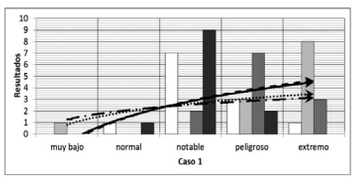
Idoneidad y discrepancia de métodos de evaluación de riesgos en seguridad y salud aplicados en obras de construcción



Suitability and discrepancy of health and safety risk assessment methods applied to construction works

Congreso Internacional de Innovación Tecnológica en Edificación - CITE2016

Antonio-José Carpio-de-los-Pinos[1], María-Nieves González-García[1], Covadonga Moreu-de-la-Vega[2], Kenzo Hosokawa-Menéndez[3]

[1] Universidad Politécnica de Madrid. ETSE. Avda. Juan de Herrera, 6 - 28040 Madrid.
[2] Brandon Ingenieros, S.L. Calle Juan Bravo, 51- 28006 Madrid.
[3] Eneres Tecnológica, S.L. Calle Apolonio Morales, 29 - 28036 Madrid.

DOI: http://dx.doi.org/10.6036/8201 | Recibido: 04/11/2016 • Evaluado: 07/11/2016 • Aceptado: 08/02/2017

ABSTRACT

• This paper discusses four methods of risk assessment. These methods have been selected based on the ability to better adapt to the characteristics of the construction sector: INSHT, ANACT, RNUR and FINE. They have been applied to three building constructions of different features. In each construction work, three high accident phases were analyzed: structure, façades and roofs. The research studies 10 working risks, classified according to the technique used against that particular risk, that is: safety at work (4), (2) industrial hygiene, ergonomics (2) and (2) applied psychology. Results show that there are very significant differences in terms of risk types and levels of risk that each method is capable of signaling, depending on the type of work analyzed.

• **Keywords:** Prevention; safety at work; methodology; risk assessment; construction.

RESUMEN

En este trabajo se analizan cuatro métodos de evaluación de riesgos, seleccionados con el criterio de mejor adaptación a las características propias del sector construcción: INSHT, ANACT, RNUR y FINE. Se han aplicado sobre tres obras de construcción de características distintas, analizándose en tres fases de alta siniestralidad laboral: estructuras, cerramientos y cubiertas. Se ha trabajado sobre 10 riesgos laborales, clasificados en función de la técnica de lucha contra el riesgo que los estudia: seguridad en el trabajo (4), higiene industrial (2), ergonomía (2) y psicología aplicada (2). Los resultados muestran que existen diferencias muy significativas en cuanto a los tipos de riesgo y los niveles de riesgo que cada método es capaz de detectar en función del tipo de obra analizado.

Palabras clave: prevención, seguridad en el trabajo, metodología, evaluación de riesgos, construcción.

1. INTRODUCCIÓN

Los accidentes laborales constituyen un gran problema económico y social, representando una pérdida económica permanente para empresas, administraciones, trabajadores y la sociedad en general. Entre los sectores profesionales, la industria de la construcción ha tenido siempre una alta tasa de accidentes de trabajo [1]. Aunque las estadísticas han mejorado gradualmente durante los últimos años [2], la industria de la construcción todavía tiene una tasa de incidencia decepcionante, con enormes costos directos e indirectos. En Europa, y en otras partes del mundo, la reducción de la siniestralidad laboral es una prioridad social inmediata, siendo la prevención de accidentes y la gestión del riesgo un tema crucial [3].

Esta alta siniestralidad se debe a una serie de circunstancias que no se dan en otros sectores: temporalidad, elevada subcontratación, bajo nivel educativo de los trabajadores, falta de formación profesional, falta de cultura preventiva, problemas de comunicación, la complejidad y continuos cambios naturales propios del ambiente de trabajo, que cada proyecto de construcción es único y, en múltiples ocasiones, el alto número de trabajadores inmigrantes que no están familiarizados con la construcción, materiales, métodos empleados, e incluso el idioma local. Estas circunstancias "especiales" requieren un análisis detallado de los diferentes riesgos a los que están expuestos los trabajadores de la construcción. Una técnica apropiada para este análisis es la evaluación de riesgos, proporcionando información útil para reducir los accidentes de trabajo.

La seguridad y salud en el trabajo es por tanto una preocupación importante para muchos países. Su mejora es a través de legislación, reglamentación, normas y pautas de seguridad, recopilación de mejores prácticas, estadísticas de accidentes, investigaciones e inspecciones, análisis de los sistemas de gestión de la seguridad y el comportamiento personal. Para luchar contra los accidentes laborales es preceptivo integrar la prevención de riesgos en todas las fases de actuación empresarial [4-5], implantando un plan de prevención de riesgos laborales que emplea como herramienta la evaluación de riesgos [6-7], para, realizar la planificación preventiva y poder luchar contra los accidentes de trabajo.

