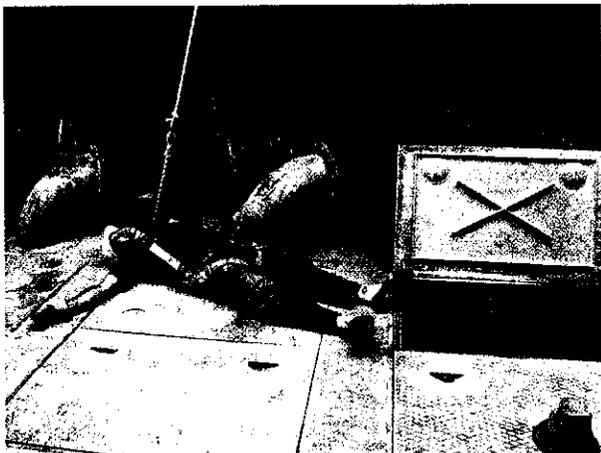


En este artículo se muestra la relación existente entre la accidentalidad y la situación socioeconómica y se alerta sobre los errores que pueden cometerse si se evalúa la accidentalidad sin tener en cuenta dicha relación.

# Accidentes, empleo, carga de trabajo y peligrosidad del trabajo

José Luis Castellá López

Jefe de Área de Normas y Cooperación - I.N.S.H.T.



## 1. Objetivos

La relación entre el número de accidentes que se producen en un colectivo de trabajadores y la peligrosidad del tipo de trabajo que éstos realizan es más compleja de lo que parece. Con frecuencia se considera –a menudo, erróneamente– que las condiciones de seguridad en el trabajo han mejorado / empeorado si el número de accidentes, o los índices de incidencia o de frecuencia, han disminuido / aumentado. El resultado de esta confusión puede caricaturizarse a través del siguiente diálogo ficticio, referido a la evolución de la situación de un país en materia de seguridad en el trabajo:

– *¡Qué barbaridad! Este año los accidentes han aumentado casi un 10%.*

– *Ya, pero es que también se ha trabajado más.*

– *No importa. El índice de incidencia también ha aumentado mucho y es independiente de que trabaje más o menos gente.*

– *Es cierto, aunque no lo entiendo. Como sabes, se ha mejorado la normativa, hay más inspecciones, más formación, etc. Se ha hecho un gran esfuerzo preventivo.*

– *Sí, pero también hay más trabajo precario.*

– *No mucho más que el año pasado. En cualquier caso, el incremento del trabajo temporal no puede* 29

justificar ese aumento de los índices. Por otra parte, los accidentes también están aumentando en los países de nuestro entorno.

- *Bueno, pero en menor medida que en el nuestro...*

Con esta problemática como referencia, este artículo tiene un triple objetivo:

- Facilitar la comprensión de la relación existente entre la accidentalidad, el empleo, la carga de trabajo y la peligrosidad del trabajo.

- Poner de manifiesto las dificultades existentes para estimar la peligrosidad del trabajo y los errores que a menudo se cometen al querer hacerlo, cuando no se conoce bien dicha relación.

- Presentar un modelo que permite, en ciertas condiciones, estimar la evolución de la peligrosidad del trabajo.

## 2. Peligrosidad del trabajo, carga de trabajo y ecuaciones básicas

Todo trabajo se compone de una serie de distintas operaciones que se efectúan con una cierta frecuencia. El riesgo de que se produzca un accidente al realizar una operación depende esencialmente de los procedimientos y medios de trabajo empleados y de la preparación (experiencia + formación) del trabajador que la realiza. La **peligrosidad del trabajo**, entendida como el riesgo de accidente por unidad o ciclo de trabajo, viene determinada por el riesgo y la frecuencia relativa de las operaciones en las que éste puede descomponerse.

La "cantidad de trabajo" desarrollada por un colectivo de trabajadores depende del número de éstos y de su "carga de trabajo", definida como el número de unidades o ciclos de trabajo realizados por trabajador y año, y valorada teniendo simultáneamente en cuenta la duración de la jornada y la intensidad o ritmo del trabajo.

