

# Prevención de los accidentes de trabajo mortales basada en la evidencia: una aproximación sistemática

Vicent Villanueva<sup>a,b</sup>, Ana M. García<sup>c,d,e</sup>

Recibido: 19 de julio de 2011  
Aceptado: 13 de octubre de 2011

---

## RESUMEN

**Objetivos:** Elaborar una propuesta sistematizada de medidas preventivas dirigida a factores personales y laborales asociados a la ocurrencia de accidentes de trabajo mortales (ATM) de naturaleza traumática, y valorar la utilidad de dicho procedimiento.

**Métodos:** El proceso se basa en la adaptación de la matriz de Haddon (dimensiones temporal, nivel de acción y colectivos específicos), determinando sus componentes a partir de los resultados de una investigación etiológica previa sobre factores asociados a los ATM. Los contenidos de las celdas de la matriz se completan mediante la identificación de las correspondientes medidas preventivas en la literatura científica.

**Resultados:** La matriz consta de las filas pre-lesión, lesión y post-lesión (dimensión temporal); las columnas trabajador, agente, centro de trabajo y entorno social (nivel de acción); y los colectivos específicos, definidos por actividad económica, género, edad, temporalidad y trabajo o centro no habituales. Las medidas propuestas incluyen la formación y el diseño de procedimientos seguros de trabajo en el nivel del trabajador, los elementos de protección pasiva en el nivel del agente productor de la lesión, la organización del espacio y las condiciones ambientales en el centro de trabajo, y la efectividad de los sistemas de prevención y atención de urgencia en el entorno social.

**Conclusiones:** La utilización y adaptación de la matriz de Haddon, a partir de resultados previos en la investigación etiológica de los ATM permite identificar de manera sistemática medidas preventivas dirigidas a los correspondientes factores de riesgo identificados, lo que puede ayudar a priorizar y seleccionar las acciones preventivas más adecuadas.

**PALABRAS CLAVE:** accidentes de trabajo mortales, prevención de accidentes, prevención basada en la evidencia.

---

## EVIDENCE-BASED PREVENTION OF WORK-RELATED FATALITIES: A SYSTEMATIC APPROACH

### ABSTRACT

**Objectives:** To produce a systematic proposal of preventive measures directed at individual and occupational risk factors for work-related traumatic fatalities, and to assess the usefulness of such a process.

**Methods:** The process is based on the adaptation of the Haddon matrix (dimensions of time, action level and specific groups of workers), establishing their components from the results of a previous etiological investigation on factors related to fatal occupational injuries. The content of each cell of the matrix is completed by the identification of specific preventive measures through a review of the scientific literature.

---

a Direcció General d'Investigació i Salut Pública, Conselleria de Sanitat, Generalitat Valenciana, Valencia, España.

b Centro Superior de Investigación en Salud Pública, Conselleria de Sanitat, Generalitat Valenciana, Valencia, España.

c Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad de Valencia, Valencia, España.

d Centro de Investigación en Salud Laboral (CiSAL).

e CIBER de Epidemiología y Salud Pública (CIBERESP), España.

### Correspondencia:

Vicent Villanueva Ballester  
Direcció General d'Investigació i Salut Pública  
Servicio de Planes, Programas y Estrategias de Salud  
Avda. Catalunya 21  
Valencia 46020

**Results:** The matrix is formed by the rows pre-injury, injury and post-injury (time dimension); columns are worker, agent, workplace and social environment (action level); and specific groups of workers, defined by economic activity, gender, age, type of employment contract, and non-routine tasks or workplaces. Measures proposed include training and design of safe working procedures at a worker's action level, passive protective elements at the injurious agent level, organisation and environmental conditions at the workplace level and effectiveness of prevention and emergency care systems at the social environment level.

**Conclusions:** Use and adaptation of Haddon matrix based on prior results derived from etiologic investigations of fatal occupational injuries, helps to systematically identify preventive measures aimed at hazard identification. This approach can help prioritise and select the most appropriate preventive actions.

**KEYWORDS:** occupational accident, fatal outcome, accident prevention, evidence-based practice.

## INTRODUCCIÓN

La etiología de las lesiones por accidente de trabajo es multifactorial, involucrando factores relacionados con el agente, el trabajador afectado, el ambiente de trabajo y el entorno social, económico y político, siendo estas lesiones ampliamente prevenibles<sup>1</sup>. Las estrategias de carácter general para la prevención de las muertes por accidente de trabajo pueden partir de la aplicación del modelo de salud pública basado en la identificación, cuantificación y priorización de los problemas de salud, la identificación de las estrategias preventivas y su implementación, y la evaluación de los resultados de la intervención; y requieren además la colaboración de los agentes sociales y la cooperación entre los investigadores<sup>2-4</sup>. En relación con su historia natural, las estrategias preventivas de las lesiones por accidente de trabajo se pueden situar en tres niveles<sup>5</sup>: la prevención primaria, dirigida a evitar el suceso inicial que provoca la lesión; la prevención secundaria, basada frecuentemente en medidas de seguridad pasiva, que busca minimizar el daño en caso de accidente; y la prevención terciaria, que sitúa la prevención en el campo de la rehabilitación e incluye medidas que reducen o eliminan las incapacidades de larga duración y las invalideces, minimiza el sufrimiento y promueve la adaptación a situaciones sin remedio.

