

FRAMEWORK STUDY OF HEALTH&SAFETY IN TUNNEL WORKS

Alvarez Cabal, José Valeriano; Luiña Fernández, Rocio; Rodríguez, Laura;
Martínez Huerta, Gemma

Universidad de Oviedo

Occupational accidents are the most negative aspect that comes to the labor market. Therefore, the Occupational Risks Prevention is important in all areas, and is especially relevant in certain environments or activities because of its dangerousness.

Since 1986 there is specific legislation in Spain to establish compulsory inclusion within construction projects of a paragraph or annex on conditions of health and safety. But even within construction industry, there are certain activities such as the construction of tunnels in which the safety and health study has more importance.

Given the identity of the occupational hazards of such activities, it is possible to exploit the knowledge of one case to another. Unfortunately, this means some non-detailed studies of each work and deficient in some fundamental aspects.

Therefore, it is necessary to establish a framework study of safety and health in the specific field of tunnel's works that covers all important aspects that can be used by adapting anywhere and any company and to improve health and safety tunnel's works.

Keywords: *Health&Safety; Tunnel; Framework Study*

ESTUDIO MARCO DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRAS DE TUNELES

Los accidentes profesionales son el aspecto más negativo que acompaña al mundo laboral. La Prevención de Riesgos Laborales es importante en todos los ámbitos, pero adquiere especial relevancia en ciertos entornos o actividades por su peligrosidad.

Desde 1986 existe en España legislación específica que obliga a incluir dentro de los proyectos de construcción un apartado o anejo relativo a las condiciones de Seguridad y Salud. Pero aún dentro del sector de la construcción, hay ciertas actividades como la construcción de túneles en las que el estudio de las condiciones de seguridad y salud tiene una relevancia aún mayor.

Dada la identidad existente entre los riesgos laborales de este tipo de actividades, es posible aprovechar el conocimiento de unos casos a otros. Desafortunadamente, esto se traduce en estudios poco detallados de cada obra y deficientes en algunos aspectos fundamentales.

En este trabajo se plantea un estudio marco se hace necesario establecer un estudio marco de seguridad y salud en el ámbito específico de las obras de túneles que permita su aplicación a casos prácticos asegundo que determinados aspectos han sido tomados en consideración.

Palabras clave: *Seguridad y Salud; Tuneles; Estudio Marco*

1. Introducción

La Prevención de Riesgos Laborales es importante en todos los ámbitos, si bien en ciertos entornos o actividades toma una relevancia especial por su peligrosidad, lo que sucede por ejemplo en el ámbito de la construcción. Según el informe “Análisis de la mortalidad por accidentes de trabajo en España 2005-2007” realizado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), de los 992 accidentes mortales investigados en ese periodo por las Comunidades Autónomas, 516 correspondían al sector de la construcción.

En 1999, el Índice de Incidencia [I.I.= (nº de accidentes con baja/nº de trabajadores) x 10³] era casi el doble que en el sector industrial. Si bien se ha experimentado un descenso constante (especialmente significativo en el periodo 1999-2004), el sector de la construcción continúa presentando una siniestralidad superior al resto de sectores productivos, incluso en la actualidad, pese al descenso del número de trabajadores (Sanz, 2013).

Precisamente conscientes de ese riesgo, existe en España desde 1986 legislación específica dirigida a la inclusión dentro de los proyectos de construcción de un apartado o anejo relativo a las condiciones de Seguridad y Salud, aspecto refrendado en el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.

Este mismo decreto destaca ciertas actividades en las que el estudio de las condiciones de seguridad y salud tiene una relevancia aún mayor, como es el caso de la construcción de túneles. Simplemente repasando el Artículo 4 del R.D. 1627/1997, donde se establecen los supuestos en los que es obligatorio realizar un estudio de seguridad y salud, nos encontramos con que las obras de túneles son mencionadas de manera específica. También en el Anexo II de este mismo R.D., se da la relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores. En ella, encontramos entre otras las siguientes actividades:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos

Desafortunadamente, la experiencia profesional demuestra que no siempre dentro de los proyectos existe una dedicación suficiente en el estudio de seguridad y salud a la especificidad de los túneles. Esto se debe fundamentalmente a dos causas:

- La mezcla de labores existente en los túneles requiere de técnicas mineras para su excavación, lo que implica trabajos profesionales correspondientes a dos sectores
- La redacción de grandes proyectos dentro de los cuales el túnel es una actividad más dentro de un elemento mucho mayor

Sin embargo, las características específicas de las labores realizadas en los túneles requieren condiciones muy exigentes de seguridad que deben ser identificadas.