La peligrosidad de un trabajo no depende del número de trabajadores que lo realizan (salvo si existen diferencias significativas en su nivel de preparación) ni de la carga de trabajo (salvo cuando, por ser excesivamente alta o baja, constituye un factor de riesgo). Puede afirmarse, por tanto, con las salvedades mencionadas, que la cantidad de trabajo desarrollado y la peligrosidad del mismo son magnitudes independientes.

La accidentalidad en un colectivo de trabajadores depende tanto de la cantidad de trabajo desarrollado, como de su peligrosidad. La siguiente ecuación permite relacionar las variables citadas:

$$A = N * Q * P = N * T * R * P$$

siendo:  $A$  = Número de accidentes por año.

$N$  = Número de trabajadores del colectivo.

$Q$  = Carga de trabajo: unidades o ciclos de tra-

bajo por trabajador y año.

$T$  = Tiempo de trabajo (horas) por trabajador y año.

$R$  = Ritmo de trabajo: unidades o ciclos de trabajo por hora trabajada.

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

Si en lugar de las variables absolutas se utilizan sus variaciones en relación con un año de referencia determinado ( $a = A/A_0$  en lugar de  $A$ , por ejemplo, siendo  $A_0$  la accidentalidad del año de referencia) se obtiene la expresión:

$$a = n * q * p = n * t * r * p$$

Finalmente, también pueden utilizarse, en lugar de las variables absolutas, sus incrementos relativos (el incremento porcentual de los accidentes en lugar de la accidentalidad, por ejemplo) siendo de aplicación, en tal caso, la siguiente fórmula:

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

## 3. Necesidad y problemática de la estimación de la peligrosidad

*El objetivo de la Prevención es disminuir la accidentalidad mediante la reducción de la peligrosidad del trabajo y no, obviamente, de la cantidad de trabajo. Para poder evaluar la eficacia de la acción preventiva es necesario, en consecuencia, medir o estimar dicha peligrosidad. Como se verá a continuación, cuando se trata de analizar la situación de un colectivo amplio de trabajadores (de todo un sector de actividad, o de un país, por ejemplo) la estimación de la peligrosidad del trabajo (y, por tanto, de la eficacia de la prevención) es mucho más difícil de lo que parece. En efecto, despejando la "peligrosidad" en la ecuación general antes expuesta se obtiene:*

$$P = \frac{A}{N * Q} = \frac{A}{N * T * R}$$

A partir de las estadísticas laborales resulta fácil obtener datos sobre el número de accidentes ( $A$ ), o la población trabajadora ( $N$ ). Por el contrario, resulta casi imposible calcular la carga de trabajo ( $Q = T * R$ ), ya que los datos sobre las horas trabajadas por trabajador y año ( $T$ ) suelen ser insuficientes o poco fiables y los datos sobre el ritmo de trabajo ( $R$ ) prácticamente inexistentes. En consecuencia, al desconocerse la carga de trabajo, la peligrosidad del trabajo no puede ser estimada (al menos, directamente).

La carencia de datos sobre la carga de trabajo no sería un problema si a lo largo del tiempo ésta se mantuviera más o menos constante. En efecto, de la fórmula planteada se deduce que, en tal caso, la evolución de la

peligrosidad coincidiría exactamente con la del índice de incidencia (proporcional al cociente  $A/N$ ) o de frecuencia (proporcional al cociente  $A/N * T$ ). La variación de estos índices proporcionaría, por tanto, una excelente información sobre la eficacia de la actividad preventiva desarrollada. Desgraciadamente, la carga de trabajo no es una constante sino que varía muy considerablemente con la actividad económica. Es evidente que, en épocas de bonanza, al aumentar la demanda de trabajo también aumenta la carga de trabajo, es decir, el trabajo realizado por trabajador; y otro tanto ocurre, en sentido contrario, en épocas de crisis. En consecuencia, *si no se tiene en cuenta este hecho y para la estimación de la eficacia de la acción preventiva sólo se consideran los índices antes mencionados, las conclusiones que se obtengan serán casi siempre erróneas.*