El diseño de propuestas preventivas se basa idealmente en la implementación de medidas que hayan demostrado su efectividad a partir de la evidencia científica<sup>2</sup>, actuando sobre factores que se hayan demostrado asociados causalmente a los accidentes a través de la investigación etiológica<sup>6</sup>. La matriz de Haddon<sup>7-10</sup> es un instrumento para la ordenación de medidas preventivas, asignación de recursos y planificación. La matriz proporciona un soporte que permite presentar y valorar de forma sistemática las posibles acciones disponibles, a qué nivel se dirigen y su efectividad potencial, así como el nivel de conocimiento y las necesidades de investigación acerca del problema analizado. Este instrumento, siguiendo principios procedentes del ámbito

de la Salud Pública, integra los conceptos sobre el sistema huésped-agente-ambiente y los conceptos de prevención primaria, secundaria y terciaria. En algunas aplicaciones de la matriz de Haddon, se ha incorporado una tercera dimensión con componentes como género o edad<sup>9,11</sup>, que permiten identificar colectivos con características diferenciales frente al problema de salud analizado y sobre los que se pueden aplicar medidas preventivas específicas.

Aunque hay algunas propuestas sistematizadas de medidas preventivas en otros campos de la Salud Pública, como los accidentes de tráfico, el envejecimiento, la infección por VIH o las emergencias<sup>12-14</sup>, la literatura científica ha abordado escasamente la sistematización de las opciones preventivas en relación con los accidentes de trabajo mortales<sup>9</sup>, probablemente debido al hecho de que la investigación en este campo es relativamente poco extensa, tanto desde la perspectiva etiológica<sup>16</sup> como evaluativa<sup>2,17</sup>.

En los últimos años, y después de un período de ralentización relacionado entre otros factores con las reformas legales de las condiciones de empleo, se ha producido en España un descenso de la incidencia de lesiones por accidente de trabajo y una disminución de las diferencias en la incidencia por sectores económicos o clase social, en la que parece haber tenido un papel significativo la generalización de políticas de vigilancia y control de las empresas con una elevada incidencia de lesiones con baja<sup>18</sup>. Según se ha señalado<sup>4</sup>, el progreso en la prevención de las lesiones por accidente de trabajo requiere una adecuada evaluación de la efectividad de estrategias y tecnologías, incluyendo su coste-efectividad; la implementación de medidas de efectividad comprobada; y la transferencia e implementación del conocimiento preventivo en el lugar de trabajo.

En este contexto, este trabajo tiene por objeto elaborar una propuesta sistematizada de medidas preventivas a partir de la aplicación de una matriz de Haddon tridimensional (dimensiones temporal, nivel de acción y colectivos específicos) dirigida a factores personales y laborales asociados a la ocurrencia de accidentes de trabajo mortales (ATM) de

naturaleza traumática, identificados a partir de una investigación etiológica previa<sup>19</sup>, y valorar la utilidad de dicho procedimiento.

## MÉTODOS

La estructura básica de la matriz de Haddon<sup>10</sup> es bidimensional, y consiste en una tabla de tres filas: pre-evento, evento y post-evento, y cuatro columnas: huésped, agente, ambiente próximo y ambiente social. La intersección de estos elementos genera un conjunto de celdas definidas temporalmente y según su nivel de acción. A partir de este esquema, se organizan las diferentes actuaciones preventivas en cada uno de los niveles definidos por las filas (dimensión temporal: acciones precoces o tardías) y las columnas (nivel de acción: acciones individuales y colectivas).

Las columnas de la matriz de Haddon (nivel de acción) se pueden traducir en los siguientes términos si aplicamos la matriz a las lesiones por accidente de trabajo: i) el huésped, que es el trabajador o trabajadora que sufre el accidente; ii) el agente, o vector animado o inanimado que transfiere la energía a los tejidos y produce la lesión; iii) el entorno próximo, es decir, el centro de trabajo y las condiciones proximales de trabajo, que se refiere a los elementos físicos, estructurales, mecánicos u organizativos del entorno inmediato del puesto de trabajo –incluyendo la organización preventiva de la empresa– que influyen en la producción del accidente; y iv) el entorno social, es decir, el medio sociopolítico –que incluye las normas culturales y sociales, el entorno político y económico y el ordenamiento jurídico–, que orienta el sistema de prevención, el mercado laboral, la participación de los agentes sociales, etc. y afecta al proceso que da lugar al accidente de trabajo.

