



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESC. UNIV. ARQUITECTURA TÉCNICA

ENERO DE 2015

MONOGRAFÍA SOBRE HISTORIA DE LA SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN

TRABAJO FIN DE GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA



DIRECTORES:

JOSÉ MANUEL YÁÑEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ MARÍA SUÁREZ PAZ

ALUMNA:

OYINDAMOLA OLADIPO

RESUMEN

La prevención de riesgos laborales en su sentido más estricto ha sido uno de los objetivos más difíciles de alcanzar a lo largo de la historia, debido a esto, en este Trabajo Fin de Grado (TFG) se analizará la continua evolución en cuanto a 'seguridad en la construcción' desde tiempos inmemorables hasta nuestros días, como el desarrollo de una actividad sistemática que tiende a perfeccionarse hasta el punto de minimizar la posibilidad de accidentes laborales, pérdidas de materiales o enfermedades profesionales derivadas de un ambiente desfavorable.

Se plasmará en esta monografía la evolución que han experimentado las herramientas, equipos, máquinas y medios auxiliares de las obras de construcción; y cómo esto ha incidido en la seguridad.

Además, se reflexionará tanto sobre la normativa vigente en cada momento y su repercusión en la mejora de la seguridad en las obras, así como sobre el papel que los diferentes intervinientes en la construcción han tenido como agentes activos en la seguridad, haciendo de esta manera evidente el cambio de mentalidad habido en lo que a seguridad y salud se refiere.

Finalmente, se hablará de lo conseguido en la actualidad en materia de la seguridad en la construcción.

Palabras claves: historia, seguridad, construcción, trabajo, daño.

ABSTRACT

The prevention of occupational hazards in the strictest sense has been one of the most difficult goals throughout history, so in this Final Year Project (FYP) we will consider the ever constant evolution referred to 'Construction site Security' since ancient times until today, as well as the development of a systematic activity that tends to be perfected to the point of minimizing the possibility of accidents, loss of materials or professional diseases resulting from an hostile environment.

This monograph will picture the evolution tools, equipment, machinery and auxiliary media in building sites have undergone and how this has changed security.

Moreover, we will ponder on the existing regulations in each moment of history and their consequences on the improvement of construction site security. In addition, we will analyze the role different factors in construction have had as active agent in security, being obvious the change in mentality when it comes to health and safety concerns.

Finally, we will take under consideration what has been achieved in present times and forecasts for the future regarding this topic, Construction site Security.

Key words: history, security, construction site, work, damage.

CONTENIDO

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	7
1. Los orígenes: la Prehistoria	10
1.1 La Edad de Piedra y la Seguridad	11
1.1.1 Construcción en el Paleolítico	14
1.1.2 Las edificaciones en el Neolítico	15
2. Las culturas antiguas: Mesopotamia y Egipto	18
2.1 Normas legales arcaicas	20
2.1.1 Una legislación estricta: el Código de Hammurabi	20
2.1.2 Consideraciones jurídicas en Egipto	21
2.2 Seguridad en el proceso de construcción	22
2.2.1 Aportaciones de algunos materiales empleados	22
2.2.2 Evolución de los equipos de obra y medios auxiliares	27
3. La sociedad clásica: Grecia y Roma	38
3.1 Normas clásicas	39
3.2 Aspectos estructurales y constructivos clásicos	41
3.2.1 Materiales empleados en la construcción clásica	42
3.2.2 Los elementos constructivos	51
4. La Edad Media	57
4.1 La “ <i>Salud laboral</i> ” en el medievo	59
4.2 Normativa y legislación constructiva en la Edad Media	61
4.2.1 El Fuero Real (1252 – 1255)	64
4.2.2 Las Siete Partidas(1256 – 1275) de Alfonso X El Sabio (1252 – 1284)	65

4.3 Los gremios.....	67
4.3.1 Sus antecedentes y constitución.....	68
4.3.2 Gestión de las condiciones de trabajo por gremios.....	69
4.3.3 Consideraciones sobre el trabajo en la actividad laboral medieval	72
4.4 Aspectos constructivos: equipos de obra y medios auxiliares en la E.M.....	74
4.4.1 Renovación de las tipologías clásicas de máquinas de elevación y transporte de cargas	75
4.4.2 Maquinaria de transporte	80
4.4.3 Nuevas máquinas para la preparación y corte de materiales	81
5. España en la Edad Moderna bajo los reyes católicos	83
5.1 Avances en materia de seguridad en Europa.....	91
5.2 La construcción en la Edad Moderna	92
5.2.1 Preceptos preventivos incorporados en los libros de fábrica y ordenanzas de los municipios.....	97
5.2.2 Fuentes legales sobre construcción.....	99
5.2.3 Equipos y medios auxiliares durante los siglos XVII y XVIII	106
6. La Edad Contemporánea	110
6.1 Revolución Industrial.....	110
6.2 Avances en el siglo XX.....	114
6.3 Mejoras en seguridad en el siglo XXI	130
6.4 Seguridad y salud en construcción.....	131
6.4.1 Legislación en materia de prevención de riesgos laborales en la construcción	136
6.4.2 Sujetos que intervienen en una obra de construcción.....	143
6.4.3 Condiciones materiales de seguridad y salud en construcción	154
6.4.4 Nuevos materiales y la seguridad	197
6.4.5 Los medios auxiliares y la “seguridad integrada” en construcción.....	199
6.4.6 Aplicación de las normas en la sociedad actual	202
Conclusión.....	216
Referencias bibliográficas.....	221

INTRODUCCIÓN

Desde el principio de los tiempos han existido hechos que ponen en riesgo la vida del hombre. Por ende, el ser humano siempre ha tenido la necesidad de protegerse. Sin embargo, hasta hace relativamente poco, se le daba mayor importancia a la producción que a la seguridad en el trabajo.

Antes de proseguir con la consideración, cabe entender como 'Seguridad en el trabajo' la definición que hacen Ballesteros y García¹:

“Por seguridad en el trabajo entendemos ‘el conjunto de técnicas no médicas que tienen como fin el identificar aquellas situaciones que pueden originar accidentes de trabajo, evaluarlas y corregirlas con el objetivo de evitar daños a la salud o, por lo menos, minimizarlos’”

El ser humano ha visto siempre la necesidad de construir y desarrollar nuevos objetos que le facilitaran su trabajo y mejoraran su calidad de vida. Para ello, ha contado con los conocimientos propios de su época y con los materiales que le rodeaban para construir herramientas y máquinas que le ayudasen a mejorar ciertos procesos constructivos.² Sin embargo, esto no supuso una neutralización de los riesgos a los que estaba expuesto; de hecho, creó nuevos retos ante los que tendría que protegerse.

Desde entonces, la construcción ha sido y sigue siendo una actividad arriesgada; este hecho está comprobado por los índices de siniestralidad laboral que colocan a este sector en primer lugar en comparación con otras actividades del país, ya que este tipo de trabajos pueden ocasionar accidentes mortales o perjuicios para la salud.

¹ BALLESTEROS REYES PÉREZ, Ricardo; GARCÍA RIVERA, Félix N. *Seguridad y Salud en la Construcción, Caso de Estudio: Recomendaciones de Seguridad Aplicadas en el P.H. La Yesca*. Dirigida por Luis Zarate Rocha. Tesis doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2010, p. 10

² LEÓN VALLEJO, Francisco Javier. *Construcción del hábitat en la Edad de Piedra*, en Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. A Coruña, octubre de 1998, p. 274

Este sector, desde tiempos remotos, ha tenido una gran necesidad de mano de obra; trabajadores formados por esclavos o personas de bajo estatus social en la antigüedad. La falta de especialización y formación de los obreros, tanto en el pasado como en la actualidad, ha contribuido al aumento de los accidentes en las obras, debido a que el origen de los riesgos se encuentra, aparte de los fallos técnicos, en los propios errores o descuidos del ser humano. Debido a esto, surge la formación como una alternativa válida y una herramienta fundamental de adquisición de conocimientos y nuevas actitudes, a fin de evitar los riesgos existentes en los trabajos propios de construcción.