Resulta conveniente hacer alguna reflexión adicional sobre los errores resultantes de ignorar la influencia de la carga de trabajo en la accidentalidad. Teniendo en cuenta la definición del índice de incidencia puede deducirse que su incremento anual relativo ( $\%I$ ) obedece a la siguiente fórmula:

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

La influencia de la carga de trabajo sobre el índice de incidencia se hace evidente. Considérese, a este respecto, el siguiente ejemplo hipotético, pero nada irreal: En un determinado país, la peligrosidad del trabajo ha disminuido un 8% en los últimos 3 años, lo que es, sin duda, un dato positivo. En ese mismo periodo (de crecimiento económico) la carga de trabajo ha aumentado un 15% y, en consecuencia, el índice de incidencia lo ha hecho en un  $(15\% - 8\%) = 7\%$ . Quién se fije exclusivamente en este valor considerará, erróneamente, que la acción preventiva está resultando infructuosa.

Lo expuesto hasta aquí parece llevar a un callejón sin salida: no se disponen de datos sobre la carga de trabajo y, sin conocerla, la peligrosidad de éste no puede ser estimada, aunque dispongamos de unas buenas estadísticas de accidentalidad. Sin embargo, si es posible, como se verá a continuación, establecer una relación en-

tre la variación del número de trabajadores del colectivo y la de su carga de trabajo, lo que permitirá finalmente *estimar la evolución de la peligrosidad del trabajo en función de los datos accidentalidad y empleo.*

## 4. Estimación de la carga de trabajo en función del empleo

Es lógico pensar que *la variación de la demanda de trabajo (asociada a la evolución de la economía) repercute tanto sobre el empleo, como sobre la carga de trabajo.* Es decir, si aumenta / disminuye la demanda de trabajo, debe aumentar / disminuir tanto el número de trabajadores, como la cantidad de trabajo realizado por éstos.

La relación entre el incremento del empleo y el de la carga de trabajo depende del "momento económico". Si la carga de trabajo es "baja", por ejemplo, a la salida de una fase de recesión económica, es razonable suponer que un aumento de la demanda de trabajo repercutirá más sobre la carga de trabajo que sobre el empleo. Por el contrario, si la carga de trabajo es "alta", por ejemplo, tras una fase sostenida de crecimiento de la economía, un aumento de la demanda de trabajo debería repercutir preferentemente sobre el empleo.

Una de las ecuaciones más sencillas<sup>(1)</sup> para expresar matemáticamente el tipo de relación (entre la carga de trabajo y el empleo) descrito en el párrafo anterior es la siguiente:

$$q = n^k$$

Recuérdese que "n" y "q" son el cociente entre los valores del empleo y de la carga de trabajo correspondientes a un año cualquiera y los correspondientes a un año determinado, que se toma como año de referencia. Para que la ecuación se aplique de forma correcta, el año de referencia debe elegirse dentro de un periodo en el que el empleo se haya mantenido relativamente constante.

<sup>(1)</sup> La cantidad de trabajo ("w") desarrollada por un colectivo de trabajadores, condicionada por la demanda del tipo de bienes o servicios producidos por dicho colectivo, puede definirse como el producto del número de trabajadores por su carga (promedio) de trabajo:

$$w = n * q$$

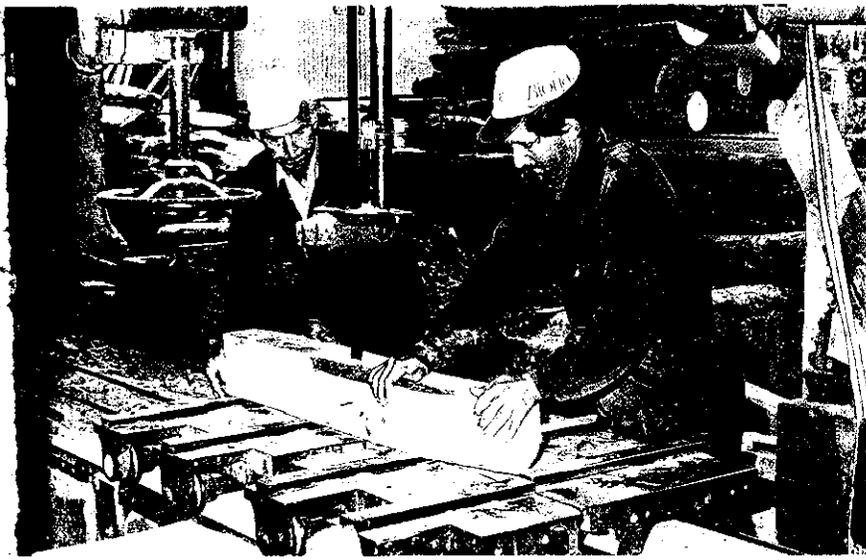
La carga de trabajo no puede aumentarse o disminuirse indefinidamente, a voluntad de empresarios y trabajadores. Ni éstos pueden aumentar su ritmo o tiempo de trabajo por encima de ciertos límites, ni los empresarios pueden mantener empresas con "trabajadores sin trabajo": cuanto mayor sea la carga de trabajo, más difícil será aumentarla y cuanto menor sea, más difícil será disminuirla. Teniendo esto en cuenta, la relación entre el incremento de la cantidad de trabajo realizado (para satisfacer la demanda) y el correspondiente incremento de la carga de trabajo puede expresarse mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{dw/w}{dq/q} = f * \left( q + \frac{1}{q} \right)$$

siendo "f" un factor de proporcionalidad.

Integrando esta ecuación se obtiene:  $w = n * q = e^{f * (q^{-1} + q)}$ , que es la expresión general de la relación entre "n" y "q". Para valores de "q" entre 0.7 y 1.3, que es el intervalo "normal" de oscilación de la carga de trabajo, puede demostrarse que:  $e^{(q^{-1} + q)/2} = q$ . Por tanto, para dicho intervalo:  $n = q^{-2}$ . Finalmente, mediante un cambio de variable ( $k = 1/(f/2 - 1)$ ), se obtiene:  $q = n^k$ , que es la fórmula "simplificada" utilizada en este artículo.

El parámetro "k" está relacionado con la "rigidez" del empleo. Para valores de "k" muy altos, las variaciones de la demanda de trabajo son "absorbidas" por la carga de trabajo y el empleo se mantiene prácticamente constante. Para valores de "k" muy bajos, las variaciones de la demanda de trabajo se "transforman" en empleo y es la carga de trabajo la que se mantiene constante.



La fórmula expuesta en el apartado anterior "esconde" una determinada hipótesis: la de que, en promedio, la carga de trabajo de los trabajadores "nuevos" no difiere, sistemática y significativamente, de la del resto de los trabajadores. *La validez de esta hipótesis* (y, por tanto, del modelo matemático utilizado) *puede haberse visto afectada, a partir de 1994, debido a la creciente importancia de determinados tipos de contratación temporal* y, en particular, al gran incremento de los contratos por "circunstancias de la producción" (es decir, para atender "picos de trabajo"). *En estas condiciones, las nuevas demandas de trabajo pueden satisfacerse mediante nuevos empleos con una elevada carga de trabajo, sin que exista un incremento proporcional de la carga de trabajo de los restantes trabajadores.* En cualquier caso, **el análisis y presentación de las modificaciones que sería necesario introducir en el modelo para ajustarlo a la nueva situación queda fuera de los objetivos de este artículo.**

## No es objetivo de la Prevención disminuir los accidentes haciendo que se trabaje menos

datos proporcionados por las estadísticas laborales. Sin embargo, como se desconoce el valor de "k", es necesario, para estimar "p", utilizar un procedimiento más complejo, basado en el planteamiento de determinadas hipótesis y en su posterior verificación por confrontación con los datos estadísticos disponibles.