A partir de la estructura bidimensional de la matriz se incluye una tercera dimensión referida a los colectivos específicos a priorizar en la implantación de las medidas preventivas propuestas, definidos en nuestro caso por las características personales y laborales asociadas al riesgo de accidente de trabajo mortal (ATM) según se identificaron en una investigación epidemiológica previa<sup>19</sup>.

De esta manera, en la matriz de Haddon adaptada para la prevención de ATM se configuran una serie de celdas a partir del cruce de las tres dimensiones descritas previamente. En las celdas se incluye información sobre las acciones y estrategias preventivas más adecuadas para cada situación definida por la confluencia entre estas tres dimensiones.

Las posibles intervenciones preventivas se han identificado a través de una búsqueda bibliográfica sobre medidas de prevención aplicables a cada una de las circunstancias definidas en la matriz. Se revisó la literatura científica consul-

tando la base de datos bibliográfica PubMed, utilizando como términos MeSH “*Accidents, Occupational/prevention and control*” [Mesh]. Se revisó Science Direct con la estrategia de búsqueda “*occupational injury, occupational accident, occupational safety, safety management, construction industry, injury, injury prevention, accident, occupational health, public health y risk management*”, limitando la búsqueda a artículos publicados desde el año 1995. También se llevó a cabo una búsqueda en páginas web de organismos de referencia que ofrecen recursos sobre salud laboral, como la Organización Internacional de Trabajo, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, el *National Institute of Occupational Safety and Health* –incluyendo el programa *Fatality Assessment and Control Evaluation FACE*<sup>1-</sup>, la *European Agency for Safety and Health at Work*, el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud y la *Colaboración Cochrane*, y a través de buscadores generales de Internet. Se revisó manualmente la bibliografía citada en los documentos relevantes recuperados. Se incorporaron a la matriz todas las medidas preventivas posibles propuestas en los estudios y documentos relevantes identificados.

## RESULTADOS

Los factores asociados a un aumento estadísticamente significativo del riesgo de ATM de naturaleza traumática, identificados en el estudio previo<sup>19</sup> y utilizados en el presente ejercicio como base para la organización de la información en las columnas y filas de la matriz de Haddon, fueron los siguientes: atrapamientos como mecanismo generador de la lesión; aparatos de elevación y transporte y los generadores como agentes productores; lesiones múltiples, en órganos internos o en la cabeza como resultado del traumatismo; factores personales como el sexo masculino y la edad avanzada; condiciones de trabajo como el trabajo en un centro de trabajo no habitual o desarrollando tareas no habituales; y otros factores como el trabajo con contratos temporales, el avance de la jornada laboral y el trabajo en los sectores económicos de la agricultura y la construcción. La adaptación de la matriz de Haddon para la prevención de ATM a partir de estos factores se muestra en las Tablas 1 y 2.

Las filas de la Tabla 1 (dimensión temporal) organizan las intervenciones preventivas según tengan aplicación antes del accidente de trabajo (pre-lesión), durante el accidente (lesión) o después del accidente, cuando ya se ha producido la lesión (post-lesión). A su vez, las columnas de la Tabla 1, organizan las medidas según su nivel de acción, incluyendo: i) el ámbito individual; es decir, el trabajador o trabajadora que sufre el accidente, teniendo en cuenta el tipo de lesiones asociadas a los ATM; ii) los agentes o factores presentes en el entorno inmediato del puesto de trabajo

asociados a la producción de ATM, entre los que se encuentran los aparatos de elevación y transporte o generadores de energía como agente productor, y el atrapamiento como mecanismo productor de la lesión; iii) el entorno próximo, que incluye características del centro las condiciones de trabajo como la duración del turno de trabajo y el trabajo en entornos o tareas no habituales; y iv) el entorno social, que incluye, entre otras, las políticas económica, de empleo y de prevención de riesgos laborales.

Los colectivos específicos considerados en la tercera dimensión de la matriz, recogidos en las columnas de la Tabla 2, son los trabajadores hombres, los trabajadores de 45 años o más, los trabajadores en sectores económicos de la agricultura o construcción, los trabajadores con contratos temporales y los trabajadores que realizan tareas no habituales o en centros de trabajo no habituales.