En el presente trabajo se hará un breve recorrido por la historia de la seguridad en el trabajo, haciendo especial hincapié en el campo de la construcción, desde la prehistoria hasta tiempos modernos, teniendo presente además, que el concepto de seguridad ha variado a lo largo del tiempo según la época y costumbre; podría incluso decirse que es un efecto directo de la idea vigente del concepto accidente.

Aunque, a primera vista, este repaso por la Historia de la Seguridad en la Construcción pudiera parecer sencillo, no lo es en absoluto. Indagar sobre este tema es complejo, pero más difícil resulta la interpretación de los costumbres ancestrales, textos forales, códigos, organizaciones artesanales, etc. que han sido objeto de investigaciones durante siglos.

Así, en los primeros puntos se hará alusión a las legislaciones, estrictas desde el punto de vista de la sociedad actual, que contribuirán al conocimiento de las costumbres de las antiguas civilizaciones y la importancia que le daban a la seguridad, como es el caso del 'Código de Hammurabi', al igual que las aportaciones de personajes, como el historiador Heródoto.

Luego, se examinarán también las aportaciones de las culturas clásicas a la seguridad de las obras de construcción, gracias a la evolución evidente de las herramientas, máquinas, equipos y medios auxiliares de las épocas anteriores.

A continuación, se hará un análisis de épocas más recientes, donde será evidente la evolución experimentada por las normativas de aplicación en la construcción y las técnicas empleadas en dicho proceso que contribuyen, de una manera u otra, a la seguridad.

El interés por la historia y las técnicas de construcción de épocas anteriores no es algo nuevo, ya que sirve para explicar y comprender una de las actividades humanas más antiguas. Así lo demostró Heródoto en sus relatos, al igual que Vitruvio,

aportándonos mucha información sobre las culturas antiguas. También Brunelleschi, en el Renacimiento, realizó un estudio concienzudo de las ruinas romanas y Robert Willis fue el primero en analizar de manera científica y rigurosa la construcción gótica (publicada en 1842). El francés Auguste Choisy contribuiría igualmente al conocimiento de la materia a partir de la publicación de su primer libro sobre la construcción romana en el año 1873.

Este hecho hace que tengamos fuentes casi inagotables sobre las construcciones de las culturas anteriores a nuestra época, que serán objeto de examen para llegar a una conclusión sobre la seguridad en la construcción en cada etapa de la historia.

1. LOS ORÍGENES: LA PREHISTORIA

Conocida como la 'Edad de Piedra', la Prehistoria se suele presentar dividida en dos grandes períodos: Paleolítico y Neolítico, período histórico en que la humanidad se caracterizó fundamentalmente por el empleo de piedra y, eventualmente, de otros materiales como madera, cornamenta, marfil y hueso.

El modo de vida en el Paleolítico se basaba principalmente en la depredación, la caza y la recolección aunque también se dedicaba a la pesca. En esta época no se conocía la agricultura, la ganadería ni la producción de alimentos y, por supuesto, tampoco su almacenamiento sistemático.

Al principio, la humanidad se dedicaba a la recolección de vegetales, a la captura de pequeños animales y a la carroña. Más tarde se ideó la caza, mejorando así las técnicas de percusión lítica. Para la realización de estas actividades se utilizaba, en un primer momento, simples cantos rodados, pero con el paso del tiempo la técnica se hizo más compleja, apareciendo una gran variedad de herramientas y utillaje lítico (fig. 1.1)³, como son los bifaces, hendidores, raederas, hojas de laurel, puntas de flecha, etc.



Figura 1.1.- Herramientas de cacería

³ Historia del Arte (2014). *Primeras manifestaciones artísticas. Prehistoria*. Consultada el 02 de diciembre de 2014, en <http://invernizziarte.blogspot.com.es/2014/04/primeras-manifestaciones-artisticas.html>

El Neolítico se caracterizaba por la mejora en la técnica lítica, la presencia de cerámica y la agricultura. Tradicionalmente, el Neolítico se define como el período en el que se encuentran útiles de piedra pulimentada, frente al Paleolítico, en el que los útiles eran de piedra tallada. Se sitúa en líneas generales y dependiendo de las zonas entre el 9000 a.C. y el 4000 a.C. aproximadamente.

El hecho de que la cronología del Neolítico varíe dependiendo de la zona del planeta se debe a que supone un cambio radical en la anterior cultura de la humanidad, el nomadismo, ya que con la aparición de la agricultura se produce el sedentarismo y se inicia la construcción de edificios con un sistema artesanal.

El Neolítico fue, además, el período en el que el hombre pasó de una economía de subsistencia a una economía de producción. La sociedad pasó de ser cazadora-depredadora a formar la “sociedad de producción”, puesto que la economía de producción desplaza la de depredación, que se convirtió en una actividad complementaria.

La llegada del Neolítico también trajo consigo una serie de innovaciones, como el mayor desarrollo de los poblados e innovaciones en las actividades artesanales –en especial, la cerámica-.

1.1 LA EDAD DE PIEDRA Y LA “SEGURIDAD”

Aunque pueda inducir a confusión hablar de “Construcciones” en la prehistoria y, especialmente, hablar de la seguridad o prevenciones de riesgos durante su realización, consideraremos como “arquitectura” o edificación natural a las estructuras geológicas de las grutas, tanto si fueron ocupadas por razones domésticas como de trabajo.

La arquitectura natural no era para el hombre primitivo tan solo un espacio geográfico, sino un universo elaborado por su mente y que excitaba sus sentimientos místicos y sus creencias religiosas. La escenografía arquitectónica de las grutas con arte primitivo indica, sin lugar a dudas, una atención al entorno topográfico y una distancia u orientación adecuada en la visión de las figuras por parte de los cazadores.

Tras muchos siglos de investigación se ha llegado a vislumbrar un poco el valor simbólico del arte primitivo y el significado de cada especie animal, pintada o grabada, dependiendo de su ubicación en la cueva. Así fue en el caso de Leroi-Gourhan en su libro "*Préhistoire de l'Art occidental*" (1965) que tras un concienzudo estudio descubrió una serie de vínculos entre animales y puntos concretos de las cuevas: el

estructuralismo. Es decir, el arte es una proyección simbólica y ordenada del mundo de los cazadores.

Si bien el ser humano no levantó aquella grandiosa construcción -la cueva-, supo aprovechar las estructuras creadas por la naturaleza, inicialmente para protegerse y guarecerse de las inclemencias del tiempo y de los ataques de animales salvajes. Pero la cueva enseguida se convirtió en un santuario con pinturas rupestres, que constituía un lugar donde se podía implorar por la fecundidad cósmica o la *seguridad* en la caza; o bien donde realizar rituales y cultos de carácter chamánico -teoría confirmada por los emplazamientos que eran de difícil acceso, estrechos, pequeños, oscuros y a menudo, amenazadores-.

A partir de este momento el hombre empezó a sentir cierta inquietud por la seguridad durante su trabajo, de ahí que se constituyera un lugar para realizar ceremonias y rezar por su seguridad durante la caza. De hecho hay indicios de que, antes de las partidas de caza, realizaban actividades preventivas: amuletos, danzas rituales, etc., solicitando protección a los espíritus benefactores, lo que supuso el origen de la "*seguridad mágica*".

Este nuevo ideal de seguridad surgió debido a que eran conscientes de la necesidad de defender su salud amenazada por el riesgo de las actividades que realizaban con las primeras herramientas y con las que probablemente sufrieron lesiones al manipularlas. Asimismo, ante la posibilidad de sufrir lesiones por caídas, ataques de animales, por agresiones de sus semejantes o la exposición a sustancias peligrosas, gases, minerales, vegetales o animales ponzoñosos.