Para evaluar los riesgos en el sector construcción se debe considerar todo el proceso de construcción de un edificio, desde la concepción del proyecto hasta la entrega del mismo y el posterior mantenimiento. Los procesos constructivos son una actividad dinámica y compleja, que requieren la coordinación de los diferentes trabajadores interdependientes, con una sucesión de distintas fases de obra donde van cambiando continuamente oficios, tareas, exposición a condiciones climáticas adversas, materiales, maquinaria, medios auxiliares, altura de trabajo, altas proporciones de trabajadores no cualificados y temporales, coincidencia en el tiempo de distintas operaciones que pueden generar mayor riesgo de lesión, etc. [8].

La consideración de la seguridad desde la fase de diseño es una técnica efectiva para reducir o eliminar las situaciones de riesgo [9]. Sin embargo, minimizar los riesgos es una tarea pluridisciplinar que requiere la participación de todos los agentes que intervienen en la obra [10].

Tixier [11], indica que generalmente se identifican tres fases principales a la hora de realizar un estudio de evaluación de riesgos laborales:

Fase 1 - Identificación de los peligros potenciales.

Fase 2 - Evaluación de los riesgos, cuyo objetivo es cuantificar el riesgo.

Fase 3 - Jerarquización.

Los distintos métodos de evaluación de riesgos pueden clasificarse desde simples, abarcando un solo paso, a métodos más complejos, incluyendo los tres pasos anteriores. Sus parámetros de salida pueden ser cualitativos, tales como recomendaciones, o cuantitativos en forma de un índice del nivel de riesgo [8].

La evaluación de riesgos permite identificación de factores de riesgo, su valoración y priorización [12], a partir de la cual se procede a establecer mecanismos para controlar los riesgos. Su finalidad es determinar si el nivel de riesgo es aceptable o, en caso contrario, tomar medidas para controlarlo y reducirlo. Para ello, se analiza la probabilidad de que se produzca un daño a un trabajador en base a la exposición frente al peligro. Jannadi y Almishari [13] estudiaron la evaluación de riesgo de las principales actividades de construcción, definiendo el riesgo como una medida de la probabilidad, la gravedad y la exposición a los peligros de una actividad. Barandan y Usmen adoptaron el mismo enfoque, basado en la definición del riesgo como el producto de la probabilidad (frecuencia) y la gravedad, estudiando 16 oficios de la construcción [14]. Observaron que la consideración simultánea de frecuencia y gravedad da resultados más amplios que el análisis de riesgos basado exclusivamente en la frecuencia o en la gravedad.

Para Williams [15] el riesgo depende de dos factores; probabilidad de ocurrencia e impacto que se cuantifica como las consecuencias sobre el trabajador y su entorno. Usando una descripción matemática, lo anterior se puede describir como $R = P \cdot I$.

Faber [16] define el mismo concepto en el riesgo técnico, como las consecuencias esperadas asociadas a una actividad determinada. Teniendo en cuenta una actividad con un solo evento, el riesgo R es, la probabilidad de que este evento ocurra P, multiplicado por las consecuencias, C. Es decir: $R = P \cdot C$.

Existen dos maneras principales de obtener la probabilidad de ocurrencia de un riesgo: mediante un análisis subjetivo basado en la estimación directa de la probabilidad de ocurrencia de un riesgo y que requiere un alto nivel de experiencia; y un análisis objetivo que necesita datos históricos para poder realizar la evaluación, y que en algunos casos no es viable para todos los riesgos debido a la falta de información.

La cuantificación de las consecuencias del riesgo es una tarea difícil debido a que un mismo accidente puede producir múltiples consecuencias y pueden existir distintas apreciaciones para evaluar la severidad de un mismo daño [17].

2. OBJETIVO Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL REALIZADA

Este trabajo persigue el análisis de la metodología de evaluación de riesgos y su aptitud frente a las características "especiales" de una obra de edificación. Para ello se han compilado y analizado diversas metodologías de evaluación de riesgos laborales (INSHT, ANACT, THREP, SHERPA, RNUR, ÁRBOL DE SUCESOS, LEST, FINE, ANÁLISIS ERGONÓMICO y FACTORES PSICOSOCIALES) y se han seleccionado y justificado las metodologías que se ajustan mejor a la complejidad del desarrollo de una obra de edificación. Éstos métodos son INSHT, ANACT, RNUR y FINE.

El objetivo de este trabajo es comprobar, no sólo, la idoneidad de la aplicación de los cuatro métodos seleccionados, de evaluación de riesgos laborales en la construcción de obras de edificación, uno de ellos utilizado de forma generalizada desde hace dos décadas, prácticamente como único recurso; sino la discrepancia de resultados frente a un mismo punto de observación para su evaluación.