Sobre esta estructura de filas y columnas, en las celdas de las Tablas 1 y 2 se incluyen las posibles medidas preventivas identificadas en la literatura seleccionada (ver Anexo) aplicables en cada una de las situaciones definidas por los cruces entre dimensiones y factores considerados en la matriz. Las medidas propuestas incluyen, entre otras, la formación y el diseño de procedimientos seguros de trabajo en el nivel del trabajador, los elementos de protección pasiva (como equipos de protección individual o balizas) en el entorno próximo, la organización del espacio y las condiciones ambientales en el centro de trabajo y la efectividad de los sistemas de prevención y atención de urgencia en el entorno social. Se incluyen además medidas para colectivos específicos, por ejemplo la adaptación de tareas, horarios y funciones del puesto de trabajo, y la planificación de la jubilación, para mayores de 45 años, o la asignación de tareas según características personales para trabajadores temporales o en centros de trabajo o tareas no habituales.

## DISCUSIÓN

La adaptación de la matriz de Haddon propuesta en este estudio nos ha permitido organizar en tres dimensiones (secuencia temporal, nivel de acción y colectivos de riesgo) los factores etiológicos de accidentes de trabajo mortales identificados en una investigación previa<sup>19</sup> así como localizar y organizar las medidas preventivas descritas en la literatura relacionadas con cada celda de la matriz. Este procedimiento no genera nueva evidencia sobre la eficacia de las medidas preventivas, pero ordena de forma sistemática la información disponible, permite visualizar nuevas oportunidades para la acción preventiva y puede sugerir también lagunas y necesidades en la investigación etiológica del problema<sup>9,12</sup>.

Como se ha mostrado, la matriz de Haddon divide un problema complejo en componentes más pequeños y mane-

jables, siendo una herramienta útil para la planificación, la toma de decisiones y la evaluación<sup>12</sup>. El uso de la matriz basada en los resultados de la investigación etiológica es la base para aplicar los recursos a los factores para los que existe suficiente evidencia de su asociación a la producción del fenómeno adverso, en este caso los accidentes de trabajo mortales, y seleccionar las intervenciones preventivas en función del grado de conocimiento en relación con su eficacia, además de cubrir de manera sistemática el conjunto de niveles, factores y ámbitos de actuación preventiva. En definitiva, este método permite analizar de manera metódica un problema y estructurar las soluciones, visualizar las medidas preventivas junto con los factores de riesgo identificados, organizarlas y estimular la reflexión acerca de los diferentes niveles de acción posible y de las múltiples oportunidades para la prevención.

La adaptación de la matriz de Haddon para los objetivos del presente trabajo se ha basado en un estudio empírico anterior en el que se examinaban los factores personales y laborales asociados a los ATM, basado en el análisis de los AT de causa traumática notificados el año 2001 en España<sup>19</sup>. Dado que los datos proceden del parte oficial de accidente de trabajo vigente en aquel año, no contienen datos relativos a ciertos factores relevantes en la etiología de los accidentes, como variables preventivas y sociales, condiciones concretas de trabajo tales como exposición a factores de riesgo químico, físico, biológico, mecánico, psicológico u organizacional, u otros de carácter individual con influencia en el riesgo de lesión por accidente de trabajo<sup>20-24</sup> y en consecuencia no se han podido considerar en el presente trabajo para adaptar y completar ejes y celdas de la matriz. Sin embargo, la matriz es una herramienta flexible, y la propuesta elaborada en este trabajo puede modificarse y ampliarse a partir de la consideración de otros estudios sobre el papel causal de los factores asociados a los ATM.

Por otro lado, como ya hemos señalado previamente, para la acción preventiva deberían aplicarse idealmente medidas que hubieran demostrado su efectividad a partir de la evidencia científica<sup>6</sup>, preferentemente a través de estudios de evaluación con diseño experimental, y éstos son escasos por razones de factibilidad, derivada entre otros aspectos de la necesidad de un seguimiento temporal suficiente y del hecho de que frecuentemente se desarrollan en entornos cambiantes no solo desde el punto de vista estrictamente laboral<sup>25</sup>, sino también político y legislativo<sup>26,27</sup>. En este sentido, las revisiones sobre la efectividad de las intervenciones preventivas en el medio laboral son escasas<sup>17</sup> y señalan frecuentemente la necesidad de más estudios con metodologías más rigurosas<sup>27-30</sup>. Adicionalmente, la transferencia de la evidencia científica al campo de la prevención es difícil, debido, entre otros factores, a la influencia de intereses secto-

riales y consideraciones en relación con la factibilidad y la incertidumbre que acompaña algunos hallazgos de la investigación<sup>31</sup>.