De estos factores temporales y las circunstancias que rodeaban al ser humano de entonces, se llega a la conclusión de que no fueron fruto de la casualidad las nuevas herramientas de trabajo emergentes, sino que estas aparecieron debido a la concienciación referente a los posibles riesgos. Esta idea es la que pone en marcha la elaboración de herramientas con unas características concretas, que se adaptaban las formas y necesidades humanas, como antecedente remoto de la ergonomía (fig. 1.2⁴ y 1.3⁵).

⁴ Museum of the Stone age. (2014). *Paleolithic Stone Tools*. Consultada el 31 de mayo de 2014, en <http://www.stoneagetools.co.uk/palaeolithic-tools.htm>

⁵ Wikipedia, the free encyclopedia. (2013). *History of construction*. Consultada el 31 de mayo de 2014, en http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_construction



Figura 1.2.- Hacha paleolítica de piedra.

Figura 1.3.- Hacha neolítica de piedra con mango de madera (Museo británico).

En el proceso evolutivo de las construcciones domésticas, que comenzó con los refugios de los primeros seres humanos, las cavernas, las viviendas efímeras y transitorias y las tiendas primitivas, cada vez adquirió más importancia la solidez y la resistencia en las edificaciones, que contribuyó a una mayor seguridad en cuanto a su utilización.

Además, no se puede pasar por alto el hecho de que el hombre también tomó refugio, durante esta etapa prehistórica, en la propia naturaleza, de forma solitaria, en condiciones muy precarias, aprovechando los abrigos naturales de la orografía y el bosque, debido a los ciclos climáticos o los movimientos periódicos de los animales que constituyeron su sustento. Esto llevó a que discurriera las primeras modificaciones del medio y utilizar las primeras protomanifestaciones edificadas.⁶

Finalmente, cuando los grupos humanos abandonaron el nomadismo y desarrollaron una economía más segura, dejaron de someterse a las arbitrarias condiciones de abundancia o escasez de alimentos para definir el tipo y el modo de construir sus viviendas y la forma de agruparse, que pasó a estar condicionada por las circunstancias del medio geográfico, la naturaleza del terreno y sus rasgos climáticos. Para algunos prehistoriadores, tales factores del entorno fueron los verdaderos determinantes de los modelos de la primitiva edificación, por delante de otras razones de tipo intelectual.

En vista de esto, cabe suponer que para adaptarse a su nuevo modo de vida, distinta del nomadismo, se vio la necesidad de mejorar las frágiles edificaciones a las

⁶ LEÓN VALLEJO, Francisco J. *Op. cit.*, p. 276

que el ser humano estaba acostumbrado, fácilmente desmontables, para construir obras mucho más sólidas y resistentes.

1.1.1 CONSTRUCCIÓN EN EL PALEOLÍTICO

En el paleolítico, además de la utilización de cuevas había otros dos grandes grupos de tipos y técnicas constructivas. Al primer grupo corresponden zanjas excavadas en el terreno sin cubrir, parapetos realizados por medio de amontonar piedras y tierra por encima del terreno u otros contruidos con palos atados o entrelazados y recubiertos de ramas o pieles, hincados en el terreno con distinta inclinación, lo cual permitía un cierto grado de cobertura, es decir, abrigos abiertos contra el viento y la intemperie.

Dentro del segundo grupo están las construcciones con armazones y cerramientos ligeros y abiertos, se encuentran las tiendas, cabañas y chozas levantadas sobre el suelo o, preferentemente sobre una base semienterrada, en la que para su construcción se usaban inicialmente pequeños ramas o troncos de sauces y abedules, cañas y juncos. Pero, tras el conocimiento de la resistencia del hueso de mamut, se empezó a usar este material frente a los antes mencionados. Todas las herramientas disponibles en aquel entonces eran de piedra tallada y el ser humano sencillamente unió estas piezas con ligaduras. Este modelo de construcción, carente de muros, permitía una mayor rapidez en el montaje y desmontaje, algo que resultaba útil debidos a los continuos desplazamientos, dados el tipo de vida y actividades del ser humano primitivo.

En estas nuevas construcciones, se cubrían las superficies laterales con ramas o pieles dejando sin tapar aberturas de paso y de ventilación de los humos del hogar interior, ya que se utilizaba el fuego probablemente como medio de iluminación, de calefacción, de protección contra animales salvajes y para cocinar alimentos. Más tarde se emplearían capas de barro o pez para reforzar y hacer que los cerramientos fueran más estables o, simplemente, para conseguir un mayor grado de aislamiento.

Al final del período conocido como Mesolítico, esta tipología constructiva evolucionó hasta adquirir mayor estabilidad, complejidad de los asentamientos y los armazones de cubierta, gracias a la aparición del muro y por tanto de la mampostería y la fábrica de tapial y adobe.

1.1.2 LAS EDIFICACIONES EN EL NEOLÍTICO

Con la aparición de la agricultura, el ser humano realizó un cambio radical en su cultura, pasando de una economía de subsistencia a una economía de producción. En vista de las exigencias funcionales del nuevo modo de entender la economía, el trabajo y las relaciones humanas, la actividad constructiva evolucionó trayendo consigo diversas innovaciones como la construcción de edificios con un sistema artesanal. Con el desarrollo de estas prácticas artesanales, el hombre se expuso a riesgos diferentes y adquirió conciencia de los peligros que implicaban. A pesar de esto, es probable que en esa época fuera más importante la seguridad colectiva que la individual, lo que llevó a restarle importancia a dichas actividades.

En el neolítico se produjo la aparición de los primeros poblados con casas edificadas con diferentes materiales y estructuras complejas, en diferentes partes del mundo: casas de adobe en el Oriente Próximo y de grandes troncos de madera en Europa central y occidental, entre otros ejemplos.

Las mismas civilizaciones formadas en todo este proceso anterior lucharon, por codicia, unos contra otros para la obtención de más territorio, acto conocido como “guerra”. Esto provocó, como era de imaginar, lesiones por armas de combate e incitó también la construcción de medios para defenderse de ellas, convirtiéndose en el antecedente del *equipo de protección personal*.

Asimismo, es destacable que, debido a la situación de entonces, se promoviese la búsqueda de una *protección colectiva* de la sociedad ante tales amenazas. Se empezó a construir muros y murallas alrededor de las ciudades como la monumental muralla de piedra de Jericó (actual Jordania).

Esta muralla, la más antigua conocida, contaba con siete metros de altura cuando se construyó (VIII milenio a. C.). Está formada por mampostería de piezas de distinto tamaño y construida de forma que las hiladas sean regulares, utilizando en ocasiones argamasa y enripiado para rellenar los huecos. Además, le introdujeron mampuestos alargados de un lado a otro, lo que finalmente resultó en una formidable fortificación realizada con una técnica exquisita, y no un simple amontonamiento de guijarros, con un espesor en la base de dos metros y una altura conservada de cuatro (fig. 1.4)⁷.

⁷ Lugares Bíblicos. (n.d.). *Jericó*. Consultada el 01 de mayo de 2014, en <http://www.lugaresbiblicos.com/jerico.htm>



Figura 1.4.- Restos de la Muralla de Piedra de Jericó.

Subsiguientemente, en las nuevas áreas de expansión de Siria y Líbano aconteció una transformación que marcaría la evolución del concepto y la técnica edificatoria: la aparición de la planta rectangular y su crecimiento con estructura compleja⁸. Aunque no supone, desde el punto de vista de la seguridad, gran avance, sí que hizo que se aprovecharan mejor los espacios de las viviendas.

El punto álgido del Neolítico, casi en su punto final, está caracterizado por la expansión cultural de la cerámica y la consolidación de las viviendas con forma de rectángulo, que, de hecho, poco ha ido variando, a excepción del uso de piedra o ladrillo cocido para cimentar las fábricas de adobe y el tapial, lo cual hizo que estas construcciones fueran más sólidas y resistentes que anteriormente; posteriormente, además, tras la aparición de las herramientas de metal, la complejidad del labrado, así como la organización de los propios materiales y, por supuesto, las estructuras de las construcciones, se vio engrandecida.