La primera de las hipótesis consiste en suponer que si durante un cierto periodo de tiempo la estructura y condiciones del empleo no han sufrido cambios significativos, el valor de "k" durante dicho periodo será constante.

La segunda de las hipótesis es más "arriesgada". Parte de suponer que la evolución de la peligrosidad del trabajo depende, en lo esencial, de la evolución (en materia de seguridad) de las condiciones organizativas y tecnológicas, y de que éstas mejoran a lo largo del tiempo, lenta pero constantemente (con independencia de la fase del ciclo económico). Esta hipótesis puede expresarse matemáticamente de la siguiente forma:

$$p = e^{-st / 100}$$

siendo "s" el porcentaje anual de disminución de la peligrosidad del trabajo, que se supone que es aproximadamente constante, y "t" el número de años transcurridos desde el año de referencia. Esta hipótesis sobre la constancia en la reducción de la peligrosidad puede dejar de tener sentido si en el periodo considerado se produjera:

- un aumento excesivo de la carga de trabajo (como resultado de un crecimiento económico muy acelerado),
- una variación significativa de la "preparación media" de los trabajadores (por ejemplo, por un importante aumento de la contratación temporal en condiciones poco controladas), o

### 5. Hipótesis para la estimación de la peligrosidad

Introduciendo en la ecuación básica la expresión de la carga de trabajo en función del empleo se obtiene:

$$a = n * q * p = n^{k+1} * p$$

Esta ecuación, obtenida "por deducción", coincide con la fórmula empírica publicada en un artículo anterior<sup>(2)</sup>.

Si se conociera el valor de "k" podría calcularse "p" (la peligrosidad del trabajo en relación con la del año de referencia), puesto que "a" y "n" (los valores relativos de la accidentalidad y de la población trabajadora correspondiente) son fácilmente calculables a partir de los

<sup>(2)</sup> CASTEJÓN, E., CASTELLÁ, J.L., *Un modelo predictivo de la accidentalidad laboral*. Comunicación al XIV Congreso Mundial sobre Seguridad y Salud en el Trabajo.

– una modificación sustancial del marco normativo o de la acción institucional en la materia.

Si (al menos, para un periodo dado) ambas hipótesis son ciertas, debe existir un valor de “*k*” y un valor de “*s*” tales que la accidentalidad calculada (para cada año del periodo) mediante la aplicación de las fórmulas anteriores coincida significativamente con la accidentalidad real.

## 6. Validación del modelo planteado

En la figura 1 que se muestra a continuación se representa la evolución, entre el año 77 (tomado como referencia) y el año 94, de la accidentalidad “real”, la accidentalidad “calculada”, la población asalariada, la carga de trabajo y la peligrosidad del trabajo. Puede observarse que:

- La accidentalidad real y la calculada (para  $k = 1.5$  y  $s = 2.6$ ) prácticamente se superponen, lo que confirma la validez (por lo menos, para el periodo estudiado) de la fórmula empleada y de las hipótesis realizadas.
- La población asalariada, que es, esencialmente, el colectivo de referencia de los accidentes registrados, sigue una evolución sinusoidal; la carga de trabajo sigue una evolución paralela, pero de mayor amplitud; es decir, es más sensible a las variaciones de la actividad económica que el empleo. Ignorar su influencia sobre la accidentalidad significa, por tanto, cometer graves errores.
- La peligrosidad del trabajo disminuye a un ritmo aproximadamente constante (de un 2.6% por año). Y

ello, con independencia de que la accidentalidad (y el índice de incidencia, que no está representado) evolucionen de forma sinusoidal, siguiendo el ciclo económico.