De hecho, algunos de los estudios de evaluación de medidas preventivas recuperados para este trabajo mostraban resultados contradictorios, por ejemplo en relación con el efecto de las medidas legislativas<sup>32,33</sup> o de la formación para la reducción de accidentes mortales en la agricultura<sup>34</sup>, por lo que es necesario también decidir y explicitar los criterios para incluir o no esta información en la matriz.

Hay que señalar además que la revisión de la literatura realizada en este trabajo, aunque amplia, no se puede considerar una revisión sistemática, y tampoco se ha evaluado la calidad de los estudios identificados, lo que hubiera permitido una identificación y selección más rigurosa de las posibles acciones preventivas.

Por otra parte, en la matriz se genera una amplia variedad de posibles acciones para el control de los diversos factores recogidos en la matriz, cuya puesta en práctica puede requerir previamente el uso de técnicas de priorización y programación<sup>35</sup>.

A pesar de las limitaciones en la exhaustividad y validez de algunos de los datos y evidencias utilizados en el presente estudio, la estrategia seguida nos ha permitido desarrollar un procedimiento sistemático, basado en la evidencia disponible, para identificar y organizar factores de riesgo y medidas preventivas para los accidentes de trabajo mortales. Pensamos que este procedimiento es útil para mejorar la visibilidad sobre determinantes y oportunidades para la prevención en relación con los distintos problemas de salud y seguridad en el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Higgins DN, Casini VJ, Bost P, Johnson W, Rautiainen R. The fatality assessment and control evaluation program's role in the prevention of occupational fatalities. *Inj Prev* 2001; 7 (Suppl I): i27-i33.
- Lipscomb HJ. The importance of observational methods for evaluation of interventions to prevent occupational injuries. *Occup Environ Med*. 2005; 62: 819-20.
- Stout NA. The public health approach to occupational injury research: From surveillance to prevention. *Safety Sci*. 2008; 46: 230-3.
- Stout NA, Linn HI. Occupational injury prevention research: progress and priorities. *Inj Prev*. 2002; 8(Suppl IV): iv9-iv14.
- Pless IB, Hagel BE. Injury prevention: a glossary of terms. *J Epidemiol Community Health*. 2005; 59: 182-5.
- Rivara FP. The scientific basis for injury control. *Epidemiol Rev*. 2003; 25: 20-3.
- Haddon W. Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Rep*. 1980; 95: 411-21.
- Haddon W. The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *Inj Prev*. 1999; 5: 231-6.
- Runyan CW. Using the Haddon matrix: introducing the third dimension. *Inj Prev*. 1998; 4: 302-7.
- Runyan CW. Back to the future –Revisiting Haddon's conceptualization of injury epidemiology and prevention. *Epidemiol Rev*. 2003; 25: 60-4.
- Peiró R, Álvarez-Dardet C, Plasencia A, Borrell C, Colomer C, Moya C, et al. Rapid appraisal methodology for "health for all" policy formulation analysis. *Health Policy*. 2002; 62: 309-28.
- Barnett DJ, Balicer RD, Blodgett D, Fewes AL, Parker CL, Links JM. The application of the Haddon matrix to public health readiness and response planning. *Environ Health Perspect*. 2005; 113: 561-6.
- Peiró-Pérez R, Seguí-Gómez M, Pérez-González C, Miralles-Espí M, López-Maside A, Benavides FG. Lesiones por tráfico, de ocio y domésticas y laborales. Descripción de la situación en España. *Gac Sanit*. 2006; 20 (Supl 1): 32-40.
- Villalbí JR, Pérez C. Evaluación de políticas regulatorias: prevención de las lesiones por accidentes de tráfico. *Gac Sanit*. 2006; 20 (Supl 1): 79-87.
- Conway GA, Lincoln JM, Hudson DS, Bensyl DM, Husberg BJ, Manwaring JC. Surveillance and Prevention of Occupational Injuries in Alaska. A Decade of Progress, 1990-1999. Cincinnati: NIOSH; 2002.
- Benavides FG, Castejón J, Company A, Fábrega O, Mira M, Serra C. Aplicación de los estudios de casos y controles en la investigación de los accidentes de trabajo. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2001; 4: 112-8.
- Verbeek J. Occupational injuries. *Inj Prev*. 2007; 13: 13-4.
- Benavides FG, Velarde JM, López-Ruiz M, Rodrigo F. Una década de éxito en la prevención de las lesiones por accidentes de trabajo en España. *Seguridad y Salud en el Trabajo*. 2011; 62: 22-7.
- Villanueva V, García AM. Individual and occupational factors related to fatal occupational injuries: a case-control study. *Accid Anal Prev*. 2011; 43: 123-7.
- Bhattacharjee A, Chau N, Otero C, Legras B, Benamghar L, Michaely JP, et al. Relationships of job and some individual characteristics to occupational injuries in employed people: a community-based study. *J Occup Health*. 2003; 45: 382-91.
- Chau N, Bhattacharjee A, Kunar BM; Lorhandicap Group. Relationship between job, lifestyle, age and occupational injuries. *Occup Med (Lond)*. 2009; 59: 114-9.
- Cordeiro R, Dias A. Stressful life events and occupational accidents. *Scan J Work Environ Health*. 2005; 31: 336-42.
- Hollo CD, Leigh J, Nurminen M. The role of alcohol in work-related fatal accidents in Australia 1982-1984. *Occup Med*. 1993; 43: 13-7.
- Wohl AR, Morgenstern H, Kraus JF. Occupational injury in female aerospace workers. *Epidemiology*. 1995; 6: 110-4.
- Papadopoulos G, Georgiadou P, Papazoglou C, Michaliou K. Occupational and public health and safety in a changing work environment: an integrated approach for risk assessment and prevention. *Safety Sci*. 2010; 48: 943-49.
- Lipscom HJ, Pompeii LA, Myers DJ, Schoenfisch AL, Dement JM. Systematic reviews of workplace injury interventions: What are we missing? *Med Lav*. 2009; 4: 247-57.
- Rivara FP, Thompson DC. Prevention of falls in the construction industry: evidence for program effectiveness. *Am J Prev Med*. 2000; 18(4 Suppl): 23-6.

