

# ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE CAÍDAS EN EL TRABAJO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MODELOS GRÁFICOS

Taboada, J.<sup>1</sup>; Rivas, T.<sup>1</sup>; Ordóñez, C.<sup>1</sup>; Matías J.M.<sup>2</sup>; Martín, J.E.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Natural Resources and Environmental Engineering.

<sup>2</sup> Department of Statistic

University of Vigo. Lagoas Marcosende 36200, Vigo, SPAIN

<sup>3</sup> CIPP INTERNACIONAL, S.L. SPAIN



## INTRODUCCIÓN

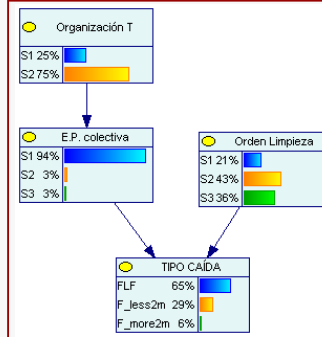
Los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales constituyen uno de los dramas más importantes de la industria moderna. Cada año mueren en la Unión Europea una media de 5.500 trabajadores en accidentes de trabajo. Se producen más de 4,5 millones de accidentes con resultado de baja laboral superior a tres días, lo que supone aproximadamente 146 millones de jornadas laborales perdidas. Este problema es particularmente alarmante en pequeñas y medianas empresas. Se trata de un fenómeno económico-social que, afortunadamente, es objeto de cada vez más numerosas investigaciones con enfoques científico [2 y 3].

En España las caídas a distinto nivel en el ámbito laboral suponen una de las primeras causas de mortalidad [5], sólo superadas por los atropellos o golpes por vehículos e infartos. En esta comunicación, se evalúan distintos escenarios que han derivado en accidentes, provocados por caídas, con secuelas de consideración para los trabajadores afectados, utilizando para ello una técnica estadística novedosa, las **redes bayesianas**.

## ANTECEDENTES y OBJETIVOS

- En los informes de siniestralidad, las herramientas tradicionalmente utilizadas para analizar las circunstancias de más de un siniestro son de tipo descriptivo, o se basan en técnicas estadísticas convencionales. Estas ofrecen información puntual sobre determinados hechos asociados a la casuística de los accidentes, pero no aportan más allá de un resumen histórico de las situaciones que dan lugar a estos accidentes.
- Los accidentes son producidos por más de una causa, por lo que es importante conocer la interrelación entre ellas y el peso de cada una en la tipología del accidente. Las herramientas convencionales no aportan ninguna información acerca de esta interrelación.

El objetivo de este trabajo es analizar las causas de los accidentes producidos por caídas a distinto nivel mediante **redes bayesianas**. Esta técnica estadística permite, de una manera gráfica, identificar (o fijar) interrelaciones entre variables y conocer en términos probabilísticos la influencia de cada una de ellas en una variable de predicción; por estas características, resulta interesante su aplicación en el campo de la investigación de las causas de los accidentes laborales.



## ¿Qué son las redes bayesianas?

Una red bayesiana representa una variable aleatoria m-dimensional  $X=(X_1, \dots, X_m)$  en la que se especifica una serie de relaciones entre sus componentes

Su estructura se define mediante un gráfico acíclico dirigido (DAG) en el que los nodos representan las variables  $X_i$  y las flechas las relaciones de asociación entre dichas variables.

Cada variable viene expresada por sus estados o valores posibles ( $S_1, S_2, \dots, S_n$ ) y por las probabilidades de cada uno.

Esta estructura se puede definir a priori, aplicando los criterios de un experto, o mediante una estimación a partir de los datos utilizando distintos algoritmos.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

176 partes de accidentes de trabajo [6] resultado de caídas ocurridos en 1500 PYME's (16.000 trabajadores aprox.) de los sectores de la industria, minería, construcción y servicios. De estos 176 partes:

- 115 son accidentes por caídas a nivel del suelo (CNS)
- 4 son accidentes por caídas desde escaleras portátiles (CEP)
- 47 son accidentes por caídas desde alturas inferiores de 2 m (CMENOS2M)
- 10 son accidentes por caídas desde alturas superiores a los 2 m (CMAS2M).

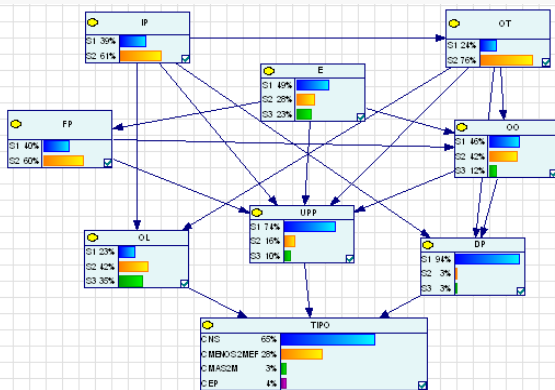
## DEFINICIÓN DE VARIABLES Y EXPRESIÓN DE LAS MISMAS

Se han seleccionado ocho variables que se han considerado básicas para el análisis de la causalidad de esta tipología de accidentes. Cada variable se expresa en dos o tres posibles estados (S)

<b>Identificación del riesgo (IP)</b> S1: No S2: SI	<b>Factores personales (FP)</b> S1: No S2: SI
<b>Organización del trabajo (OT)</b> S1: SI, en normas, su desarrollo y comunicación. S2: SI, pero falla desarrollo y comunicación. S3: No	<b>Experiencia (E)</b> S1: más de 1 año S2: 2 meses-1 año S3: menos de 2 meses
<b>Duración de los trabajos (OO)</b> S1: ocho horas S2: 2-8 horas S3: menos de 2 horas	<b>Existencia de dispositivos de protección colectiva (DP)</b> S1: Adecuados, en buen estado y cumpliendo normativa S2: Alguna características no adecuada. S3: No
<b>Orden y limpieza (OL)</b> S1: excelentes S2: aceptables S3: deficiente	<b>Uso de EPI (UPP)</b> S1: Adecuado y uso correcto S2: Inadecuado, deficiente o mal uso S3: No disponible
<b>VARIABLE DE PREDICCIÓN - TIPO DE CAÍDA</b>	
CNS: Caídas a nivel del suelo CEP: Caídas desde escaleras portátiles CMENOS2M: Caídas desde alturas inferiores a los 2 m. CMAS2M: Caídas desde alturas superiores a los 2 m.	

