Las razones de todo ello son diversas, pero pueden reducirse fundamentalmente a una: el modelo se aplica a la "mezcla" de dos colectivos de trabajadores muy

distintos (trabajadores "fijos" y trabajadores "temporales") que, *por ahora*, se mantienen en un cierto equilibrio(6).

- En el colectivo de los trabajadores con contrato indefinido, el número de accidentes por trabajador es relativamente bajo y se mantiene prácticamente constante desde principios 1990. En el colectivo de los trabajadores con contrato de duración limitada, el número de accidentes por trabajador es altamente dependiente del ciclo económico y, en la actualidad, es casi tres veces más elevado que el correspondiente a los trabajadores fijos(7). En definitiva, á pesar de que los trabajadores temporales son sólo un tercio del total, contribuyen con casi el 60% de los accidentes. En estas condiciones, *cualquier mejora en la comprensión de la evolución de la accidentalidad implica necesariamente mejorar el conocimiento del "mundo del trabajo temporal"* intentando relacionar (como se ha hecho en el modelo objeto de este artículo) el empleo, *las condiciones de trabajo y la situación socioeconómica*.

FIGURA 9

Accidentes evitados desde 1995 en cada uno de los años del período 96-99 debido a la mejora de las condiciones de seguridad producida desde 1996



Observaciones

1. La variación diferencial relativa de un producto es la suma de las variaciones diferenciales relativas de los factores:

$$A = N * Q * P \rightarrow dA/A = dN/N + dQ/Q + dP/P$$

Por ello, cuando los incrementos de las variables son finitos pero pequeños (asimilables a diferenciales) se cumple que $\%A = \%N + \%Q + \%P$, con un error de aproximación tanto menor cuanto menores sean dichos incrementos. En el caso de las variables concretas con las que se trabaja, los incrementos anuales son relativamente pequeños y la aproximación es aceptable. De todas formas, la ecuación que relaciona los incrementos sólo se utiliza en este artículo con fines didácticos y todos los cálculos se han hecho con la ecuación "continua".

2. El Índice de incidencia (1) se define como el número de accidentes por cada 1000 trabajadores y, conforme a lo indicado anteriormente respecto a la variación diferencial relativa de un producto, se verifica que:

$$I=1000*A/N \rightarrow \%I=\%A-\%N$$

3. Para $s = 2.7$ se obtiene aún un mejor ajuste que el alcanzado para $s = 2.6$ (que era el valor indicado en el artículo anterior).
4. También se produce un buen ajuste para $k = 1.5$ y $s = 2.2$. Debido a lo reducido del período analizado, no es posible decidir, por el momento, cuál es el más adecuado. El elegido ($k = 1.6$ y $s = 2.6$) parece más lógico, sin embargo, porque supone variar (ligeramente) el parámetro "k", lo que está en consonancia con las modificaciones ocurridas a partir de 1994 en relación con la contratación temporal.
5. Si "A" son los accidentes estimados para el año "T" y "Am" los accidentes que se estimarían para dicho año si a partir de un año anterior cualquiera "To" no se hubiera producido ninguna mejora preventiva (calculados haciendo $s = 0$ para todos los años del período To - T), la diferencia entre "Am" y "A" son los accidentes evitados gracias a la mejora de las condiciones de seguridad que ha tenido lugar en el período To - T.
6. Desde hace diez años, la proporción entre el número de trabajadores fijos y temporales (de 2 a 1) se mantiene prácticamente constante. Además, a pesar del notable incremento del número de contratos por trabajador temporal ocurrido en los últimos años, los datos disponibles parecen indicar que el promedio de meses trabajados por año por los trabajadores temporales es también relativamente constante.
7. Lo que no tiene porqué ser debido a la influencia del tipo de contrato sino, fundamentalmente, al hecho de que entre los puestos de trabajo ocupados por los trabajadores temporales la proporción de puestos peligrosos es, probablemente, bastante mayor.

(*) La 1ª parte de este artículo fue publicada en el n.º 1 de Prevención, Trabajo y Salud.