El trabajo experimental se ha realizado seleccionando tres obras de edificación reales, en España, con características diferentes; de promoción pública, privada, de obra nueva y rehabilitación; y situadas en pequeños municipios y en ciudades; para estudiar las condiciones de seguridad durante la obra:

- Caso 1: Promoción privada de una vivienda unifamiliar y garaje en Bargas (Toledo). Desarrollada en dos plantas sobre rasante y una planta semisótano. Superficie construida de 644,81 m^2 y presupuesto de obra de 239.825'80 €. Proyectada en el 2011 y finalizada en 2013.
- Caso 2: Promoción pública para una intervención medioambiental en un espacio urbano del casco histórico de Toledo; con la restauración de las fachadas (1.595,33 m^2), las cubiertas (548,88 m^2) y acondicionamiento de la calle (235,50 m^2). Presupuesto de obra de 466.123,86 €. Proyectada en 2009 y finalizada en 2011.
- Caso 3: Promoción pública de edificio para uso docente en El Casar de Escalona (Toledo). Desarrollada en dos plantas sobre rasante y una planta en semisótano. Superficie construida de 2.741,68 m^2 y presupuesto de obra de 2.292.164,83 €. Proyectada en 2010 y finalizada en 2012.

Las tres obras estudiadas han tenido diferencias notables en materia de prevención durante su construcción. Así, en el caso 1 el entorno de seguridad y salud laboral fue muy complicado debido a la total falta de disposición para la prevención por parte del Contratista, en el caso 2 al entorno de seguridad y salud se le sumó la constante presencia de vecinos, aumentando los riesgos para controlar, y en el caso 3 el entorno de seguridad y salud de la obra estuvo adecuadamente controlado.

En cada una de las obras se analizan tres fases constructivas de alta siniestralidad laboral: estructuras, cerramientos y cubiertas. Los riesgos laborales que se han evaluado son los más representativos y que con más frecuencia aparecen en estas fases de obra considerando la experiencia en este tipo de obras de los autores.

En las tres obras se ha trabajado sobre los siguientes 10 riesgos laborales, clasificados en función de la técnica de lucha contra el riesgo que los estudia:

- Seguridad en el trabajo (4): caída a distinto nivel, caída al mismo nivel, atrapamiento y proyección de partículas.
- Higiene industrial (2): estrés térmico y deficiencias en iluminación.
- Ergonomía (2): desplazamiento y manejo de cargas.
- Psicología aplicada (2): relaciones y organización incorrecta.

Se han aplicado cuatro metodologías de evaluación de riesgos laborales que se adaptan a la complejidad en el desarrollo de una obra de edificación y al objetivo del trabajo:

- INSHT. Método propuesto por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo 18], estima la tolerancia del riesgo en cuanto a probabilidad y consecuencias.
- ANACT. Método de la Agence Nationale pour l'Amélioration des Conditions de Travail [19]. Establece la importancia del

trabajo a través de una encuesta para evaluar las condiciones del trabajo.

- RNUR. Método de perfiles de puesto, de la Régie Nationale Des Usines Renault. Valora objetivamente todas las variables del puesto de trabajo para mejorar la seguridad personal y del entorno, en base al nivel de satisfacción del trabajador [20].
- FINE. Método de William T. FINE [21]. Método matemático que calcula el riesgo cuantificado debido al peligro, teniendo en cuenta las posibles consecuencias de un accidente, el factor de exposición y el factor de probabilidad.

Estos métodos utilizan unos niveles o clasificación del riesgo muy similares. INSHT hace una evaluación del riesgo en trivial, tolerable, moderado, importante e intolerable. ANACT evalúa el riesgo en bien, regular, mal. RNUR analiza si la situación de riesgo es, muy satisfactoria, satisfactoria, aceptable, peligrosa y muy peligrosa. FINE hace una evaluación del riesgo como aceptable, posible, notable, alto y muy alto.

Por lo tanto, se han manejado tres obras, tres fases constructivas de alta siniestralidad laboral, diez riesgos seleccionados y cuatro metodologías de evaluación de riesgos, obteniendo una muestra total de 360 resultados.