## RESULTADOS

### RED BAYESIANA PROPUESTA PARA TRABAJOS REALIZADOS DESDE DISTINTOS PLANOS DE TRABAJO



La red bayesiana se ha estructurado enteramente a priori, estableciendo relaciones entre variables siguiendo un modelo de causalidad de pérdidas [1].

La primera información que ofrece la red bayesiana es la distribución de frecuencias de la expresión de cada variable en la población de datos, lo que permite describir el escenario de los accidentes: Así, para el presente colectivo, el accidente más probable es el derivado de caídas a nivel del suelo [ $P(\text{CNS})=0.65$ ]. Igualmente se deduce, que la mayor parte de las empresas no han evaluado los riesgos que han originado los accidentes [ $P(S2 \text{ de } IP)=0.61$ ], existiendo una deficiente organización del trabajo [ $P(S2 \text{ de } OT)=0.76$ ].

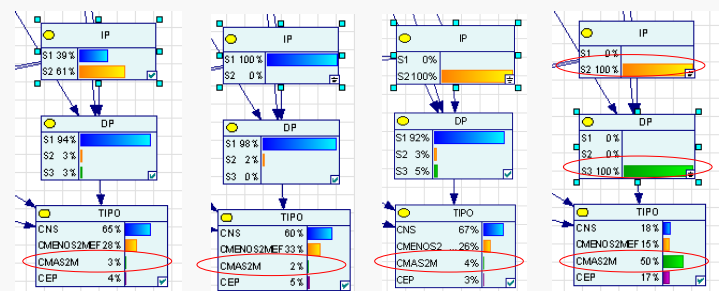
En cuanto al colectivo de trabajadores, la mayor parte lleva más de un año en la empresa [ $P(S1 \text{ de } E)=0.49$ ], efectúa trabajos de duración superior a una jornada de trabajo [ $P(S1 \text{ de } OO)=0.46$ ], incidiendo de alguna forma sus factores personales en los accidentes [ $P(S2 \text{ de } FP)=0.60$ ].

Los elementos auxiliares sobre los que trabajan están dotados de protección colectiva [ $P(S1 \text{ de } DP)=0.94$ ] en el caso de que su uso sea obligado, siendo habitual el uso de equipos de protección individual [ $P(S1 \text{ de } UPP)=0.74$ ]. Las condiciones de orden y limpieza en los lugares de trabajo donde han ocurrido los accidentes eran aceptables [ $P(S2 \text{ de } OL)=0.42$ ].

## CAPACIDAD DE INFERENCIA

La capacidad de realizar inferencia es una gran ventaja de esta herramienta estadística: las redes bayesianas son útiles en la estimación en términos probabilísticos de los cambios en una o más variables cuando se fijan situaciones hipotéticas en otras variables. Esta capacidad es de gran ayuda a la hora de interpretar las circunstancias que acompañan a la consecución de los trabajos realizados.

Por ejemplo: si se estudia la influencia conjunta de la variable identificación de peligros (IP) y la variable existencia de dispositivos de protección colectiva (DP), se observa que la probabilidad de ocurrencia de este tipo de siniestro es menor si se adoptan las acciones directas propuestas para evitarlo que evaluando únicamente el riesgo sin aplicar éstas.



## CONCLUSIONES

Las redes bayesianas se revelan como una herramienta de gran utilidad en el estudio de los accidentes laborales. En primer lugar, permiten identificar las circunstancias más comunes que se dan en los trabajadores y procesos de aquellas actividades que tienen un elevado riesgo de caídas a distinto nivel, y lo hacen de una manera gráfica altamente descriptiva.

En segundo lugar, su capacidad de inferencia permite probar distintos escenarios hipotéticos y deducir la influencia de cada variable en el fenómeno, así como descubrir interrelaciones entre las mismas. Los resultados obtenidos en este trabajo descubren la gran capacidad explicativa de las redes bayesianas del fenómeno de las causas de la accidentalidad por caídas en el trabajo, y reafirman, tal como se había constatado comparándolas con otros sistemas expertos [4], su valioso potencial como herramienta de predicción y análisis a partir de su capacidad de inferencia.

## REFERENCIAS

- [1] Bird, F.E.; Germain, G.L. (1990). Practical loss control leadership. International Loss Control Institute (Publ.) Revised Edition. 446 pp. [2] Janicak, C.A. Fall related deaths in the construction industry. Journal of Safety Research, 29 (1998) 35-42. [3] Kines P. Case studies of occupational falls from heights. Cognition and behaviour in context. Journal of Safety Research, 34 (2003) 263-271. [4] Matías, J.M.; Rivas, T.; Martín, J.E.; Taboada, J. Machine learning methodology for the analysis of workplace accidents. International Journal of Computer Mathematics (in press). [5] Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Boletín de estadísticas laborales, Boletín 11/2006. Accesible por Internet en <http://www.mtas.es/estadisticas>. [6] ORDEN TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico. BOE nº. 279 de 21 de noviembre.