2. Objetivo

De acuerdo a lo anterior se plantea la necesidad de establecer un estudio marco de seguridad y salud en el ámbito específico de las obras de túneles, con el fin de contemplar todos los aspectos importantes.

A través del análisis de un caso de ejecución de túnel se pretende generar un checklist de los principales riesgos que pueda ser utilizado mediante su adaptación a cualquier lugar y empresa, garantizando así unas condiciones mínimas de seguridad en túneles construidos por métodos tradicionales.

3. Metodología

El estudio desarrollado incluye todos los riesgos y medidas preventivas que aparecen a lo largo de las diferentes actividades a realizar para la construcción de un túnel mediante métodos tradicionales (desde el replanteo topográfico hasta la colocación de instalaciones definitivas), en el que la perforación se realice mediante el uso de explosivos y/o mediante maquinaria (retroexcavadoras) y los sistemas de sostenimiento consistan en el uso de hormigón proyectado, bulones y cerchas.

El estudio se realiza en función de lo dispuesto en la normativa de aplicación relativa a obras de construcción, ya que desde la derogación "Orden de 19 de noviembre por la que se aprueba la instrucción para el proyecto, construcción y explotación de obras subterráneas para el transporte terrestre (IOS 98)" los túneles se encuentran dentro del ámbito de aplicación del R.D. 1627/1997. Así mismo, se ha tenido en cuenta la normativa relativa al uso de explosivos, ya que se ha estudiado un método de ejecución en el que la perforación se realizaría principalmente mediante voladuras.

Para ello se seguirán los siguientes pasos, tradicionales en este tipo de actividades:

- Identificación de las actividades relativas a la construcción de túneles
- Identificación de riesgos
- Valoración de los riesgos identificados
- Diseño de las medidas correctoras

No obstante, dado la limitación de tamaño de esta comunicación, no se puede incluir el estudio entero por lo que se extraen aquellos elementos más relevantes de identificación y valoración de riesgos. Finalmente, se incluye una serie de normas o recomendaciones, tanto generales como relativas a la exposición a contaminantes, relativas a las instalaciones provisionales y para operadores de maquinaria.

4. Identificación de actividades

Para realizar la identificación de riesgos es preciso determinar en primer lugar las actividades a realizar en un proyecto de túnel. Considerando el ciclo completo y la posibilidad de aplicar el estudio marco a proyectos con distintas variantes constructivas, se han identificado las siguientes actividades:

- Replanteo
- Micropilotes (perforación)
- Gunitado de emboquille
- Perforación con jumbo
- Arranque con explosivos y saneo del frente
- Desescombro
- Arranque con medios mecánicos
- Sostenimiento provisional: gunitado

- Sostenimiento: cerchas y bulones
- Impermeabilización
- Montaje y desmontaje de carro de encofrado
- Uso y mantenimiento de carro de encofrado
- Instalaciones

Así mismo se identifica la maquinaria y medios auxiliares más relevantes necesarios para la realización de la obra

- Jumbo
- Martillos perforadores / empujador
- Perforadora neumática
- Martillos picadores
- Pala Retroexcavadora (con martillo hidráulico)
- Robot de Gunitado.
- Pala cargadora.
- Camión grúa
- Camiones o dúmper
- Plataforma Telescópica
- Bomba sumergible
- Grupo electrógeno
- Compresor de aire comprimido
- Grupo de presión de agua

Además, se evalúa el uso de ventiladores de 45 kW como instalaciones auxiliares.