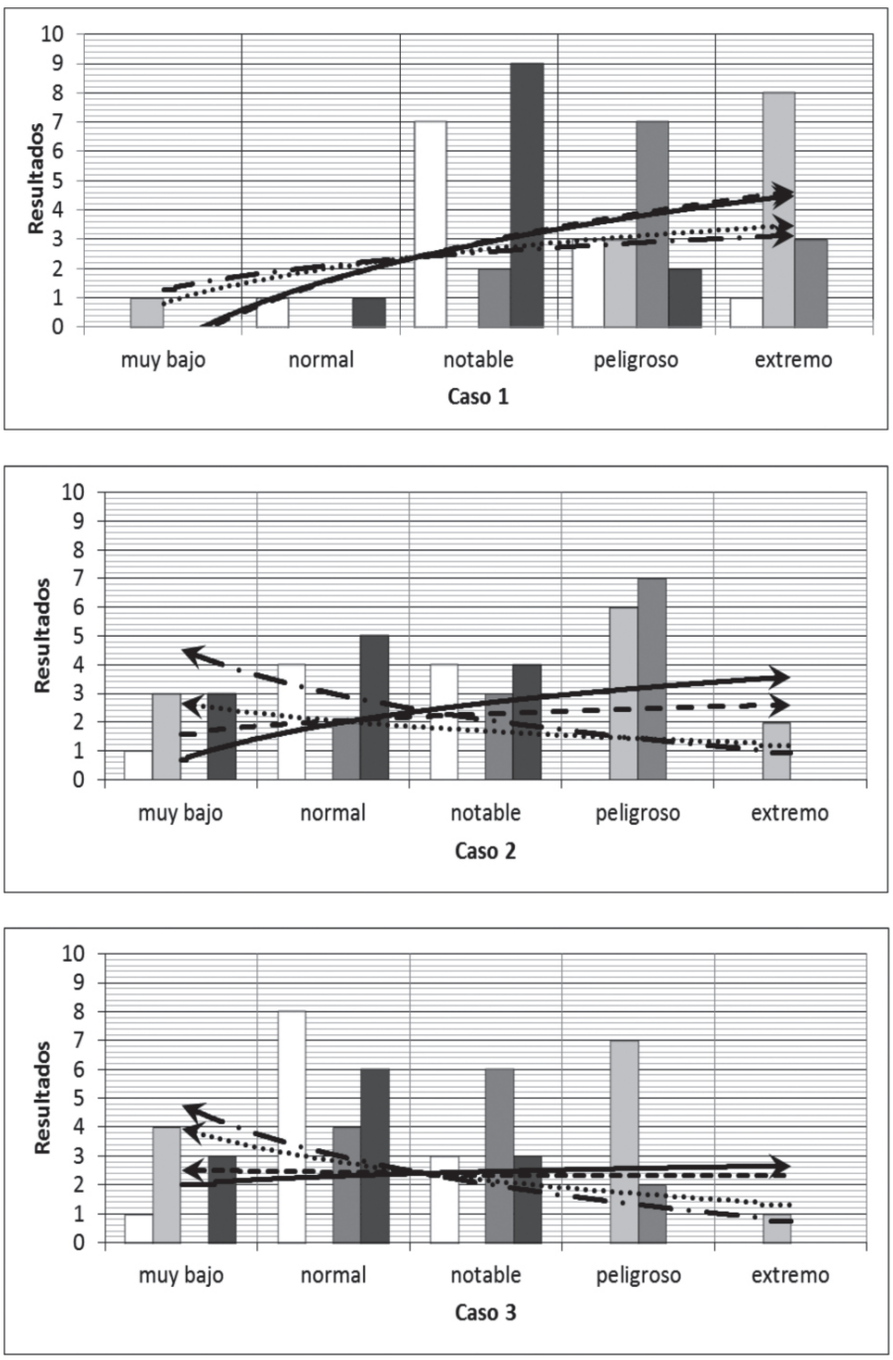


Fig. 1: Análisis de riesgos y Tendencia de los riesgos en cada método

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados se han clasificado en función de las técnicas de lucha contra el riesgo (seguridad en el trabajo, higiene industrial, ergonomía y psicosociología) y del nivel del riesgo. Los niveles de riesgo se han clasificado como muy bajo, normal, notable, peligroso y extremo (como parámetros cualitativos). Estos niveles de riesgo coinciden con los definidos por los métodos de evaluación estudiados, pero con un nombre distinto. En la Tabla I se identifican los parámetros de cuantificación para el valor cualitativo de los riesgos. Para

Valor cualitativo de los riesgos	Muy Bajo	Normal	Notable	Peligroso	Extremo
Valor cuantitativo Realidad de la situación. Figura 1	1	1	1	1	1
Valor cuantitativo Destaca el riesgo extremo. Figura 3	1	3	9	27	81

Métodos de Evaluación. Figuras 1 2 3	INSHT	ANACT	RNUR	FINE
Código de color				
Código de línea				
Riesgos característicos. Figura 4	**Seguridad**	**Higiene**	**Ergonomía**	**Psicosociología**
Código de trama				

Tabla I: Parámetros cualitativos y cuantitativos y códigos gráficos de los métodos y riesgos analizados