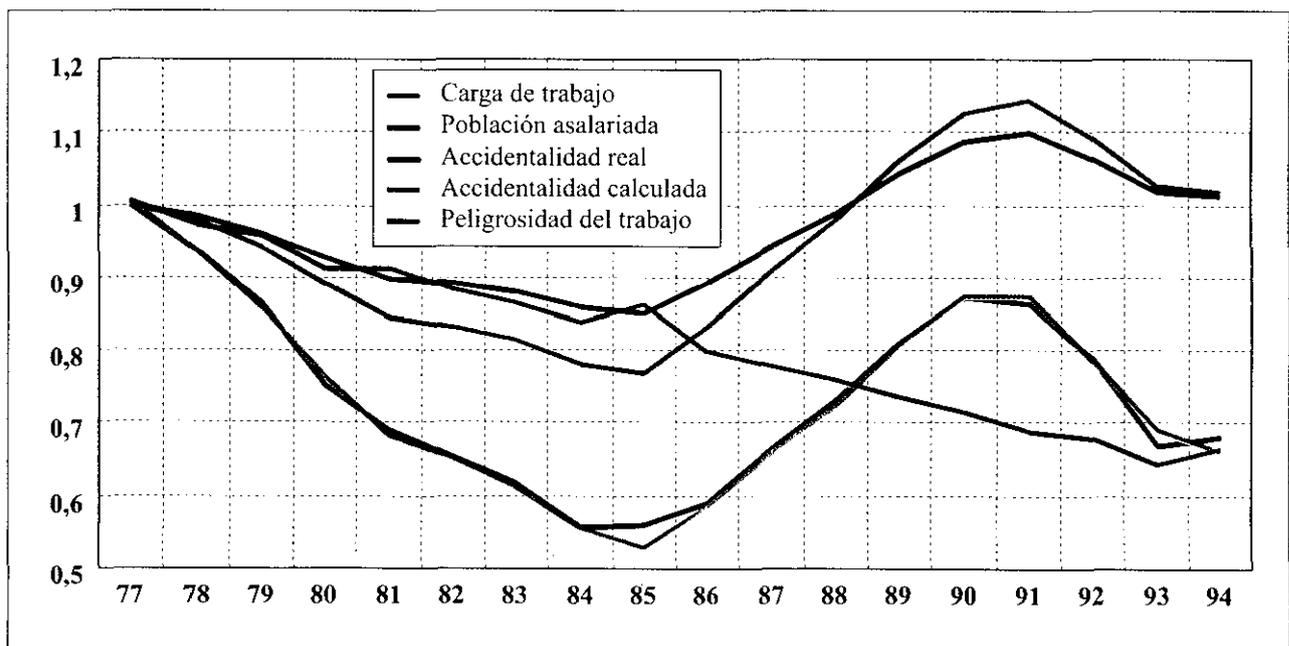
– La accidentalidad real y la calculada dejan de coincidir significativamente a partir del 94. Lo que resulta lógico si se tiene en cuenta que las medidas de “flexibilización del mercado de trabajo” adoptadas desde esa fecha pueden haber modificado las hipótesis de base y los parámetros de las ecuaciones utilizadas. Por otra parte, no ha transcurrido el tiempo suficiente para poder estimar los efectos del cambio normativo que ha tenido lugar desde la promulgación, en 1995, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## 7. Primeras conclusiones

De las reflexiones desarrolladas en los apartados anteriores pueden extraerse las siguientes conclusiones, que se exponen en su secuencia lógica:

- 1) El número de accidentes que se producen en un país depende del empleo, de la carga de trabajo y de la peligrosidad del trabajo.
- 2) **El objetivo de la Prevención es el de reducir la accidentalidad mediante la disminución de la peligrosidad del trabajo**, es decir, del riesgo de accidente por unidad o ciclo de trabajo (obviamente, **no es objetivo de la Prevención disminuir la accidentalidad haciendo que se trabaje menos**). Por tanto,

FIGURA 1



es necesario conocer la evolución de la peligrosidad del trabajo para poder valorar la eficacia de la acción preventiva.