28. DeRoo LA, Rautiainen RH. A systematic review of farm safety interventions. *Am J Prev Med.* 2000; 18 (4 Suppl): 51-62.
29. Van der Molen H, Lehtola MM, Lappalainen J, Hoonakker PLT, Hsiao H, Haslam RA, et al. Interventions for preventing injuries in the construction industry. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; 4: CD006251.
30. Lehtola M, van der Molen HF, Lappalainen J, Hoonakker PLT, Hsiao H, Haslam RA, et al. The Effectiveness of Interventions for Preventing Injuries in the Construction Industry A Systematic Review. *Am J Prev Med.* 2008; 35: 77-85.
31. Verma DK, Purdham JT, Roels HA. Translating evidence about occupational conditions into strategies for prevention. *Occup Environ Med.* 2002; 59: 205-14.
32. Rautiainen R, Lehtola MM, Day LM, Schonstein E, Suutarinen J, Salminen S, Verbeek JH. Interventions for preventing injuries in the agricultural industry. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 1: CD006398.
33. Marlenga B, Doty BC, Berg RL, Linneman JG. Evaluation of a policy to reduce youth tractor crashes on public roads. *Inj Prev.* 2006; 12: 46-51.
34. Solomon C. Accidental injuries in agriculture in UK. *Occup Med.* 2002; 52: 481-6.
35. Pineault R, Daveluy C. La planificación sanitaria: conceptos, métodos, estrategias. Barcelona: Masson SA - Salud y Gestión; 1987.

**Tabla 1.** Matriz de Haddon adaptada para la organización de las medidas preventivas de accidentes de trabajo mortales según nivel de acción y dimensión temporal.

Dimensión temporal	Nivel de acción			
	Trabajador	Agente	Centro de trabajo	Entorno social
<b>Pre-evento</b>	<b>Atrapamientos</b> Formación de los operarios. Manual de operaciones. <b>Transporte y elevación</b> Aptitud psicofísica de los operarios. Formación de los operarios. Manual de operaciones. <b>Generadores</b> Formación de los operarios. Uso por personal cualificado. <b>Jornada laboral</b> Formación y EpS.	<b>Atrapamientos</b> Protecciones en máquinas. Señalización de seguridad. Mantenimiento e inspección regular de las máquinas y equipos. Protección de elementos móviles. <b>Transporte y elevación</b> Elementos de seguridad en funcionamiento. Instalación y desmontaje correctos y bajo supervisión técnica competente. Barreras de protección. Protección antivuelco. <b>Generadores</b> Protecciones. Mantenimiento adecuado.	<b>Atrapamientos</b> Condiciones ambientales adecuadas. Ordenación del espacio de trabajo. <b>Transporte y elevación</b> Responsable técnico competente de instalación y funcionamiento. Iluminación. Mantenimiento e inspección regular. Ordenación del tráfico interno. <b>Jornada laboral</b> Régimen de pausas.	Mejora de la efectividad de los SP. Inspección de los centros y puestos de trabajo. Sensibilización. Incentivos económicos / penalizaciones. Información. Investigación. Diseño adecuado de equipos.
<b>Evento</b>	<b>Transporte y elevación</b> Cinturones de seguridad. <b>Lesiones</b> EPI.	<b>Atrapamientos</b> Parada de seguridad. <b>Generadores</b> Parada de seguridad. <b>Lesiones</b> Redes, barreras.	<b>Atrapamientos</b> Protocolo de primeros auxilios.	
<b>Post-evento</b>			Atención de urgencia.	Sistema de atención de urgencia, curativo y rehabilitador. Transporte sanitario.