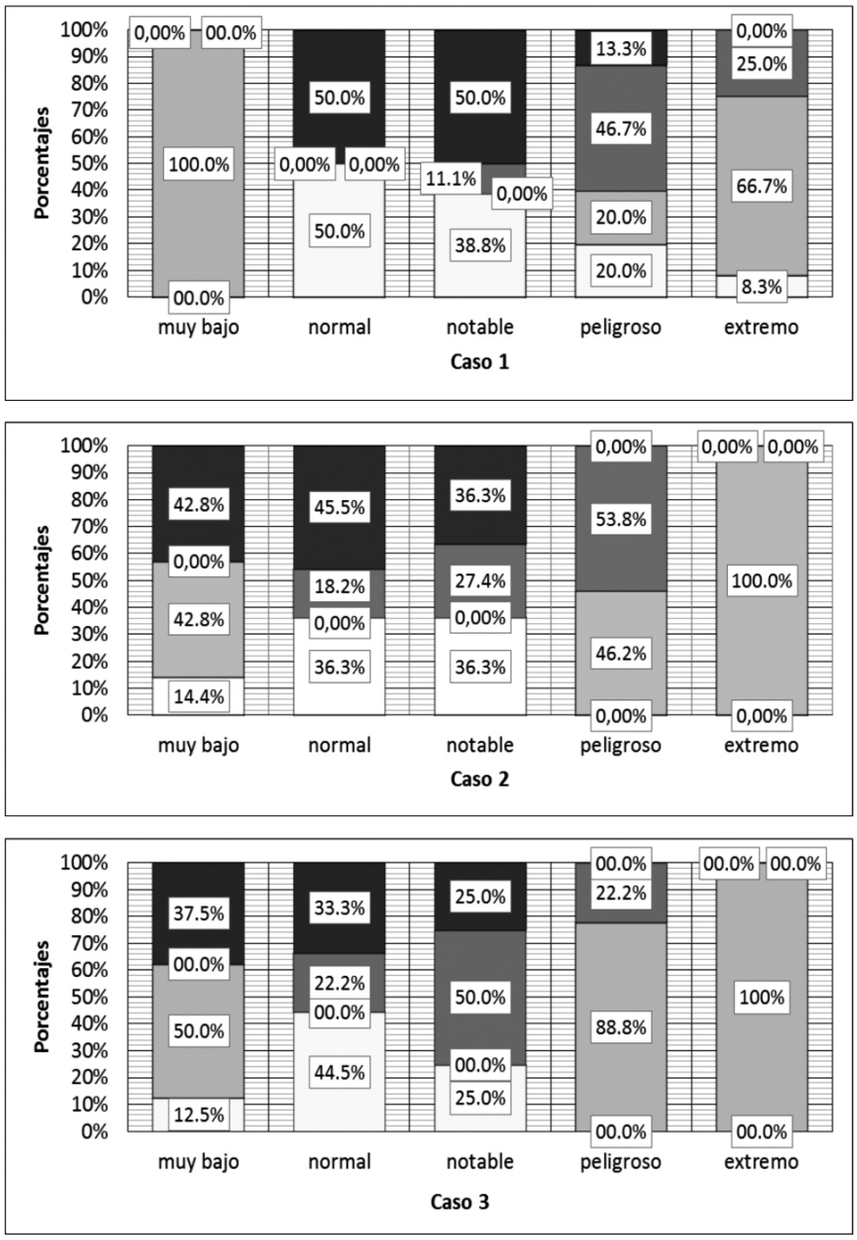


Fig. 2: Porcentaje de métodos en cada nivel de riesgos

cuantificar el resultado se ha dado el valor 1 a cada factor de riesgo; con ello se observa la realidad de la situación. Para destacar el riesgo extremo se ha expresado el valor de cuantificación en variable exponencial con base 3 (3^x), donde x toma los valores desde 0 hasta 4. Además, en la misma Tabla, se indican los códigos gráficos utilizados para diferenciar los métodos de evaluación y las cuatro técnicas de lucha contra el riesgo los riesgos característicos analizados.

La Figura 1 muestra los resultados del análisis efectuado para cada uno de los riesgos, en cada una de las fases constructivas y para cada método de evaluación, utilizando los valores cuantitativos de la Tabla I. Así, por ejemplo, en el caso 1 se indican con valor de 7 los riesgos notables evaluados según el método del INSHT. Eso significa, que se ha realizado la evaluación de riesgos según el método del INSHT, para los 10 riesgos indicados (4 de seguridad en el trabajo, 2 de higiene, 2 de ergonomía y 2 de psicosociología) en cada una de las tres fases críticas de obra (estructura, cerramiento y cubierta) obteniendo siete riesgos moderados (notables). A partir de los resultados, se ha procedido a generar una línea logarítmica de la tendencia del riesgo para cada uno de los métodos de evaluación y en cada una de las obras. La tendencia del riesgo en cada método de evaluación se expresa con los códigos de líneas indicados en la Tabla I. Se observa que la tendencia del riesgo coincide con los antecedentes descritos sobre la realidad de las obras. Como se puede apreciar los riesgos del caso 1 tienen tendencia hacia peligrosos y extremos. Los riesgos del caso 2 están equilibrados entre los riesgos normales y notables. Los riesgos en el caso 3 expresan una tendencia hacia los riesgos normales y muy bajos.

La Figura 2 indica para cada nivel de riesgo los métodos de evaluación de riesgos empleados que son capaces de identificarlos en tanto por ciento, para los tres casos. El análisis global de los resultados sobre los tres casos permite afirmar que los resultados obtenidos sobre los casos 2 y 3 son muy similares y muy diferentes a los del caso 1. Además para cada caso existe una gran diferencia en los porcentajes de riesgo que son capaces de identificar cada método de evaluación. Así, por ejemplo, en el caso 1 los riesgos muy bajos son identificados únicamente por ANACT, los riesgos normales sólo los identifican INSHT y FINE, los riesgos peligrosos son identificados por los cuatro métodos y los notables y extremos por tres. En el caso 2 los métodos de INSHT, RNUR y FINE se concentran en la banda de los riesgos normales y notables. Y en el caso 3 se observa una ligera tendencia de los métodos para identificar y concentrarse en la banda de los riesgos muy bajos, normales y notables. En los casos 2 y 3 los riesgos extremos únicamente los identifica el método ANACT.