**3) La evolución de la peligrosidad del trabajo sólo puede estimarse considerando conjuntamente las variaciones de la accidentalidad, del empleo y de la carga de trabajo.** Pero la carga de trabajo (la "cantidad de trabajo" desarrollada por trabajador y año) no es un dato que pueda encontrarse directamente en las estadísticas laborales.

**4) Ignorar la influencia de la carga de trabajo sobre la accidentalidad puede conducir a graves errores.** Ese es el motivo por el que se suele llegar a conclusiones falsas cuando se juzga la evolución de la situación de un país, o se efectúan comparaciones entre países, utilizando únicamente los índices de incidencia o de frecuencia. Es perfectamente posible que estos índices aumenten y, sin embargo, la peligrosidad del trabajo haya disminuido (o que ésta aumente y aquéllos disminuyan). Esto es debido a que la variación de dichos índices depende no sólo de la evolución de la peligrosidad del trabajo, sino también de la de la carga de trabajo, y ésta es muy sensible a los cambios que conlleva la evolución cíclica de la economía.

**5) Se ha encontrado una expresión que relaciona las variaciones de la carga de trabajo con las del empleo. Ello permite estimar la evolución de la peligrosidad del trabajo en función de las variaciones de la accidentalidad y el empleo,** siempre que en el periodo de tiempo analizado se mantengan constantes determinadas condiciones.

**6) En España, en el periodo 1977-1994, se ha producido una continuada disminución (de un 2,6% por año, en promedio) de la peligrosidad del trabajo. Se carece aún de la información necesaria para sacar conclusiones respecto al periodo 94-98.**

## 8. Consideraciones adicionales

Este artículo podría haber acabado aquí, tras estas conclusiones. Pero merece la pena hacer alguna reflexión adicional sobre la relación entre la peligrosidad del trabajo y el desarrollo socioeconómico.

Se ha partido del supuesto de que la peligrosidad del trabajo depende básicamente de las condiciones tecnológicas y organizativas en que éste se realiza y de la preparación del trabajador para efectuarlo en tales condiciones. Se ha supuesto, a continuación, que dichas condiciones mejoraban paulatinamente (con la consiguiente "actualización" de la preparación del trabajador) y, por tanto, que la peligrosidad del trabajo debía disminuir lenta pero sostenidamente. Y finalmente se ha comprobado la corrección de esta hipótesis para el periodo 1977-1994.

Es obvio que las condiciones tecnológicas y organizativas del trabajo no han mejorado sólo desde el punto de vista de la "seguridad", sino también desde el de la productividad (entendida como "número de servicios o productos elaborados por unidad de trabajo"). Es de esperar que la productividad se haya incrementado regularmente durante el periodo analizado, *de forma paralela a la evolución de la seguridad* (pero, probablemente, a un ritmo superior, ya que la búsqueda de una mayor productividad es lo que motiva la mayoría de los cambios tecnológicos y organizativos). ¿Puede comprobarse esta hipótesis?

La producción de bienes y servicios puede calcularse de dos formas diferentes, a partir de dos series de datos distintas e independientes: en función del empleo, o en función del PIB<sup>(3)</sup>. Si, para el periodo analizado, el modelo utilizado fuera correcto:

- La producción calculada a partir del PIB debería coincidir con la calculada a partir del empleo (para unos valores determinados de "c" y "s")
- La productividad debería aumentar de forma regular (con independencia de la fase del ciclo económico)