5. Identificación y valoración de riesgos. Diseño de medidas correctoras

El análisis de cada unidad constructiva tiene como resultado la detección de los riesgos que las afectan en cada caso. Dichos riesgos se han evaluado siguiendo las instrucciones del INSHT y a continuación se han establecido las medidas correctoras pertinentes a fin de minimizar al máximo los riesgos a los que el trabajador pueda estar expuesto.

Como resultado de este punto se genera una tabla. Dada la exhaustividad del análisis de riesgos y su extensión se presenta tan sólo una muestra de la misma a modo de ejemplo:

Tabla 1. Tabla de evaluación de riesgos. Unidad constructiva Micropilotes (perforación)

IDENTIFIC. RIESGOS	PROB.			ESTIMACIÓN			MAGNITUD			MEDIDAS CORRECTORAS		
	B	M	A	LD	D	ED	T	TO	MO		I	IN
Atrapamiento por o entre objetos	X					X				X		Los cambios de varillajes o trabajos similares se realizarán siempre entre dos personas, con el sistema de rotación parado y siguiendo en todo momento las instrucciones de trabajo dictadas por el fabricante.

6. Medidas complementarias o normas

Además de las medidas correctoras previstas para cada riesgo en particular se lista una serie de medidas complementarias o normas que hacen referencia a las distintas situaciones que pudieran darse durante la ejecución del túnel.

6.1. Presencia de agua en el túnel

- Control geológico del terreno para detectar posibles bolsas de agua
- Extracción de agua del área de trabajo tan pronto como sea posible, mediante bombas neumáticas y eléctricas, tuberías y cunetas de desagüe. En el caso de utilizar cunetas de desagüe, estas deben ir por los lados de las pistas y convenientemente señalizadas.

6.2. Desplazamiento del personal por el interior del túnel

- Se hará siempre por un pasillo destinado a tal efecto que estará debidamente señalizado.
- Debe prohibirse el acceso al túnel a toda persona no autorizada. Las visitas deberán ir acompañadas por personal de la obra.

6.3. Utilización de escaleras

- Su uso queda restringido únicamente para trabajos cortos y sencillos, ya que para tareas más complicadas se deben usar plataformas de trabajo.
- Usar siempre escaleras de una longitud adecuada al trabajo a realizar y nunca más cortas. No deben superar la longitud máxima permitida de cinco metros si no se tiene garantías de su resistencia. La escalera sobrepasará siempre en un metro la altura a salvar.
- Usar siempre material en buenas condiciones, nunca usar escaleras dañadas.
- Limpiar los pisos de escombros u otros materiales para tener un área nivelada y firme.

- La escalera se colocará de manera que esta forme un ángulo de 75° con la horizontal.

6.4. Requisitos de la maquinaria y equipos de trabajo

- Contará con certificado de conformidad (CE) o bien con la correspondiente acreditación del cumplimiento de lo establecido en el R.D. 1644/2008. En el caso de equipos de trabajo deberán cumplir lo establecido en el R.D 1215/1997 así como su normativa específica.
- Antes de usar una máquina se debe conocer su manejo y adecuada utilización.
- En el arranque inicial se debe comprobar siempre la eficacia de los sistemas de frenado y dirección.
- No se debe transportar personal en la máquina si no está debidamente autorizado para ello.
- Antes de maniobrar es necesario asegurarse de que la zona de trabajo está despejada.
- Usar el equipo de protección personal definido por la obra.
- Prestar atención a zanjas, líneas eléctricas y cualquier otra situación que pueda entrañar peligro.
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Procurar aparcar en terreno horizontal y accionar el freno correspondiente.
- Respetar las órdenes de la obra sobre seguridad vial dentro de la misma.
- No efectuar reparaciones con la máquina en marcha
- Desconectar el corta-corriente y sacar la llave del contacto al finalizar la jornada.
- Comunicar cualquier anomalía en el funcionamiento de la máquina a su superior inmediato.
- Cumplir las instrucciones de mantenimiento.
- Comprobar que el extintor está en estado de uso.
- Mantener la máquina limpia de grasa y aceite, y en especial los accesos a la misma.