Para resaltar e identificar los riesgos peligrosos y extremos, del resto de riesgos analizados, se ha expresado el valor de cuantificación en variable exponencial con base tres (3^x) (Figura 3). Se aprecia que los cuatro métodos advierten de la peligrosidad del riesgo en el caso 1 pero con discrepancias de valores. En el caso 2 los métodos indican moderación de los niveles de peligrosidad, en comparación a los del caso 1. Y en el caso 3, los métodos INSHT, FINE y RNUR indican una situación controlada del riesgo extremo, en discrepancia con los valores de ANACT. Estos resultados muestran que la situación del riesgo extremo en cada uno de los casos de obra analizados está de acuerdo con la situación real de seguridad de las mismas durante su ejecución, aunque con discrepancias en sus valores.

En la Figura 4 se expresan para cada método de evaluación los porcentajes de los riesgos que identifican agrupados según la técnica de lucha contra el riesgo que los estudian. Su disposición, de abajo hacia arriba es, riesgo de seguridad, higiene, ergonomía y psicosociología (código gráfico de la Tabla I). El análisis global de esta Figura da una información muy similar a la obtenida sobre la Figura 2: los resultados obtenidos sobre los casos 2 y 3 son muy similares y distintos a los del caso 1. Además para cada caso

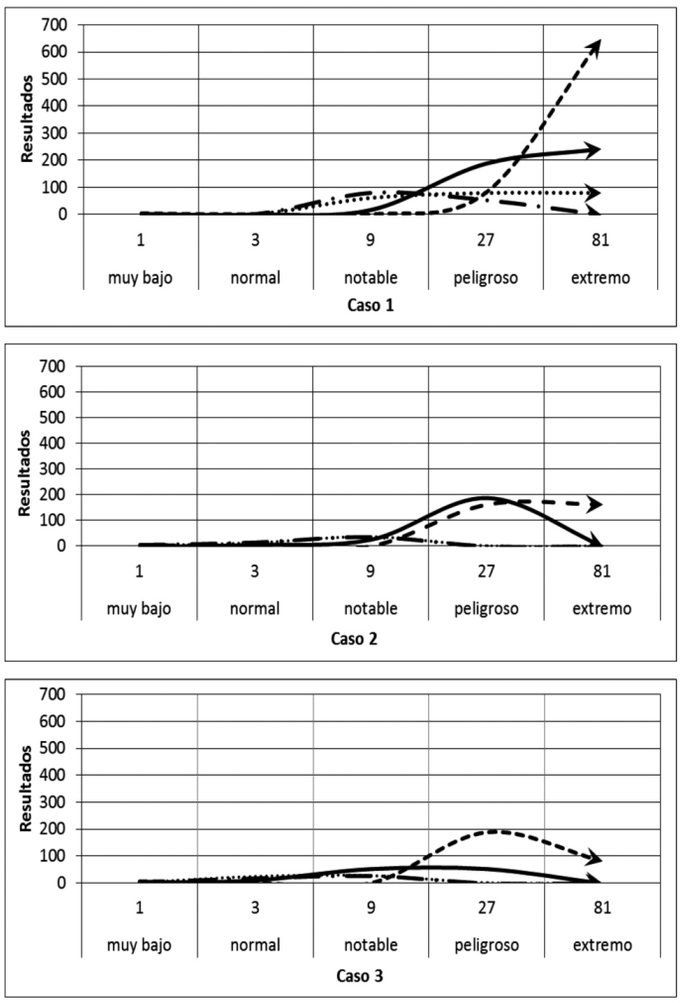


Fig. 3: Cantidad de riesgo extremo

existe una gran diferencia en los porcentajes de riesgos agrupados por técnicas de lucha contra el riesgo que identifican cada uno de los métodos de evaluación analizados. En el caso 1 se puede comprobar que el INSHT tiene más capacidad de detectar riesgos psicosociales (51,3%) que el resto de métodos de evaluación. Sin embargo, FINE tiene mayor capacidad para detectar riesgos de seguridad (46,2%). En los casos 2 y 3 se puede comprobar que los riesgos psicosociales se detectan muy mal en los cuatro métodos y los riesgos de higiene se detectan razonablemente bien por los cuatro métodos de evaluación.

Realizando una estimación conjunta de los resultados discrepantes de las evaluaciones de los cuatro métodos, los riesgos predominantes en el caso 1 fueron los riesgos de seguridad y psicosociales. En el caso 2 destacan los riesgos de seguridad, higiénicos y ergonómicos; y en el caso 3 los riesgos que más destacaron fueron los higiénicos y los ergonómicos. En la tabla II se muestra una comparación de los cuatro métodos de evaluación de riesgos, en base a la ponderación de los resultados de evaluación en los tres casos de estudio, en un espectro de riesgos desglosando los riesgos en las cuatro técnicas de lucha contra el riesgo: seguridad, higiene, ergonomía y psicosociología. Los resultados obtenidos son discrepantes entre los cuatro métodos, que detectan los riesgos de forma diferente. En Seguridad el espectro abarca los riesgos muy bajos, normales, notables, peligrosos y extremos. Los métodos INSHT, ANACT y FINE identifican los riesgos normales. Los métodos INSHT, RNUR y FINE identifican riesgos notables. Sin embargo para los riesgos muy bajos, peligrosos y extremos los resultados son discrepantes entre los cuatro métodos.

