

6<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management.  
XVI Congreso de Ingeniería de Organización. Vigo, July 18-20, 2012

## **Crisis y accidentabilidad en el sector industrial**

### **Crisis and injury rates in manufacturing sector**

**Carrillo JA<sup>1</sup>, Pérez V<sup>2</sup>, Onieva L<sup>3</sup>**

**Abstract.** When a crisis time comes, injury rates declines. This well known phenomena can be explained in terms of economic and labor factors. Based in a panel data with macroeconomic and social security payments of manufacturing activities from 2006 to 2008, we have adjusted a regression model in order to explain changes in injury rates.

**Resumen.** En los períodos de crisis, la accidentabilidad, tanto en términos absolutos como relativos, disminuye. Este conocido fenómeno puede ser explicado en factores económicos y laborales. Basados en un panel de datos macroeconómicos y de cotizaciones laborales de actividades industriales en el período 2006-2008, se ha ajustado un modelo de regresión para explicar el cambio en índices de incidencia.

**Keywords:** Injury rates, Economic cycles, Regression, Manufacturing sector. **Palabras clave:** Índices de incidencia, Ciclos económicos, Regresión, Sector industrial.

---

<sup>1</sup>Jesús A. Carrillo Castrillo (✉)

Junta de Andalucía

Dirección General de Seguridad y Salud Laboral, Avda. Hytasa, 14 P-1, 41006 Sevilla, Spain

e-mail: [jacarcas@gmail.com](mailto:jacarcas@gmail.com)

<sup>2</sup>Ventura Pérez Mira

Universidad de Sevilla.

Camino de los Descubrimientos s/n Isla de la Cartuja 41092 Sevilla, Spain

e-mail: [ventura@gte.esi.us.es](mailto:ventura@gte.esi.us.es)

<sup>3</sup>Luis Onieva Giménez

Grupo de Investigación de Ingeniería de Organización, Universidad de Sevilla.

Camino de los Descubrimientos s/n Isla de la Cartuja 41092 Sevilla, Spain

e-mail: [onieva@us.es](mailto:onieva@us.es)

## 1. Antecedentes.

Desde los primeros estudios de la accidentabilidad se ha constatado que existe una relación entre la frecuencia y tipología de los accidentes y el ciclo económico (Kossoris, 1938). La seguridad laboral hoy en día sólo puede entenderse desde modelos holísticos que contemplen la dimensión de los factores técnicos de riesgo en el trabajo, y, cada vez en mayor medida, la dimensión social y organizativa del trabajo.

Se deben considerar las importantes diferencias entre los accidentes de carácter traumático y los trastornos músculo-esqueléticos. En los primeros, los factores principales que pueden influir son la reducción de la carga de trabajo, la reducción de personal eventual y la reducción de la tensión productiva, mientras que en los segundos son los factores de carácter psicosocial y la difusa delimitación del concepto de lesión los más explicativos.

Hasta la fecha, han sido varios los autores que han desarrollado modelos econométricos y se han identificado algunas variables explicativas (ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables macroeconómicas identificadas como explicativas.

Variables	(Viscusi, 1986)	(Anderson & Buchholz, 1988)	(Lanoie & Tavenas, 1992)	(Davies & Jones, 2009)
Producto interior bruto	+			+
% trabajadores noveles		+		+
% trabajadores manuales				+
% trabajadores en pymes			+	- <sup>1</sup>
Índice de desempleo	+			-
% trabajadores temporales				-
% horas extras	+	+		-
% trabajadores jóvenes			- <sup>1</sup>	
% trabajadores mayores			ns <sup>1</sup>	
% trabajadoras mujeres	-		ns <sup>1</sup>	
Horas semanales	-		ns	
€ equipamiento / trabajador				
% representación sindical				-

<sup>1</sup>La relación era significativa sólo para accidentes graves y mortales.