Además existen normas específicas para el operador de robot de gunitado:

- Comprobar la lanza de unión robot-compresor y colocar cadenas de seguridad.
- Vigilar el estado de las mangueras y en especialmente sus uniones.
- No circular arrastrando mangueras ya que pueden picarse o engancharse y producirse roturas y accidentes.
- Usar siempre guantes, protectores oculares y protectores auditivos.

Y lo mismo ocurre para el operador de Jumbo de perforación:

- Prestar atención en los desplazamientos por el riesgo de vuelco.
- No situarse en el radio de movimiento de la columna cuando la esté posicionando.
- No circular arrastrando mangueras ya que pueden picarse o engancharse, y

producirse roturas y accidentes.

- Mantenerse a una distancia conveniente cuando se muevan las cadenas de avance del martillo y las barras de perforación.
- Exigir que el frente de trabajo se encuentre bien iluminado.
- Cambiar piezas y varillas con la máquina parada.

Además, tanto la maquinaria como los vehículos emiten gases nocivos que es importante controlar. Para ello se tratará de evitar o disminuir la incidencia de estos contaminantes mediante:

- Ventilación apropiada para limpiar las zonas de humos de escape.
- Usar motores de baja contaminación con un mantenimiento adecuado y controlar la emisión de gases con catalizadores.
- No usar nunca vehículos de gasolina.
- Circular a la velocidad adecuada de forma que se levante la menor cantidad de polvo posible.

6.5. Generación de gases nocivos por voladuras

- Aplicar siempre una ventilación adecuada para extraer o bien diluir los gases ocasionados por la detonación de los explosivos.
- Usar explosivos de baja contaminación ambiental.
- Realizar mediciones con exposímetros que garanticen la correcta calidad del aire en el interior del túnel

6.6. Emanación de gases tóxicos

Son debidos a las soldaduras, aguas subterráneas, residuos de materia orgánica y rocas carboníferas, fugas de gas comprimido, derrames y fugas de bombonas de oxígeno. Los principales medios de protección son una buena ventilación, medición continua y un buen mantenimiento de la maquinaria. El valor límite de exposición ambiental para los gases nocivos será de:

CO	25 ppm
CO ₂	5000 ppm
SO ₂	10 ppm
CH ₄	1000 ppm

Es evidente, por tanto, la importancia de la ventilación en el interior del túnel. El aire en todos los lugares de trabajo contará como mínimo con un 20% de oxígeno y una velocidad de retorno del aire proporcionada por el sistema de ventilación de al menos 0.4 m/s.

6.7. Generación de partículas durante el proyectado del hormigón

- Utilizar máquinas con método de trabajo por vía húmeda.
- Proyectar la gunita a 1 m de la superficie y perpendicularmente a la misma
- Mantenerse fuera de las zonas de trabajo.
- Usar una buena ventilación para impedir la propagación del polvo.
- Utilizar siempre que se trabaje una protección respiratoria.

6.8. Incendio

El riesgo de incendio está presente desde el inicio hasta el fin de las obras.

- Instalar señales de advertencia y prohibición en aquellas zonas donde haya riesgo de explosión.
- Disponer las zonas de almacenaje separadas para productos inflamables incompatibles.
- Almacenar la gasolina y el gasóleo en el exterior.
- Disponer de extintores de polvo seco ABC y de CO₂, de 9 Kg situados cada 100 metros. Toda la maquinaria y vehículos contarán con sus respectivos extintores, y se dispondrá de un extintor portátil en el frente.
- Realizar el mantenimiento adecuado a todos los equipos de lucha contra incendios y revisarlos periódicamente.
- Ha de existir un plan de emergencia y evacuación.
- Se ha de contar con equipos de respiración autónoma.
- Prohibir el transporte de materiales inflamables en aquellas operaciones en las que haya riesgo de incendio o de explosión.