También fue en el Neolítico cuando la minería hizo su aparición. Concretamente en Europa, se comenzó a explotar ricas vetas de sílex de alta calidad mediante sistemas de pozos y galerías radiales. Entre las más conocidas se encuentran las de Grimes Graves (Gran Bretaña), de Krzemionki (Polonia) y de Spiennes (Bélgica).

A lo largo de este gigantesco arco cronológico de la historia humana –la prehistoria-, seguramente hubo muchas incidencias y accidentes relacionados con el trabajo, pero no fue hasta el período Neolítico cuando se relacionó, por primera vez, daño con accidente de trabajo, con el derrumbamiento de una galería subterránea de

⁸ LEÓN VALLEJO, Francisco J. *Op. cit.*, p. 278

la cantera de Sílice (actual Bélgica), en la zona de Oubourg, en la que hubo numerosos afectados.⁹

Actualmente, según la Ley General de Seguridad Social (art 115 RDL 1/94, de 20 de Junio), se considera “accidente de trabajo” a “[...] *toda lesión corporal que el trabajador sufra con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecute por cuenta ajena*” y “daños derivados del trabajo” como “[...] *las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con ocasión o por motivo del trabajo*”.

Al igual que “la seguridad”, el concepto “trabajo” también estuvo sujeto a interpretaciones a lo largo de los tiempos. Pasó de ser una “maldición bíblica” o una obligación que castiga al vago y maleante a ser un estado de purificación que conduce hacia Dios y que culmina en esta época en un derecho individual.

Sin embargo, es evidente, y en la actualidad lo sabemos, que hay una relación directa entre el trabajo y la salud, incluida su pérdida, según el sistema de trabajo a realizar y las medidas preventivas que se tomen mientras se lleva a cabo.

Pero, hasta llegar a comprender esta relación directa, las actividades humanas tuvieron que sufrir muchos cambios. Estos cambios consiguieron transformar al hombre de las cavernas en un ser humano científico y técnico, ya en el siglo XXI, debido a sus numerosos encuentros con los accidentes y las enfermedades como consecuencia, no sólo del trabajo, sino de los propios materiales, útiles y productos que utilizaba, encuentros que aún se perpetúan.

Este hombre de las cavernas se veía incapacitado especialmente en las épocas que más necesitaba producir por los accidentes ocurridos, como en las épocas de caza, pesca y guerra y, más tarde, durante el ejercicio de sus nuevas profesiones de minero, metalúrgico y artesano, de donde surgieron las precursoras de las enfermedades profesionales.

⁹ MOLINA BENITO, José Antonio. *Historia de la seguridad en el trabajo en España*. Junta de Castilla Y León, 2006. p. 23

2. LAS CULTURAS ANTIGUAS: MESOPOTAMIA Y EGIPTO

Aunque en la prehistoria las actividades preventivas se limitaban solamente a danzas rituales y amuletos, esta seguridad estaba en manos de las deidades; en cambio, en la antigua civilización de Mesopotamia al igual que en Egipto, se han encontrado destacables avances en materia de salud laboral y, por supuesto, en seguridad.

Los habitantes de Mesopotamia llegaron a asociar las cataratas oculares con la manufactura y el trabajo artesanal del vidrio, lo que les llevó a realizar prácticas quirúrgicas como la operación de catarata para contribuir al bienestar del artesano. A modo de ejemplo, en el **Código de Hammurabi** se encuentran algunas especificaciones sobre intervenciones quirúrgicas:

“Si un médico ha tratado a un hombre de una enfermedad grave y lo cura, o abre una hinchazón con un cuchillo y salva el ojo del paciente, ha de recibir diez siclos de oro. Si el paciente es un hombre libre, el pago será de cinco siclos. Si es un esclavo, el dueño pagará dos siclos”.

Mientras, en Egipto, en la ‘*Sátira de los oficios*’¹⁰, se encuentran textos que señalan una relación causal entre las posturas incómodas en el trabajo y la fatiga o las deformaciones físicas. También se describen afecciones oculares y parasitarias ocasionadas por el uso del barro, tal como muestra el siguiente texto¹¹:

“[...] He visto al herrero en su trabajo, a la boca de su horno. Sus dedos son como garras de cocodrilo, apesta más que las huevas de pescado. El carpintero que esgrime la azuela está más fatigado que campesino; su campo es la madera; su arado es la azuela; su trabajo no tiene fin. Hace más de lo que sus

¹⁰ Datada en el año 2.400 a.C.

¹¹ SERRANO DELGADO, José Miguel. *Textos para la historia antigua de Egipto*. Madrid: Cátedra, D.L. 1993, p. 221-224

brazos pueden hacer. Aún durante la noche tiene la luz encendida. El joyero golpea con el cincel, todo tipo de duras piedras. Cuando ha terminado de rellenar un ‘ojo’, sus brazos están exhaustos, encuentra fatigado. Está sentado hasta la puesta de sol, con sus rodillas y espalda encorvadas. [...]El alfarero ya está bajo tierra, aunque aún entre los vivos. Escarba en el lodo más que los cerdos, para cocer sus cacharros. Sus vestidos están tiesos de barro, su cinturón está hecho jirones. El aire que entra en su nariz sale derecho del horno. Fabrica con sus pies un peso con el que él mismo es triturado [...]”

En el ‘Papiro Quirúrgico’, descubierto por Edwin Smith en el siglo XVIII, también se mencionan diversas dolencias y enfermedades –en particular las que afectan al sistema nervioso–, asociadas hipotéticamente a ocupaciones específicas¹² (fig. 2.1)¹³.

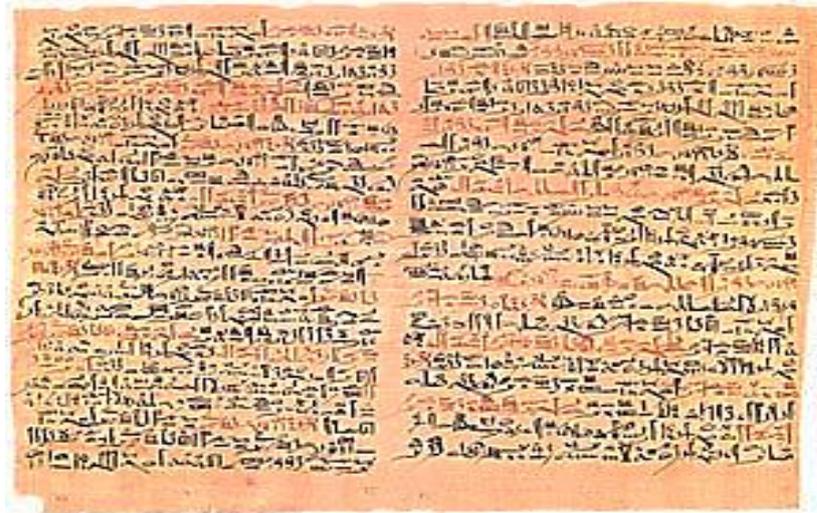


Figura 2.1.- Partes VI y VII del Papiro quirúrgico egipcio. XVII Dinastía de Egipto.

A continuación se analizarán algunas normas que se establecieron ante la necesidad de protegerse frente a los peligros presentes en los trabajos y en las edificaciones de la época. Incluso, veremos prescripciones concretas sobre las responsabilidades tanto civil como penal de los agentes de la construcción.

¹² FERNÁNDEZ, E. *Diagnóstico neuropsicológico*. Arequipa: UNSA, 2000.

¹³ Egiptología. (2012). *Cultura egipcia - Medicina*. Consultada el 31 de mayo de 2014, en <http://imperio-nuevo.blogspot.com.es/2012/03/cultura-egipcia-medicina.html>

2.1 NORMAS LEGALES ARCAICAS

2.1.1 UNA LEGISLACIÓN ESTRICTA: EL CÓDIGO DE HAMMURABI

El Código Legal de Hammurabi, cuyo nombre honra al sexto rey de la dinastía semita de Babilonia, es una de las mayores maravillas que nos ha legado la antigüedad y es la primera huella demostrada de la existencia de *normas legales* reguladoras de la responsabilidad civil de la profesión del ser humano.