## 1.2 Metodología y datos

El panel de datos se configura con todos los datos disponibles para cada combinación de actividad económica de la que se dispone de información completa de las variables explicativas a nivel de CNAE a dos dígitos (Agroalimentario, Textil, Cuero y Calzado, Papel, Artes Gráficas, Industria Química, Caucho y Plásticos, Productos de Construcción, Metalurgia, Metal-mecánica, Maquinaria, Vehículos y

remolques, Otro material de transporte y Resto de Manufacturas) y año (2006, 2007 y 2008). En total se incorporan 45 registros, 3 por cada actividad.

Los datos de afiliación se han obtenido de la Tesorería General de la Seguridad Social y los datos incluidos de accidentes de los partes de baja comunicados no “in itinere” de trabajadores por cuenta ajena.

**Tabla 2.** Evolución de las variables en el período.

Variable	AÑO 2006	AÑO 2007	AÑO 2008
InRe Índice Incidencia Total	-,0210	,0081	-,0424
InRe Índice Incidencia Traumáticos	-,0210	,0081	-,0424
InRe Índice Inc. Músculo-Esqueléticos	-,0707	,0888	-,0527
InRe Índice Frecuencia	-0,004	0,022	-0,046
InRe Índice Gravedad	-2,831	1,381	-2,114
InRe Afiliados	,0308	-,0004	-,1101
InRe Parados	,0820	-,0107	,1707
InRe Horas Semanales	,0028	-,0026	-,0012
InRe Horas Trabajadas	,0056	-,0218	-,0989
InRe Índice de Producción Industrial	-0,04	-0,03	-0,18
InRe Valor Añadido Bruto	,0381	,0741	-,0811
InRe Cifra de Negocio	,1154	,0777	-,0564
InRe Beneficio	-,0073	-,0841	,0863
InRe Producto Interior Bruto	,0702	,0421	,0372
InRe Trab. Alta Cualificación No Manual	-,0208	,0022	,0065
InRe Trab. Baja Cualificación No Manual	-,0080	,0049	,0052
InRe Trab. Alta Cualificación Manual	,0429	-,0125	-,0099
InRe Trab. Baja Cualificación Manual	-,0161	,0047	-,0006
InRe Trab. Indefinidos	-,0096	,0115	,0193
InRe Trab. Microempresas	,0146	,0123	,0101
InRe Trab. Pequeñas Empresas	-,0092	,0107	-,0179
InRe Trab. Medianas Empresas	,0038	-,0032	-,0110
InRe Trab. Grandes Empresas	,0031	-,0068	-,0016
InRe Trab. Empresas Nuevas (<3 años)	,0121	-,0255	-,0504
InRe Trab. Empresas Jóvenes (3-10 años)	,0024	,0150	,0598
InRe Trab. Empresas Maduras (>10 años)	-,0145	,0105	-,0094
InRe Trab. Jóvenes (<30 años)	,0815	-,0151	-,0270
InRe Trab. Maduros (30-44 años)	-,0323	,0064	,0189
InRe Trab. Mayores (>44años)	-,0493	,0087	,0081
InRe Trab. Españoles	-,0287	-,0054	-,0002
InRe Trab. Hombres	-,0165	-,0066	,0010

<sup>1</sup>InRe: Incremento relativo del número o magnitud correspondiente.

La información de carácter económico procede en su mayor parte del Instituto de Estadística de Andalucía, tanto de producción como de la Encuesta de Empre-

sas Industriales<sup>4</sup>, incluyendo el producto interior bruto, el valor añadido, la cifra de negocio, el beneficio, las horas trabajadas y el índice de producción industrial. Así mismo se incorporan referencias globales de tasa de paro para el conjunto del sector.

La estructura de la población laboral se ha estimado mediante datos de la Muestra Continua de Vidas Laborales<sup>5</sup> –MCVL-, incluyendo los porcentajes anuales de grupos de cotización, tamaño y años del establecimiento, sexo, grupos de edad y nacionalidad.