EPI: Equipos de Protección Individual.

EpS: Educación para la Salud.

SP: Sistema de prevención de las empresas.

**Tabla 2.** Matriz de Haddon adaptada para la organización de las medidas preventivas de accidentes de trabajo mortales según nivel de acción y colectivos específicos.

Colectivos específicos	Nivel de acción			
	Trabajador	Agente	Centro de trabajo	Entorno social
<b>Agricultura</b>	Formación e información de los trabajadores. Manual de operaciones. Sistemas y procedimientos de trabajo seguros. EPI.	Mejora y mantenimiento adecuado de equipos. Elementos de seguridad en los equipos.	Protocolos de mantenimiento y funcionamiento de equipos.	Mejoras en el diseño de los vehículos y medios de transporte. Planes sectoriales de prevención. Mejora de la efectividad de los SP. Inspección de los lugares de trabajo. Sensibilización de los agentes sociales. Incentivos económicos / penalizaciones. Legislación específica sobre seguridad en agricultura.
<b>Construcción</b>	Formación e información de los trabajadores. Manual de operaciones. Anclajes para arneses de seguridad. EPI. Vigilancia de la salud.	Mejora y mantenimiento adecuado de los equipos. Elementos de seguridad en los equipos.	Instauración de un sistema de gestión y control de accidentes e incidentes. Formación de supervisores. Protocolos de mantenimiento y funcionamiento de los equipos. Inspecciones internas de las obras. Protección de instalaciones eléctricas. Ordenación del espacio de trabajo. Accesos seguros. Redes de seguridad. Protecciones en zanjas, excavaciones y estructuras constructivas. Uso de maquinaria y equipos con marcado CE adecuadamente instalados. Coordinación de actividades empresariales y trabajos en obra.	Planes sectoriales de prevención. Mejora de la efectividad de los SP. Inspección de las obras. Sensibilización de los agentes sociales. Incentivos económicos para la prevención. Sistema efectivo de asistencia sanitaria preventiva, curativa y rehabilitadora.
<b>Trabajadores de más de 45 años</b>	Formación. Vigilancia de la salud. Prevención de enfermedades crónicas, promoción de la salud y EpS.		Mantenimiento de las condiciones de seguridad. Reorganización de los puestos de trabajo. Adaptación del puesto de trabajo, tareas, horarios y funciones. Plan de carrera profesional.	Tiempos de trabajo adaptados a la persona. Planificación de la jubilación.
<b>Género</b>	Formación y EpS.		Asignación de puestos de trabajo según características personales. Adaptación de puestos de trabajo. Controles de las CT.	Políticas de equidad.
<b>Trabajo temporal / trabajo o centro no habitual</b>	Formación en prevención de riesgos laborales. Información sobre el puesto de trabajo. Vigilancia de la salud.		Condiciones ambientales del puesto de trabajo. Asignación de puestos de trabajo según características personales. Controles de las CT.	Inspección de CT y puestos de trabajo. Regulación de las condiciones de trabajo. Efectividad de los SP. Sensibilización a los agentes sociales. Incentivos económicos para la prevención.

EPI: Equipos de Protección Individual.  
 SP: Sistema de prevención de las empresas.  
 EpS: Educación para la Salud.  
 CT: Condiciones de trabajo.

## ANEXO. BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL SELECCIONADA PARA LA ELABORACIÓN DEL CONTENIDO DE LAS CELDAS DE LA MATRIZ DE HADDON