Se presenta como una gran estela de basalto (fig. 2.2)¹⁴. En su parte superior, hay una escultura que representa a Hammurabi, de pie delante del dios del sol y la justicia de Mesopotamia, Shamash, que le entrega un rollo que contiene las leyes. Debajo aparecen inscritas, en caracteres cuneiformes acadios, leyes que rigen la vida cotidiana. Fue colocado en el templo de Sippar. A la par, se colocaron otros ejemplares por todo el reino como el que se encontró en las puertas de la ciudad de Babilonia.

El objetivo de esta ley era homogeneizar jurídicamente el reino de Hammurabi, y de este modo, consolidar en todas las partes del reino una cultura común.

Este Código fue descubierto en la ciudad de Susa en el actual Irán, por la expedición que dirigió Jacques de Morgan en diciembre de 1901. Luego fue llevado a Paris (Francia), donde el padre Jean-Vincent Scheil tradujo la totalidad del código al francés. Y por último, lo trasladaron al Museo del Louvre (París), donde se halla hasta nuestros días en exhibición.

La estructura del Código se divide en tres partes: prólogo, cuerpo de leyes y epílogo. El primero intenta exponer las potestades del rey para legislar esas normas.

El cuerpo de leyes por su parte se subdivide en otros cuatro grupos jurídicos. Al primer grupo pertenecen los artículos del 1 al 5 que son la introducción; el siguiente corresponde al derecho de propiedad que abarca los artículos del 6 al 126; luego se trata el derecho familiar, del artículo 127 al 193 y, por último, el derecho civil y criminal, en los artículos 194 al 282. Por último, el epílogo se empeña en recomendar la protección completa del texto y su ferviente cumplimiento.



Figura 2.2.-Estela de basalto del Código de Hammurabi.

¹⁴ Imagens. (n.d.). *Estela do Código de Hammurabi*. Consultada el 1 de junio de 2014, en http://www.biblioteca.templodeapolo.net/ver_imagens.asp?Cod_Imagem=1409&Topo=#topo1

Nos centraremos en examinar el contenido del grupo que pertenece al derecho civil y criminal, ya que es nuestro objeto de estudio. Dentro de este grupo se encuentran prescripciones sobre los daños personales, los honorarios de determinadas profesiones, así como las responsabilidades de los arquitectos y de los constructores; también establece preceptos sobre arrendamiento de personas, animales y cosas; y finalmente cómo resolver cualquier asunto relacionado a la compra y venta de esclavos.

En concreto, dentro de los artículos de las responsabilidades de los arquitectos y de los constructores, el Código refleja prescripciones derivadas de los posibles daños que sufrieran los trabajadores. Los artículos 229 y 230 exponen que si un arquitecto o constructor construía un edificio y no le daba suficiente solidez y, por lo tanto, se derrumbaba matando al dueño, el arquitecto debía pagar con su vida, o con la de un hijo suyo si la víctima fuese uno del dueño. Y si quien moría era el esclavo, el dañado sería restituido por otro de igual valor. Aunque algo brusco, es una mejora de la Ley del Talión¹⁵ y un antecedente del resarcimiento del daño; antecesor de las normativas sobre construcción que han ido apareciendo a lo largo de la Historia.

Los derrumbes sin daños corpóreos se sentenciaban con reconstrucciones a cargo del contratista durante los diez años siguientes a la edificación de viviendas tal como se tiene reglamentado; como se puede apreciar, algo muy similar a la actual responsabilidad de promotores y contratistas.

Este mismo Código recogía también un apartado en el que podemos ver manifestada la incorporación de medidas preventivas en el trabajo. Se menciona, por ejemplo, un artefacto con el que se han de sujetar las patas traseras del ganado vacuno, para que no dañe al ordeñador y rompa la vasija de leche, lo que podemos interpretar como *protección contra impactos*, en nuestros tiempos.

2.1.2 CONSIDERACIONES JURÍDICAS EN EGIPTO

A pesar de ser la cultura más estudiada del mundo antiguo, solo se conservan escasas fuentes jurídicas de Egipto. Además, las grandes lagunas cronológicas en ellas han complicado su estudio. Dichas fuentes se encuentran escritas en estelas, tumbas y papiros.

¹⁵ La **Ley de Talión** fue el principio fundamental que inspiró muchos sistemas antiguos de justicia. La palabra **talión** viene del latín **talio**, **talionis**, término que designaba un arcaico tipo de castigo o pena jurídica exactamente igual que el delito cometido. La expresión más representativa que tenemos de esta ley es: "Ojo por ojo y diente por diente"

Entre ellas destacaremos el *Código de Bocchoris (715 a.C.)*, conocido como el primer código egipcio. Según Diodoro Sículo (siglo I a.C.), con este código se intentó abolir la servidumbre por deudas.

Otro código es el de Hermópolis (s. III a.C.), en el que se recopilan los derechos cotidianos más antiguos, entre los que se contemplan los litigios que se producían a la propiedad de bienes inmuebles, arrendamientos, sucesiones y otros asuntos de derecho civil.

Pero el más importante para nuestra consideración es el código llamado los Ocho Libros de *Toth*. En ellos, refiriéndose al trabajo, leemos: “[...] *cada cual está obligado a dar cuenta de cómo gana su sustento, ya que el ocio se perseguirá y castigará con la pena de muerte*”¹⁶. A diferencia de Mesopotamia, para la población egipcia, el trabajo era una fuente de bienestar, no de desasosiego, por lo que era necesario que se produjese una gran mejora en el sector para que su fuente de ‘bienestar’ no fuera la causa de su desgracia.

En esta época la vida humana era menospreciada dada la abundancia de mano de obra esclava. Cuando ocurría alguna fatalidad o algún accidente mortal, se limitaban a reemplazar al muerto o herido por otro esclavo. Sólo durante el reinado de Ramsés II se llegó a vislumbrar cierta preocupación por la seguridad, ya que brindaba un trato especial a los esclavos que construían sus estatuas, porque pensaba que si estaban bien descansados y alimentados realizarían su trabajo con más gusto, así las estatuas serían más estéticas¹⁷ y, por ende, habría menos riesgos de accidentes durante su elaboración.

2.2 SEGURIDAD EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

Se expone a continuación cómo algunos de los materiales empleados en la construcción y la evolución tanto de los equipos de obras como de los medios auxiliares contribuyeron a la seguridad en el proceso constructivo.

2.2.1 APORTACIONES DE ALGUNOS MATERIALES EMPLEADOS

En la arquitectura mesopotámica y egipcia, los materiales de construcción fueron, por excelencia, el adobe y la piedra. El adobe era el material más barato y fácil de trabajar, además de ser de excelente calidad en Egipto. La piedra, a pesar de que era muy cara y de difícil obtención, acabó siendo la materia prima ideal para la

¹⁶ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 16

¹⁷ GEBHARDT, Víctor. *Los dioses de Grecia y Roma*. Barcelona: Espasa, 1880. Tomo II, p. 534

arquitectura funeraria y religiosa. Estos materiales supusieron una aportación a la seguridad dada su resistencia y estabilidad.

A) Del adobe al ladrillo

La “tierra” ha sido uno de los materiales de construcción más antiguos de los que se tiene constancia. El hombre la ha utilizado, junto con otros materiales que la naturaleza ponía a su alcance, desde su salida de las cuevas para elaborar viviendas. De hecho, lo que se conoce como ‘arquitectura de tierra’ son los muros de tapial, constituidos por arena mezclada con arcilla y paja.

La arcilla, barro o adobe comenzó a utilizarse sin cocer, como una pasta aplicada a la estructura y recubrimiento de muros protegidos con elementos vegetales para evitar su deterioro por acción del agua, aunque no era un problema recurrente en una región tan seca como Egipto. Posteriormente se inició la elaboración de ladrillos de adobe, que permitían mejorar la estructura de la construcción.