La Muestra Continua de Vidas Laborales proporciona información de los trabajadores afiliados en el mismo período y de diferentes variables socio-económicas. Dicha muestra es un conjunto de microdatos individuales pero anónimos, extraídos de los registros de la Seguridad Social (Ministerio de Empleo y Seguridad Social). El muestreo es aleatorio simple, sin ningún tipo de estratificación. En el caso del sector industrial andaluz, el nivel de muestreo, cercano al 8%, proporciona estimaciones con errores inferiores al 3,75% en las proporciones de los trabajadores en las diferentes clasificaciones.

Dado que son muy diferentes desde el punto de vista de peligrosidad y de estructuras productivas, tecnológicas y laborales, el modelo se ha ajustado para la variable dependiente de incremento relativo del índice de incidencia y como variables independientes los incrementos relativos de cada una de las variables.

### **1.3 Factores explicativos.**

Se ha realizado un análisis previo para identificar las correlaciones significativas entre posibles variables dependientes (incremento relativo de los índices de incidencia total, de accidentes traumáticos –TRA- y de trastornos músculo-esqueléticos –TME- y del índice de severidad) y potenciales factores explicativos (ver Tabla 2).

Todas las variables son definidas como el incremento relativo en el año dado que lo que se pretende observar es como afectan los factores al cambio en la accidentabilidad. De este modo, las diferentes actividades, que tienen índices de referencia muy distintos, pueden incorporarse en el mismo modelo.

---

<sup>4</sup><http://www.iea.junta-andalucia.es/>  
Accessed 1 February 2012

<sup>5</sup>[http://www.seg-social.es/Internet\\_1/Estadistica/Est/Muestra\\_Continua\\_de\\_Vidas\\_Laborales/](http://www.seg-social.es/Internet_1/Estadistica/Est/Muestra_Continua_de_Vidas_Laborales/)  
Accessed 1 February 2012.

**Tabla 2.** Correlaciones parciales significativas bilaterales.

Variables	InRe Índice TOTAL <sup>1</sup>	InRe Índice TRA <sup>2</sup>	InRe Índice TME <sup>3</sup>	InRe Índice Gravedad <sup>4</sup>
InRe VAB	-0,56**	-	0,31*	0,32*
InRe Beneficio	-	-	-	-0,34*
InRe N° Afiliados	-	-0,56**	-0,43**	-
InRe Tr. Baja Cualif. Manual	-	-	0,36*	-
InRe Tr. Empresas Grandes	0,30*	0,30*	0,31*	-

<sup>1</sup>Incremento relativo del índice de incidencia del año i respecto al año i-1 del total de accidentes calculado como nº accidentes por 1.000 trabajadores:  $(II_i - II_{i-1})/II_{i-1}$

<sup>2</sup>Incremento relativo del índice de incidencia para accidentes traumáticos

<sup>3</sup>Incremento relativo del índice de incidencia para trastornos músculo-esqueléticos

<sup>4</sup>Incremento relativo del índice de severidad calculado como nº accidentes graves por 10.000 trabajadores más nº de accidentes mortales por millón de trabajadores

\*p<0,05 \*\* p<0,01

## 1.4 Cambio en los índices de incidencia.

Nuestro planteamiento es conocer qué variables son explicativas de los cambios observados en el índice de incidencia en cada actividad industrial. En otros estudios previos (Castejón, 2000) (Martin, 2006) el planteamiento consistía en ver que variables explican el índice de incidencia de cada actividad pero dado el carácter auto-correlacionado de las observaciones (Asfaw et al, 2011), hemos optado por analizar el cambio en los índices dado que nuestro interés es conocer los mecanismos que determinan el cambio de tendencia en los índices.

El análisis de regresión lineal se ha realizado mediante la opción de pasos sucesivos, controlando la co-linealidad y las correlaciones entre residuos, mediante introducción en tres bloques sucesivos. Los bloques se componen de las variables macroeconómicas disponibles, de las relativas al perfil empresarial como tamaño o antigüedad del centro de trabajo y de las relativas al perfil del trabajador como edad, sexo y tipo de contrato.

Los modelos de cambio relativo de índices de incidencia total y de accidentes traumáticos coinciden mientras que para músculo-esqueléticos es diferente y para el índice de gravedad son diferentes (ver Tabla 3 y 4).