6.9. Instalaciones eléctricas

- Normas de prevención tipo para los cables
 - El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
 - Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos.
 - La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
 - El tendido de los cables para cruzar viales de obra, se efectuará enterrando los mismos.
 - Los empalmes entre mangueras siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - Los empalmes provisionales entre mangueras, se efectuarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
 - Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancas de seguridad.
- Normas de prevención tipo para los interruptores
 - Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
 - Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "riesgo eléctrico".
 - Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

- Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos
 - Serán estancos, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), con un IP 65, como mínimo.
 - Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
 - Los cuadros eléctricos metálicos tendrán todas las partes metálicas conectadas a tierra.
 - Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "riesgo eléctrico".
 - Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas estancas para intemperie, con un IP 65 como mínimo.
 - Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas estancas.
 - Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
 - La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
- Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos.
 - La instalación poseerá todos aquellos interruptores automáticos que el cálculo defina como necesarios.
 - Los circuitos generales estarán también protegidos con interruptores.
 - Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por un disyuntor diferencial.
 - Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.
- Normas de prevención tipo para las tomas de tierra.
 - Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
 - El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general, de manera que el valor de la resistencia no pueda dar tensiones superiores a 24 V.
 - El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde.
- Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.
 - El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones plasmadas en los planos, en concordancia con lo establecido en el R.B.T y la Guía de evaluación y prevención de riesgos en la construcción.
 - La iluminación de los tajos será siempre la adecuada para realizar los trabajos en condiciones de seguridad.
 - La iluminación de emergencia garantizará una iluminación de, como mínimo, un lux a nivel del suelo de los recorridos de emergencia, medidos en el eje de los pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurren por espacios distintos de los citados.

- La iluminación general de los tajos será mediante luminarias ubicados sobre "pies derechos" firmes.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma: Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentada a 24 V.
- La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles ó fijas, para iluminación de tajos encharcados o húmedos, se servirá a través de un transformador de corriente que la reduzca a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, en posesión de carnet profesional correspondiente.
- Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
- La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de maquinaria.
- Se prohíbe las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará el equipo de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: "NO MANIPULAR, PERSONAL TRABAJANDO EN LA LINEA".
- La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.
- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia o contra la nieve.
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con la cerradura de seguridad de triángulos, (o de llave) en servicio.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Utilizando "piezas fusibles normalizadas" adecuadas a cada caso.
- Se conectarán a tierra las carcasas de los motores o máquinas (si no están dotados de doble aislamiento), o aislantes por propio material constitutivo.

7. Conclusiones

La construcción de túneles es un proceso complejo en el que los trabajadores están expuestos a riesgos especialmente graves, como pueden ser riesgos de sepultamiento, atropello o asfixia, de una manera especialmente significativa durante la etapa de perforación. Durante esta etapa, las actividades a realizar, que ya de por sí son peligrosas, se ven agravadas por un entorno en constante cambio y una limitación de espacio

importante en el que conviven maquinaria y trabajadores. Junto con estas circunstancias, las condiciones ambientales y de iluminación contribuyen a que los atropellos sean una de las principales causas de accidentes mortales en este tipo de obra.

Por todos estos motivos, es una actividad que requiere de un especial cuidado en la gestión de la prevención de riesgos durante todas las fases de la actividad.

8. Referencias

- España. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de noviembre de 1995, núm. 269, pp. 32590-32611.
- España. Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. *Boletín Oficial del Estado*, 19 de octubre de 2006, núm. 250, pp. 36317-36323.
- España. Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. (artículo 7. Dos-comunicación apertura centro de trabajo. Construcción). *Boletín Oficial del Estado*, 23 de diciembre de 2009, núm. 308, pp. 108507-108578.
- España. Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de junio de 2009, núm. 140, pp. 17869-17877.
- España. Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre. Disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples. *Boletín Oficial del Estado*, 15 de octubre de 1991, núm. 247, pp. 33345-33349.
- España. 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, núm. 27, pp. 3031-3045.
- España. Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de abril de 1997, núm. 97, pp. 12911-12918.
- España. Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 24 de mayo de 1997, núm. 124, pp. 16111-16115.
- España. Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 24 de mayo de 1997, núm. 124, pp. 16100-16111.
- España. Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. *Boletín Oficial del Estado*, 12 de junio de 1997, núm. 140, pp. 18000-18017.
- España. Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de agosto de 1997, núm. 188, pp. 24063-24070.
- España. Real Decreto 1389/1997, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en las actividades mineras. *Boletín Oficial del Estado*, 7 de octubre de 1997, núm. 240, pp. 29154-29164.
- España. Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del parlamento europeo y del consejo, 97/23/ce , relativa a los equipos de presión y modifica el real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979,