La forma y tamaño de estas piezas eran irregulares y presentaban juntas de barro muy gruesas y frágiles; debido a que su preparación se realizaba a mano. A pesar de esto, presentaban varias ventajas respecto al barro, material de uso predominante en Próximo Oriente desde las primeras manifestaciones constructivas del 9.000 a.C.

Entre las ventajas está el hecho de que resolvían, en parte, los problemas de solidez que presentaban los muros de barro, ya que por su larga duración de secado, se contraían y se agrietaban. Con la incorporación de la paja se conseguía que la masa no presentara ninguna fisura durante el secado. La facilidad con que se transportaban los adobes frente al barro, también contribuyó a que se pudiera construir una pared a mayor distancia del lugar de obtención de la materia prima. Y por último, tal como menciona Graciani García¹⁸, no era necesario utilizar un soporte de sujeción del muro para mantenerlo recto durante el secado del barro, ya que el ladrillo actuaba como encofrado permanente.

En Egipto, el adobe se convirtió en el material más usado para la construcción cotidiana, seguido de la piedra y la madera, que escaseaban en esta región desértica. También se utilizaba para realizar otros elementos arquitectónicos, como por ejemplo molduras.

¹⁸ GRACIANI GARCÍA, A. *Algunas notas sobre las piezas cerámicas en la construcción mesopotámica*. En Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Burgos, junio de 2007 p. 501-502

Se recogía la arcilla en el valle, luego se humedecía en la proporción adecuada mezclándola con paja, material de la que se hace mención en el libro de los éxodos de las Santas Escrituras¹⁹, alrededor de los años 1513 a.C., para la fabricación del ladrillo de adobe:

“Inmediatamente en aquel día Faraón mandó a los que obligaban a la gente a trabajar y a sus oficiales, y dijo: “Ustedes no deben recoger paja para dársela al pueblo para que haga ladrillos como antes. Que vayan ellos mismos y recojan la paja para sí. Además, la cantidad de ladrillos que les era exigida y que hacían antes, todavía se la impondrán. [...]”. De modo que salieron los que obligaban a la gente a trabajar, y sus oficiales, y dijeron al pueblo: “Esto es lo que ha dicho Faraón: ‘Ya no les doy más paja. Vayan ustedes mismos, consíganse paja dondequiera que la hallen, porque no ha de haber ni una pizca de reducción de sus servicios’”. Por lo tanto, se esparció el pueblo por toda la tierra de Egipto a fin de recoger rastrojo para [usarlo como] paja. Y los que los obligaban a trabajar seguían apremiándolos, diciendo: “Acaben sus trabajos, cada uno su tarea, día por día, tal como cuando estaba disponible la paja”. Más tarde, los oficiales+ de los hijos de Israel, que habían sido puestos sobre estos por los señaladores de tareas de Faraón, fueron golpeados, mientras estos decían: “¿Por qué no acabaron su tarea prescrita de hacer ladrillos como antes, ni ayer ni hoy?”.”

Este texto también muestra la condición lamentable en la que se trabajaba en la época. Los esclavos eran golpeados a pesar de todo el esfuerzo realizado durante las exhaustivas largas jornadas de trabajo.

El último proceso es en el que se llena un molde con la mezcla conseguida y se procede a secarla.

La influencia del uso de piezas de adobe se expandió desde el preneolítico de Jericó (Tell al-Sultan) en Palestina hasta Mesopotamia, donde rápidamente se produjeron importantes avances en cuanto a los materiales de construcción, como el desarrollo de las fábricas de adobe y ladrillo, gracias a la naturaleza arcillosa del suelo.

¹⁹ Traducción del Nuevo Mundo de las Santas Escrituras (1987). Éxodo, capítulo 5, versículo 6-14.

Durante el Neolítico Acerámico (7.600 – 6.600 a.C.), en algunas zonas, se comenzó a trabajar la piedra. En esos momentos empezaron a disponer cimientos pétreos para prevenir contra el deterioro de las fábricas de adobe por la acción del agua.

Haciendo inciso en las cimentaciones, tanto en Egipto como Mesopotamia, generalmente, se asentaban los edificios directamente sobre el terreno sin una estructura de cimentación propiamente dicha. Por el uso de la arcilla como material de construcción, las edificaciones se asentaban sobre plataformas de colinas naturales o aquellas construidas como podemos evidenciar gracias a los restos arqueológicos encontrados en la actualidad.

Entre los años 5.000 – 3.500 a.C. se produjo en Mesopotamia un cambio importante: por primera vez se sometió el adobe al proceso de cocción, produciéndose así la invención del ladrillo, idea concebida para proteger los arranques de los muros de adobe y la pavimentación de los espacios abiertos ante la posibilidad de deterioro por humedad. Fue tal el avance que, en vista de las ventajas que presenta el ladrillo se sigue usando hasta el día de hoy.

No obstante, hasta el reinado de Nabucodonosor (605 – 562 a.C.), junto con la aparición de una industria ladrillera durante la reconstrucción de Babilonia, el ladrillo cayó prácticamente en desuso y el material de construcción por excelencia siguió siendo las piezas de adobe.

Por otro lado, y a pesar del conocimiento del ladrillo cocido, no se documenta el uso de ladrillo cocido en Egipto hasta la época romana, debido a la gran calidad del adobe egipcio. Podemos ver lo consistente que era este adobe por los muchos edificios en excelentes condiciones que se conservan hasta la actualidad.

B) Betún

Heródoto²⁰, con sus referencias a la construcción neobabilónica, aportó mucho al conocimiento de las antiguas civilizaciones. En sus alusiones constructivas hace referencia al betún, material habitual en Mesopotamia usado para armar las fábricas de ladrillo.

En la antigua civilización, el betún tenía una doble funcionalidad: como argamasa y como aislante. La gran cantidad existente en el territorio hizo que se empleara como

²⁰ Heródoto de Halicarnaso fue un historiador y geógrafo griego que vivió entre el 484 y el 425 a.C.

argamasa e incluso para revestir paramentos exteriores. Así lo demuestra el siguiente texto²¹:

“Y empezaron a decirse, cada uno al otro: “¡Vamos! Hagamos ladrillos y cozámoslos con un procedimiento de quema”. De modo que el ladrillo les sirvió de piedra, pero el betún les sirvió de argamasa”.

Los relatos de Estrabón²², como los de Heródoto, se referían al uso del betún asfáltico como impermeabilizante, hecho que contribuyó a una mayor resistencia de las viviendas al eliminar el problema de las infiltraciones a través de los adobes o ladrillos cocidos.

C) Piedra

Desde mucho tiempo atrás, la piedra ha fascinado a la humanidad por su belleza y durabilidad, como símbolo de la eternidad.²³ Por este motivo, ha sido el material de construcción más ampliamente utilizado en la Historia, llegando a hacerle competencia, en ciertas épocas, al ladrillo. Pese a ello, no fue hasta el siglo XX, que el cemento y el hormigón acabaron con la ‘Cultura de la Piedra’, siendo ahora utilizado en construcciones nobles, artísticas o de alta categoría social.

En un principio, el uso de la piedra solamente tuvo un significado mágico-religioso. Así lo muestra el levantamiento de una columna de piedra en el paleolítico, el menhir, considerado por muchos como la primera manifestación de arquitectura. El ‘menhir’ simbolizaba, a parte de la adoración del ser humano a las deidades, un elemento de conexión entre el más allá y lo terrenal (fig. 2.3)²⁴.

En las grandes obras que se realizaban totalmente en piedra, procuraban que sus localizaciones fueran próximas a las canteras de las que se pretendía obtener el material, lógicamente por el gran volumen de éste que había que mover.

Las principales rocas empleadas por la construcción en el



Fig. 2.3.- Menhir de Mollet

²¹ Traducción del Nuevo Mundo de las Santas Escrituras (1987). *Génesis*, capítulo 11, versículo 3

²² Estrabón fue también un geógrafo e historiador griego.