<sup>(3)</sup> Si en la fórmula básica anteriormente expuesta ( $a = n^{k+1} * p$ ) se sustituye la peligrosidad de trabajo ("p") por la productividad ("p<sub>r</sub>") y el número de accidentes ("a") por el número de bienes o servicios producidos ("b") se obtiene la expresión:

$$b = n^{k+1} * p_r$$

en donde "k" (factor ya estimado) es igual a 1.5 y "p<sub>r</sub>", de acuerdo con la hipótesis realizada, puede expresarse de la siguiente forma:

$$p_r = e^{st-100}$$

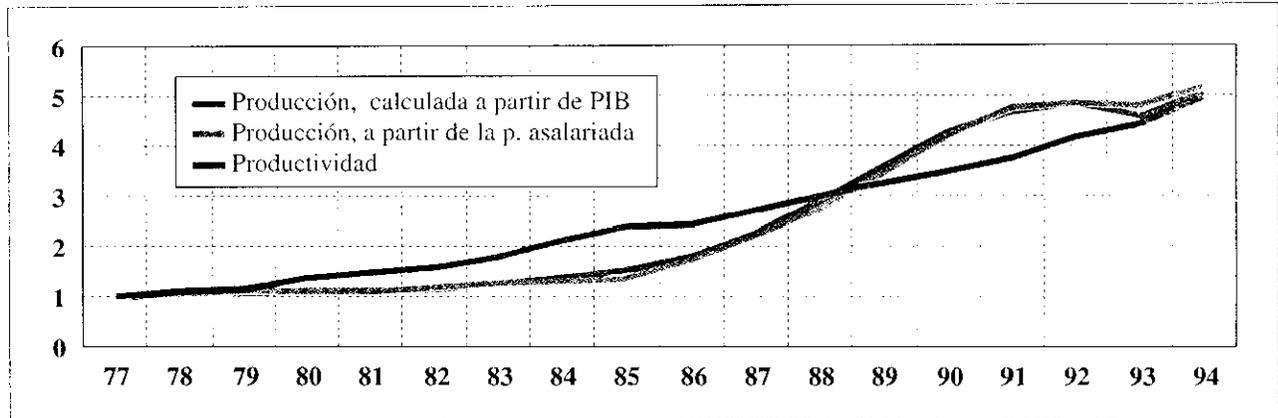
siendo "s" el porcentaje anual de incremento de la productividad, que se supone que es aproximadamente constante, y "t" el número de años transcurridos desde el año de referencia.

Por otra parte, la producción de bienes y servicios ("b") también puede calcularse haciendo la hipótesis de que es una magnitud relacionada con el Producto Interno Bruto ("PIB") mediante la siguiente ecuación:

$$b = PIB^c$$

donde "c" es la razón (que se considera constante) entre el incremento anual relativo de la producción de bienes y servicios y el del PIB.

FIGURA 2



Y eso es precisamente lo que ocurre, como puede observarse claramente en la figura 2:

### 9. Conclusiones finales

No resulta probable que el paralelismo entre la evolución de la productividad y la de la seguridad en el trabajo sea una mera casualidad. Por el contrario, es razo-

## La accidentalidad está directamente relacionada con el empleo y la carga de trabajo e indirectamente con el PIB y la productividad

nable suponer que dicha evolución es el reflejo de una determinada forma de desarrollo socioeconómico en el que los cambios tecnológicos y organizativos que se producen en la empresa se diseñan teniendo en cuenta no sólo la productividad (y, en su caso, el empleo) sino también, en mayor o menor medida, la seguridad del trabajador, del consumidor o usuario y del medio ambiente. De cualquier forma, queda demostrado que:

- La evolución de la accidentalidad laboral sólo puede explicarse teniendo en cuenta la evolución y las interrelaciones existentes entre las principales variables que caracterizan el desarrollo socioeconómico: está directamente relacionada con el empleo y la carga de trabajo e, indirectamente, con el PIB y la productividad.
- La mejora de la productividad no tiene porqué contraponerse a la mejora de la seguridad. De hecho, ambas parecen ser resultado de una misma evolución: la de las condiciones tecnológicas y organizativas de los procesos de trabajo. Ello no quiere decir que las medidas que se tomen para favorecer la productividad no puedan ir, en determinados casos, en detrimento de la seguridad; es conveniente, por tanto, analizar sistemáticamente el impacto que dichas medidas pueden tener sobre la seguridad.