- Aizcorbe JM. Luces y sombras de la prevención en las obras de construcción. Pamplona: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2006. <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/5D1F8117-9DEF-42C8-8193-3B8120C9AA68/147029/AnalisisSectorConstruccion.pdf>. Accedido: 1 diciembre 2010.
- Becker P, Fullen M, Akladios M, Hobbs G. Prevention of construction falls by organizational intervention. *Inj Prev* 2001; 7(Suppl 1): i64-7.
- Cole HP, Donovan TA. Older farmers' prevalence, capital, health, age-related limitations, and adaptations. *J Agromedicine* 2008; 13: 81-94.
- Collins JW, Landen DD, Kisner SM, et al. Fatal occupational injuries associated with forklifts, United States, 1980-1994. *Am J Ind Med* 1999; 36: 504-12.
- DeRoo LA, Rautiainen RH. A systematic review of farm safety interventions. *Am J Prev Med* 2000;18 (4 Suppl): 51-62.
- Donoghue AM. A risk-based system to penalize and reward line management for occupational safety and health performance. *Occup Med* 2001; 51: 354-6.
- European Agency for Safety and Health at Work. Ageing workers. [http://osha.europa.eu/en/priority\\_groups/ageingworkers/index.html](http://osha.europa.eu/en/priority_groups/ageingworkers/index.html).
- Folkard S, Tucker P. Shift work, safety and productivity. *Occup Med* 2003; 53: 95-101.
- Gerberich SG, Robertson LS, Gibson RW, Renier C. An epidemiological study of roadway fatalities related to farm vehicles: United States, 1988 to 1993. *J Occup Environ Med* 1996; 38: 1135-40.
- Industrial Accident Prevention Association IAPA. Machine safety. 2008. <http://www.iapa.ca/pdf/machine.pdf>. Accedido 1/12/2010.
- Kerin A, Aguirre A. Improving health, safety and profits in extended hours operations (shiftworks). *Industrial Health* 2005; 45: 201-8.
- Kittelmann M, Tschöcke E, Schenk C, Pacaiová H, Bischoff HJ, Drodofsky S, et al. Guía para la valoración de riesgos en pequeñas y medianas empresas. 2 - Riesgos causados por máquinas y otros medios de trabajo. Detección y valoración de riesgos; determinación de medidas. Bochum: Asociación Internacional de la Seguridad Social, 2009.
- Layana E, Abascal E, Artieda L, et al. El análisis de la accidentalidad laboral en función de la hora de trabajo orienta la aplicación de medidas preventivas. *Arch Prev Riesgos Labor* 2003; 6: 174-7.
- McCann M. Deaths in construction related to personnel lifts, 1992-1999. *J Safety Res.* 2003; 34:507-14.
- Myers ML. Tractor risk abatement and control as a coherent strategy. *J Agric Saf Health* 2002; 8: 185-98.
- NIOSH Alert: Preventing Injuries and Deaths from Skid Steer Loaders. DHHS NIOSH Publication No. 98-117. <http://www.cdc.gov/niosh/skidalt.html>. Accedido 1 diciembre 2010.
- OIT. Proyecto de repertorio de recomendaciones prácticas sobre seguridad y salud en la agricultura. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 2010
- Peek-Asa C, Zwerling C. Role of environmental interventions in injury control and prevention. *Epidemiol Rev* 2003; 25: 77-89.
- Pérez de Larraya C. Guía para la adecuación y evaluación de riesgos en las explotaciones agropecuarias. Pamplona: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2000.
- Pérez J, Nogareda C. Envejecimiento y trabajo: la gestión de la edad. *Notas Técnicas de Prevención*, 367. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 1995.
- Peters KE, Gupta S, Stoller N, Mueller B. Implications of the aging process: opportunities for prevention in the farming community. *J Agromedicine* 2008; 13: 111-8.
- Piqué T. Cuestionario de chequeo para el control del riesgo de atrapamiento en máquinas. *Notas Técnicas de Prevención*, 325. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 1993.
- Rautiainen R, Lehtola MM, Day LM, Schonstein E, Suutarinen J, Salminen S, Verbeek JH. Interventions for preventing injuries in the agricultural industry. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 1: CD006398.
- Ringen K, Seegal J, Englund A. Safety and health in the construction industry. *Annu Rev Public Health* 1995; 16: 165-883
- Saha A, Kulkarni PK, Chudhuri R, Saiyed H. Occupational injuries: Is job a security factor? *Indian J Med Sci* 2005; 59: 375-81.
- Salinas AM, Villarreal E, Nuñez GM, Garza ME, Briones H, Navarro O. Health interventions for the metal working industry: which is the most cost-effective? A study from a developing country. *Occup Med* 2002; 52: 129-35.
- San Miguel J, Ojer J, Pintor J, Vitrián FJ. Guía para la adecuación y evaluación de riesgos en carretillas elevadoras. Pamplona: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2003.
- Schenker MB. Preventive medicine and health promotion are overdue in the agricultural workplace. *J Public Health Policy* 1996; 275-305.
- Solomon C. Accidental injuries in agriculture in UK. *Occup Med* 2002; 52: 481-6.
- Sorozábal JM, Parrilla J. Plataformas elevadoras sobre mástil. Pamplona: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2008.
- van der Molen H, Lehtola MM, Lappalainen J, Hoonakker PLT, Hsiao H, Haslam RA, Hale AR, Verbeek JH. Interventions for preventing injuries in the construction industry. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; 4: CD006251.
- Vitrián J, Jaén JM, Labiano JJ, Mina F, Mozaz A. Las máquinas peligrosas y sus riesgos más significativos. Pamplona: Instituto Navarro de Salud Laboral, 2002.