- que aprobó el reglamento de aparatos a presión. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de mayo de 1999, núm. 129, pp. 20532-20559.
- España. Real Decreto legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la ley sobre infracciones y sanciones en el orden social. *Boletín Oficial del Estado*, 8 de agosto de 2000, núm. 189, pp. 28285-28300.
- España. Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias mie-apq-1, mie-apq-2, mie-apq-3, mie-apq-4, mie-apq-5, mie-apq-6 y mie-apq-7. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de mayo de 2001, núm. 112, pp. 16838-16929.
- España. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de mayo de 2001, núm. 104, pp. 15893-15899.
- España. Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de junio de 2001, núm. 148, pp. 21970-21977.
- España. Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre. *Boletín Oficial del Estado*, 1 de marzo de 2002, núm. 52, pp. 8196-8238.
- España. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el reglamento electrotécnico para baja tensión. Guía Técnica ITC-33 REBT-instalación eléctrica obras. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de abril de 2004, núm. 82, pp. 14297-14297.
- España. Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 18 de junio de 2003, núm. 145, pp. 23341-23345.
- España. Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la instrucción técnica complementaria «mie-aem-4» del reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas. *Boletín Oficial del Estado*, 17 de julio de 2003, núm. 170, pp. 27867-27883.
- España. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de noviembre de 2004, núm. 274, pp. 37486-37489.
- España. Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales. *Boletín Oficial del Estado*, 31 de enero de 2004, núm. 27, pp. 4160-4165.
- España. Real Decreto legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la ley sobre infracciones y sanciones en el orden social. *Boletín Oficial del Estado*, 8 de agosto de 2000, núm. 189, pp. 28285-28300.
- España. Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura. *Boletín Oficial del Estado*, 13 de noviembre de 2004, núm. 274, pp. 37486-37489.
- España. Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de noviembre de 2005, núm. 265, pp. 36385-36390.

- España. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. *Boletín Oficial del Estado*, 11 de marzo de 2006, núm. 60, pp. 9842-9848.
- España. Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción. (disposición adicional 2ª). *Boletín Oficial del Estado*, 25 de agosto de 2007, núm. 204, pp. 35747-35764.
- España. Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, del ministerio de la presidencia por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. *Boletín Oficial del Estado*, 11 de octubre de 2008, núm. 246, pp. 40995-41030.
- España. Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. *Boletín Oficial del Estado*, 5 de febrero de 2009, núm. 31, pp. 12297-12388.
- España. Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención. *Boletín Oficial del Estado*, 23 de marzo de 2010, núm. 71, pp. 27962-27976.
- España. Resolución de 28 de febrero de 2012, de la dirección general de empleo, por la que se registra y publica el v convenio colectivo del sector de la construcción. *Boletín Oficial del Estado*, 15 de marzo de 2012, núm. 64, pp. 23837-23967.
- Fraile, A., De la Orden, M. V., Tejedor, M.M., & González, C. (2007). *Análisis de la mortalidad por accidente de trabajo en España*. INSHT.
- Unión Europea. Reglamento (CE) nº 1907/2006 del parlamento europeo y del consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (reach), por el que se crea la agencia europea de sustancias y preparados químicos. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 30 de diciembre de 2006, núm. 396, pp. 1-852.
- Unión Europea. Reglamento (CE) nº 1272/2008 del parlamento europeo y del consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las directivas 67/548/CEE y 1999/45/ce y se modifica el reglamento (ce) nº 1907/2006. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 31 de diciembre de 2008, núm. 353, pp. 1.
- Sanz, F. (2013). *Estudio sobre riesgos laborales emergentes en el sector de la construcción. Revisión bibliográfica*. INSHT