En Higiene el espectro abarca los riesgos normales, notables, peligrosos y extremos. Los métodos INSHT, RNUR y FINE identifican riesgos notables. Sin embargo para los riesgos normales, peligrosos y extremos los resultados son discrepantes entre los cuatro métodos.

En Ergonomía el espectro abarca los riesgos normales, notables, peligrosos y extremos. Los métodos INSHT, RNUR y FINE identifican riesgos notables. Los métodos INSHT, ANACT y RNUR identifican riesgos peligrosos. Sin embargo para los riesgos normales y extremos los resultados son discrepantes entre los cuatro métodos.

En Psicosociología el espectro abarca los riesgos muy bajos, normales, notables, peligrosos y extremos. Los métodos INSHT, RNUR y FINE identifican riesgos normales y notables. Sin embargo para los riesgos muy bajos, peligrosos y extremos los resultados son discrepantes entre los cuatro métodos.

De esta forma se deduce que si se emplea un único método de evaluación, los resultados obtenidos se alejan de la realidad. Por ejemplo, existen métodos que no son capaces de detectar riesgos extremos o muy bajos en ninguna de las técnicas de lucha contra el riesgo.

4. CONCLUSIONES

Se han utilizado cuatro métodos de evaluación de riesgos sobre tres obras de edificación. El análisis de resultados obtenidos permite indicar que:

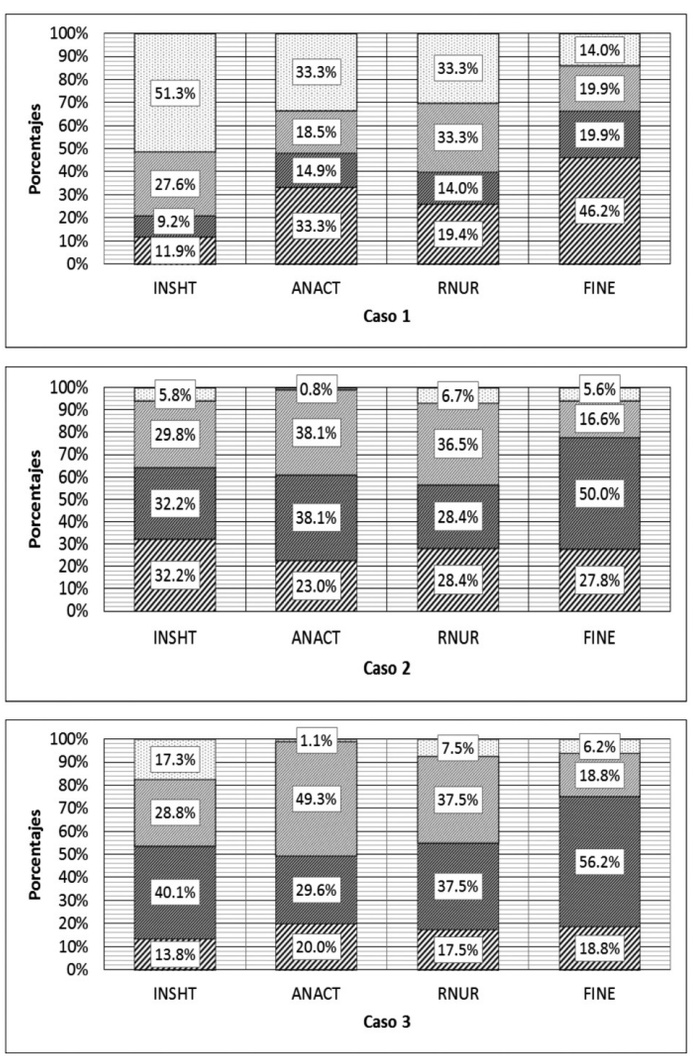


Fig. 4: Riesgos característicos de cada obra

Técnicas de lucha	Métodos	Muy bajo	Normal	Notable	Peligroso	Extremo
Seguridad	INSHT					
	ANACT					
	RNUR					
	FINE					
Higiene	INSHT					
	ANACT					
	RNUR					
	FINE					
Ergonomía	INSHT					
	ANACT					
	RNUR					
	FINE					
Psicosociología	INSHT					
	ANACT					
	RNUR					
	FINE					

Tabla II: Comparación entre los riesgos de seguridad, higiene, ergonomía y psicosociología