**Tabla 3.** Modelo: Cambio relativo del índice de incidencia traumáticos y total.

Variable	Coefficiente	Significación	R <sup>2</sup>	Durbin-Watson
InRe Afiliados	-1,106	0,000		
InRe Índice de Producción Industrial	0,601	0,000		
InRe Trabajadores Parados	-0,664	0,007	0,692	1,978
InRe Horas Semanales	11,921	0,089		
% Trabajadores en empresas de 3 a 10 años	-0,411	0,047		

**Tabla 4.** Modelo: Cambio relativo del índice de incidencia músculo-esqueléticos.

Variable	Coefficiente	Significación	R <sup>2</sup>	Durbin-Watson
InRe Afiliados	-1,162	0,000		
InRe Índice de Producción Industrial	0,691	0,002	0,489	2,410
InRe Trabajadores Parados	-1,160	0,002		

## 1.5 Cambio del índice de frecuencia.

El índice de frecuencia mide el número de accidentes por hora trabajada. El análisis de regresión lineal para el cambio relativo en el índice relativo también se ha realizado mediante la opción de pasos sucesivos, con introducción de las variables por bloques sucesivos: variables macroeconómicas, variables empresariales y variables laborales (ver Tabla 5).

**Tabla 5.** Modelo de regresión lineal: Cambio en el índice de frecuencia.

Variable	Coefficiente	Significación	R <sup>2</sup>	Durbin-Watson
InRe Valor Añadido Bruto	8,244	0,005		
InRe. Beneficio	-1,004	0,000		
InRe Trabajadores más 44 años	72,839	0,000	0,676	2,088
InRe Trabajadores Alta Cualificación Manual	60,761	0,005		

## 1.6 Discusión.

El análisis de regresión lineal macroeconómico corrobora las evidencias del carácter anticíclico de la accidentabilidad. La recesión se asocia a un descenso de índices de incidencia en los estudios realizados.

El comienzo de la recesión en el sector industrial se caracteriza por aspectos macroeconómicos como la disminución relativa del producto interior bruto, de la producción y de la cifra de negocio. En principio, y de acuerdo a la literatura, esa recesión implica una mejora de los índices de incidencia.

El producto interior bruto es una variable que captura un conjunto de cambios socio-económicos que caracterizan al cambio de ciclo económico. No obstante, ante una reducción en la producción existen diferentes alternativas posibles. Precisamente lo que aporta este estudio es un mayor detalle sobre los mecanismos subyacentes. Se trata en definitiva de conocer que factores pueden favorecer una reducción de los índices, no solo en épocas de recesión.

Desde el punto de vista laboral, el ajuste en el período 2006-2008 se produce con una reducción de la afiliación y un incremento de parados en el sector, tal y

como podía esperarse. Así mismo se puede comprobar que el número de horas semanales y horas trabajadas disminuye al tiempo que el número de jornadas efectivas por cotizante se mantiene sensiblemente igual.

La mayor accidentabilidad en jornadas con más de 10 horas –horario extendido- y el ajuste por reducción de las horas por afiliado, explican que los índices de incidencia tiendan a disminuir dado que se calculan usando como denominador el número de afiliados y que existen evidencias de la mayor accidentabilidad en el tiempo de trabajo en horario extendido.

En cuanto a la estructura empresarial, se produce un aumento del porcentaje de trabajadores en microempresas, las cuales en el sector industrial andaluz muestran una siniestralidad menor a las pequeñas y medianas empresas aunque mayor severidad en los accidentes cuando se producen. Paralelamente se reduce el porcentaje de trabajadores en empresas nuevas (con menos de 3 años) frente a las empresas jóvenes (de 3 a 10 años). En principio una empresa con mayor antigüedad debe mejorar su gestión de la seguridad y salud además de la mayor experiencia que, en principio, adquiere la plantilla.