²³ CARRETERO LEÓN, M^a Isabel. La piedra como material de construcción en la antigüedad. En GRACIANI GARCÍA, Amparo. *La Técnica de la Arquitectura en la Antigüedad (2º Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011, p. 57

²⁴ Museu Abelló, Fundació Municipal d'Art. (n.d.). *Menhir de Mollet*. Consultada el 03 de mayo de 2014, en www.museuabello.cat

mundo antiguo eran: granitos, calizas, areniscas, calcarenitas, pizarras, gabros, pórfidos, gneises y otras rocas ígneas y metamórficas. No obstante, no fue hasta el período comprendido entre los años 5.000 y 3.000 a.C. cuando las rocas comenzaron a emplearse como ornamento; y entre las más usadas se encontraban: mármoles y serpentinas, y algunas minerales como malaquita, azurita, rodonita, jadeita, nefrita, turquesa, lapislázul, labradorita, etc. Existen ejemplos, como son los conos de piedra embutidos en yeso, que se utilizaban para decorar las fachadas de Mesopotamia.

La piedra presentaba cualidades tan importantes como alta resistencia a la compresión y al impacto, gran durabilidad, etc. lo cual hacía que fuera idóneo para las construcciones de grandes 'monumentos' tales como las pirámides y los templos.

2.2.2 EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS DE OBRA Y MEDIOS AUXILIARES

Con respecto al Neolítico, los métodos continuaban prácticamente iguales en las culturas mesopotámica y egipcia, se seguía empleando la rampa y la palanca, y la tracción humana y animal como única fuerza motriz en la construcción.

Sin embargo, alrededor del año 4.000 a.C. fue inventada la rueda, inicialmente concebida para otro propósito: la rueda de alfarero. Rápidamente se utilizó para la construcción del carro y prontamente fue incorporada como medio de transporte de las cargas pesadas en las obras.

Las primeras ruedas eran discos macizos unidos a un eje que giraban con ella. En el año 2.500 a.C., las ruedas giraban mientras que el eje permanece fijo al chasis del vehículo. Pero, hacia el 2.000 a.C., aparecieron los radios que aumentaron la resistencia y disminuyeron el peso de la rueda (fig. 2.4²⁵ y 2.5²⁶).

La invención de la rueda, indudablemente, favoreció mucho el sector de la construcción, haciendo mucho más llevadero el transporte de los materiales de construcción que, en su mayoría, eran piedras pesadas.

²⁵ Blog de historia (2013). *La rueda*. Consultada el 03 de mayo de 2014, en http://lmblogdehistoria.blogspot.com.es/2013_06_01_archive.html

²⁶ E-Historia.es (2009). *Los medios de transporte en las civilizaciones antiguas*. Consultada el 03 de mayo de 2014, en <http://e-historia.es/historia/los-medios-de-transporte-en-las-civilizaciones-antiguas>



Figura 2.4.- Rueda hallada cerca de Susa, datada en el II Milenio a.C. National Museum (Irán).

Figura 2.5.- Grabado que muestra el uso de la rueda en Mesopotamia.

A) Técnicas de extracción y el transporte en la antigüedad

En el año 2.600 a.C. se produjo una gran explotación de canteras con la construcción de la tumba del rey egipcio Zóser, lo que supuso una cantidad considerable de piedra a obtener.

Los egipcios hacían distinción entre las rocas blandas (calizas o areniscas) y duras (ígneas, granito o basalto) en cuanto a su sistema de explotación de las canteras, tal como se cita a continuación²⁷:

“[...] En las canteras de rocas blandas, el frente se mantenía vertical, y los bloques se desprendían abriendo una cata de aproximadamente medio metro de altura en su parte superior, de la misma anchura del bloque. A partir de ella, en la que podía trabajar un hombre en cucullas, se abrían otras catas entre 10 y 15 cm de anchura, en los tres lados del bloque, que llegaban hasta base. Por último se instalaban cuñas de madera en la base, protegidas por placas de metal, que al mojarlas, hinchaban y hacían que se desprendiese el bloque. Una vez extraídos los bloques, éstos eran transportados siguiendo la pendiente del terreno, sobre rodillos de madera, o bien por galerías inclinadas, excavadas previamente hasta el frente de cantera.

²⁷ CARRETERO LEÓN, M^a Isabel. *Op. cit.*, p. 64

Para la extracción de rocas más duras, previamente se procedía a un decapado de la zona meteorizada empleando el fuego. Los derrubios se deshacían mediante cantos y mazas de diorita, eliminándose a continuación. Una vez terminada la preparación de la superficie de la roca, y asegurado el cantero de que no existían grietas que pudieran dañar el bloque, se señalaba su contorno. A base de golpes de maza y cantos de dolerita, se hacían los cortes laterales, que tenían la anchura de la herramienta utilizada. Paralelamente, para poder acceder al fondo del bloque y colocar las cuñas de despegue, se hacían túneles o galerías por debajo del mismo, y se procedía al desprendimiento de dichos bloques mediante el acuñamiento”.

Cabe destacar que, hasta la actualidad se han utilizado las mismas herramientas para trabajar la roca como son: maza, cincel, trinchante, pico, martillo, etc. (fig. 2.6)²⁸, siendo la única diferencia el material del que está hecho, sea de piedra, hierro, cobre, bronce...



Figura 2.6a.- Cinceles de cobre utilizados en el Imperio Antiguo que eran golpeados por estas mazas de madera.

²⁸ Egiptomanía (2014). *Las canteras*. Consultada el 02 de diciembre de 2014, en <http://www.egiptomania.com/piramides/canteras/>

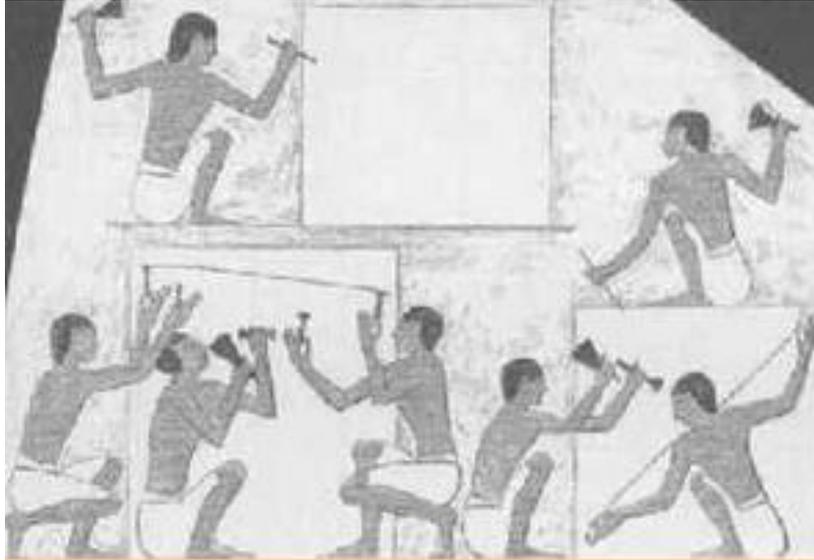


Figura 2.6b.- Representaciones de la elaboración de bloques por cincelado.

Tras estas consideraciones de las actuaciones previas a la acción de transportar los materiales en sí, se procederá a hacer un breve análisis de los métodos empleados para el transporte de dichos materiales en las antiguas civilizaciones.

Con la invención de la rueda, en Próximo Oriente (3.000 a.C.), los obreros seguramente se ayudaban de los animales salvajes (asnos, caballos, etc.) y hacían uso del carro para transportar los materiales de construcción; tal como las que se empleaban en las guerras.

En esta época, se seguían utilizando los mismos métodos de transporte empleados en el Neolítico, que se pueden clasificar en tres: a) humedecer la superficie de recorrido; b) apostar rodillos móviles de madera para consolidar los caminos y disminuir el roce de los vehículos y; c) crear una superficie inclinada incluso cuando la trayectoria no fuera en pendiente.²⁹

A pesar de que en Mesopotamia ya hacían uso del carro, en Egipto idearon otros métodos para transportar los inmensos bloques de piedra. Generaron vehículos de transporte carentes de ruedas y raíles: el trineo y caballete. Transportaban los grandes bloques de piedra en estos vehículos de madera mediante un cable de tiro con tracción animal o humana (fig. 2.7)³⁰; no obstante, también hay constancia de que se

²⁹ Choisy no hacía mención de la utilización de los rodillos en este proceso, sino que el bloque se haría resbalar por un plano inclinado húmedo para facilitar el transporte; mas, anticipándose a la difícil situación de que el terreno no contara con la suficiente pendiente para dicho proceso, estimó que, debía de recurrirse a elevar el bloque, mediante palancas.