– Es fundamental que los métodos de evaluación incorporen y unifiquen conceptos propios de las obras de edificación, adaptándose a la complejidad de organización y gestión. No se deben de basar únicamente en valoraciones cualitativas, como en el método INSHT o en los métodos ANACT y RNUR centrados en el entorno social de la empresa, y muy difíciles de interpretar en obras de edificación, sino que además se deben de introducir factores cuantitativos, como en el método FINE para obtener valoraciones más reales.
– De los cuatro métodos estudiados en este trabajo, INSHT y FINE son los más idóneos para su aplicación en obras de edificación. Sin embargo el método FINE es el que mejor se adapta al incorporar, en su metodología, parámetros adaptables a la realidad de las obras y abarcando las cuatro técnicas de lucha contra el riesgo; pese a la antigüedad del mismo.
– Si se emplea un único método de evaluación, los resultados obtenidos discrepan de la realidad. Existen métodos que no son capaces de detectar riesgos extremos o muy bajos en ninguna de las técnicas de lucha contra el riesgo. Por lo que en el caso concreto de obras de edificación es necesario establecer una nueva metodología de evaluación de riesgos que sea capaz de detectar, para cada técnica de lucha contra el riesgo, todos los niveles de riesgo.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Segarra, M, Villena, BM, et al. "Occupational risk-prevention diagnosis: A study of construction SMEs in Spain". 2017. Safety Science, Vol.92, p.104-115. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2016.09.016)
[2] Eurostat – official EU statistics, 2016. http://ec.europa.eu/eurostat (accessed on 20 December 2016)
[3] Martínez, MD, Rubio, MC et al. "The impact of occupational health and safety regulations on prevention through design in construction projects: perspectives from Spain and the United Kingdom". 2016. WORK: A Journal of Prevention, Assesment & Rehabilitation, 53, p.181-191. (doi: http://dx.doi.org/10.3233/WOR-152148)
[4] BOE. "Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales". Boletín Oficial del Estado, 10 de noviembre de 1995, nº 269. Última modificación 29 de diciembre de 2014.
[5] BOE. "Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales". Boletín Oficial del Estado, 13 de diciembre de 2003, nº 298.
[5 6] Takala, J. "Trabajos saludables. Bueno para Ti. Buen negocio para Todos. Buenas Prácticas en Evaluación de Riesgos". Mayo 2009. Dyna. Vol. 84-4, p.289-292.
[7] BOE. "Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención". Boletín Oficial del Estado, 31 de enero de 1997, nº 27. Última modificación 9 de octubre de 2015.
[8] Pinto, A, "QRAM a Qualitative Occupational Safety Risk Assessment Model for the construction industry that incorporate uncertainties by the use of fuzzy sets". 2014. Safety Science. Vol.63, p.57-76. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2013.10.019)
[9] Gambatese, JA, Behm, M, et al. "Design's role in construction accident causality and prevention: Perspectives from an expert panel. 2008. Safety Science. Vol 46, p.675-691. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2007.06.010)
[10] Gangolells, M, Casals, M, et al. "Mitigating construction safety risks using prevention through design". 2010. Journal of Safety Research. Vol.41-2, p.107-122. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.jsr.2009.10.007)
[11] Tixier, J, Dusserre, G, et al. "Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants". 2002. Journal of Loss Prevention in the Process Industries. Vol.15, p. 291-303.
[12] Conte, JC, Rubio, E, et al. "Occupational accidents model based on risk-injury affinity groups". 2011. Safety Science. Vol.49 (2), p.306-314. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2010.09.005)
[13] Jannadi, OA, Almishari, S. "Risk assessment in construction". September/October 2003. Journal of construction engineering and management. Vol.129-5, p.492-500. (doi: http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:5(492))
[14] Barandan, S, Usmen, MA. "Comparative injury and fatality risk analysis of building trades". May 2006. Journal of construction engineering and management. Vol.132-5, p.533-539.
[15] Williams, TM. "Risk-management infrastructures". 1993. International Journal of Project Management. Vol.11-1, p.5-10. (doi: http://dx.doi.org/10.1016//0263-7863(93)90003-6)
[16] Faber, MH, Stewart, MG. "Risk assessment for civil engineering facilities: critical overview and discussion". 2003. Rehability Engineering and System Safety. Vol.80-2, p.173-184. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/S0951-8320(03)00027-9)
[17] Pinto, A, Ribeiro, RA, et al. "Fuzzy approach for reducing subjectivity in estimating occupational accident severity". 2012. Accident Analysis and Prevention. Vol.45, p.281-290. (doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2011.07.015)
[18] Gómez-Cano, M, et al. "Evaluación de riesgos laborales". 1996. INSHT. (NIPO: 211-96-013-5)
[19] Nogareda, C. "NTP 210: Análisis de las condiciones de trabajo: método de la A.N.A.C.T.". 1988. INSHT, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España.
[20] Chavarría, R. "NTP-176. Evaluación de las condiciones de trabajo: Método de los perfiles de puestos". 1986. INSHT. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España.
[21] Abdurrahman, MA. "Classifiying accident risks in high-rise building construction". 2009. Journal Penelitian Teknik Sipil. Vol.4-2- p.126-133.