En España, y también en Andalucía, el porcentaje de trabajadores indefinidos aumenta lo que en principio se asocia a menor accidentabilidad. Además se observa una reducción de los trabajadores manuales frente a los no manuales, lo cual implica una menor exposición a riesgos mecánicos, los principales en este sector.

Por último, la composición de las plantillas se modifica reduciendo el porcentaje de trabajadores jóvenes, los cuales muestran mayores índices de incidencia. No obstante, la actuación de las empresas formando a los trabajadores incorporados puede matizar este efecto.

Globalmente, por tanto, los cambios observados en las diferentes variables laborales y empresariales inciden en la misma dirección principal de reducción esperada en los índices de incidencia.

Los modelos ajustados de regresión lineal para el panel de datos disponible, además de corroborar la importancia del decremento del índice de producción industrial en la reducción de los índices de incidencia, pone de manifiesto la importancia del número de horas semanales por afiliado a la hora de explicar dicha reducción.

Así mismo, y con mayor importancia para los trastornos músculo-esqueléticos que para los accidentes traumáticos, el aumento del número de parados se relaciona con el descenso. Esto puede ser explicado por la menor intensidad del trabajo y la reducción de la presión productiva. Sin embargo, no hay que descartar la importancia de la infradeclaración de los accidentes músculo-esqueléticos, por la tendencia del trabajador a tratar de evitar una baja no suficientemente justificada en un contexto de reducción de plantillas.

En cuanto a la significación del aumento de trabajadores en empresas de más de 3 años frente a las empresas de menos de 3 años, supone la constatación de que la mejora en la gestión preventiva, en principio atribuible a empresas con más antigüedad, contribuye a la mejora de los índices.

Finalmente, el análisis del modelo de regresión para el cambio en los índices de frecuencia, es decir de los accidentes por hora trabajada, incorporan factores diferentes a los expuestos anteriormente. En este caso lo que más influye es el aumento de trabajadores mayores y de trabajadores de alta cualificación en tareas manuales.

Este estudio incorpora por primera vez a los análisis econométricos una serie de variables obtenidas de la Muestra Continua de Vidas Laborales que permite conocer aspectos de la estructura empresarial y laboral de la industria en Andalucía. En un futuro, según estén disponibles más años, debe plantearse la aplicabilidad de modelos mixtos para analizar las tendencias a medio plazo (Davies & Jones, 2005).

Los resultados ponen de manifiesto que los cambios asociados a los ciclos económicos se traducen en cambios en las estructuras sectoriales. La existencia de grupos de riesgo, es decir, de trabajadores que tienen índices de incidencia mayores, debe alertar a los gestores de la necesidad de adoptar medidas específicas.

## 1.7 Referencias

- Anderson EE, Buchholz, RA (1988). Economic instability and occupational injuries: The impact of overtime hours and turnover rates. *Labor Stud J* 13(4):33-48.
- Asfaw A, Pana-Cryan R, Rosa R. (2011). The business cycle and the incidence of workplace injuries: evidence from the U.S.A. *J Safety Res* 42(1):1-8
- Castejón E (2000). Accidentalidad Laboral: Mejoramos aunque no lo parezca. *Prevención Trabajo y Salud* 5:5-9.
- Davies R, Jones P (2005). Trends and context to rates of workplace injury. HSE Research Report 338. <http://www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr386.pdf> accessed on 1 February 2012
- Davies R, Jones P, Nuñez I (2009). The impact of the business cycle on occupational injuries in the UK. *Soc Sci Med* 69(2):178-182.
- Kossoris MD (1938). Industrial injuries and the business cycle. *Mon Labor Rev* 46(3): 579-594
- Lanoie P, Tavenas S (1996). Costs and benefits of preventing workplace accidents: The case of participatory ergonomics. *Saf Sci* 24(3):181-196.
- Martín A (2006). Siniestralidad laboral y ciclo económico: ¿Una relación meramente estadística o un fenómeno real?. *Revista del Ministerio de Trabajo e Inmigración* 61:157-174
- Viscusi WK (1986). The impact of occupational safety and health regulation, 1973-1983. *Rand J Econ* 17(4):567-580.