³⁰ Biogeomundo. (2014). *Descubren como se construyeron las pirámides*. Consultada el 06 de mayo de 2014, en http://biogeomundo.blogspot.com.es/2014_05_01_archive.html

transportaban bloques de piedra en barcazas de fondo plano durante las crecidas del río Nilo como nos muestran algunos relieves hallados en tumbas.

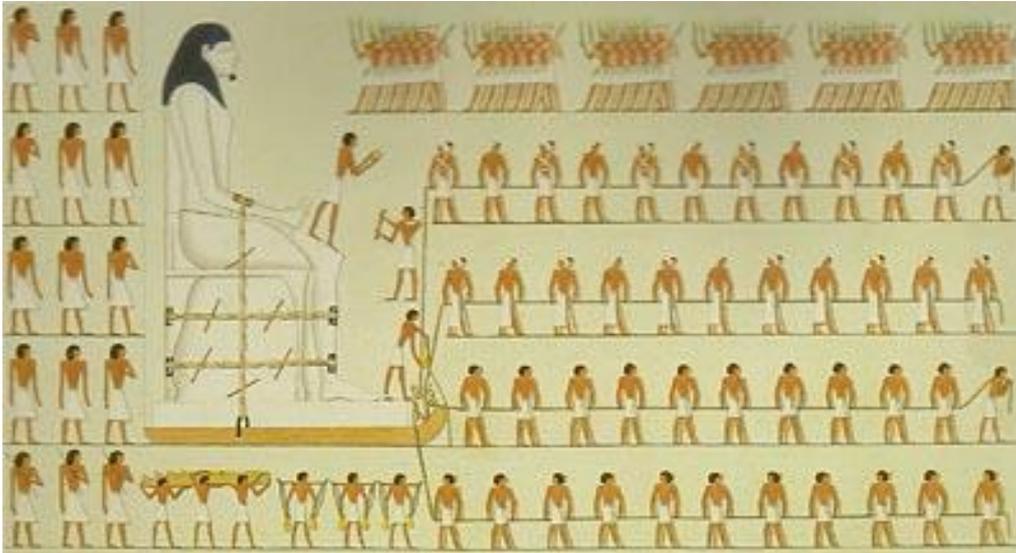


Figura 2.7.- Transporte de una estatua desde las canteras de Hatnub. Pintura de la tumba de Dyehutihotep, XI Dinastía.

Este método de transporte de los materiales, aunque avanzado para esa época, exigía mucho tiempo, esfuerzo y mano de obra, tal como se observa en la imagen anterior. Apoyando esta idea, Cenival³¹ hace mención de la mano de obra que contribuyó a la construcción de la Gran Pirámide de Gizeh, suponiendo la colaboración de entre 20.000 a 40.000 hombres.

Con este hecho, podemos suponer que eran conscientes del gran esfuerzo que tenían que realizar unos pocos hombres/esclavos para transportar los pesados bloques de piedra; pero, al intentar prevenir el riesgo de *sobreesfuerzo* con tantos obreros estaban incurriendo en otros riesgos, tal vez peores, como: la mala organización en la obra, problemas de acceso y circulación, atropellos, colisiones, etc. y no sería exagerado considerar la gran contaminación acústica (el ruido) que esta situación provocaba. La única medida preventiva y ‘protección colectiva’ admitida, respecto a la época, era la reducción del personal a trabajar en el mismo sitio al mismo tiempo.

³¹ CENIVAL, Jean-Louis de. *Egipto: Época faraónica*. Barcelona: Garriga, 1964, p. 59-60

B) La Elevación

Si miramos atrás en el tiempo, vemos que para la realización de construcciones de mampostería o adobes bastaba con andamios de caballete, escaleras y obreros capaces de soportar hasta aproximadamente quince kilos de carga. Sin embargo, en las construcciones de grandes obras de piedra resultaba de todo imposible la mera utilización de estos medios que hasta entonces bastaban.

La colocación de los bloques de piedra en las primeras hiladas y en la cimentación se realizaba sin mayor complicación, pero el problema era cómo elevar los materiales, con su elevada carga, para su colocación en las grandes construcciones de piedra. Esto llevó a discurrir alternativas a la maquinaria de la construcción actual como es la rampa y los andamios.

1) La rampa

Según varios investigadores, se recurrió a la *rampa* para la colocación en altura de una carga pesada. Se cree que se empleó en los grandes zigurats³² mesopotámicos (fig. 2.8)³³, a pesar de los escasos restos que han llegado hasta nuestros días, al igual que en los templos y pirámides de Egipto.



Figura 2.8.- La Gran Torre de Babel. Pintura flamenca de Pieter Bruegel (1563) hallada en Kunsthistorisches Museum.

³² Ziggurat: Construcción arquitectónica característica de la cultura mesopotámica que consistía en una torre piramidal y escalonada de base cuadrada y con terraza, muros inclinados y soportados por contrafuertes revestidos de ladrillo cocido, que culminaba en un santuario o templo en la cumbre, al que se accedía a través de una serie de rampas. También llamado en su época <<fundamentos del cielo y de la tierra>>, ya que para ellos era una escalera que les permitía comunicarse con el mundo celestial de los dioses. "La torre de Babel era un gran zigurat que no pudo acabarse".

³³ Arتهistoria. (n.d.). *Torre de Babel*. Consultada el 07 de mayo de 2014, en <http://www.artehistoria.jcyl.es/v2/obras/5169.htm>

A pesar de ser la egipcia la cultura más estudiada, siempre ha habido cierta obsesión de parte de los piramidólogos por descubrir cómo se construyeron las construcciones piramidales. Según Paula Martínez, son diversas las teorías que nos explican el método empleado por los egipcios para su construcción:

“1; Las rampas externas perpendiculares a la cara o caras de la pirámide, las cuales se utilizarían para arrastrar los bloques hasta las distintas alturas de las hiladas. (fig. 2.9)³⁴



Figura 2.9.- Rampa sobre la cara de la pirámide

2; La rampa perimetral externa rodeando la pirámide hasta su cumbre y que, al igual que en el caso anterior, debía servir para elevar los bloques arrastrados sobre trineos de madera. (fig. 2.10)³⁵

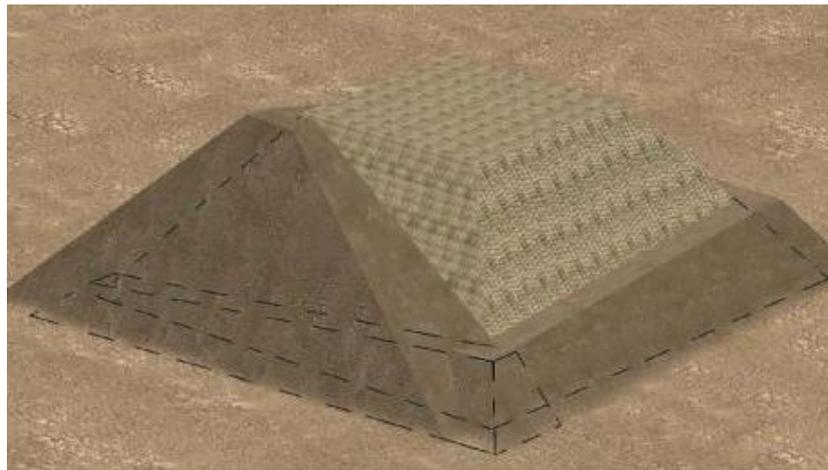


Figura 2.10.- Figuración de la rampa perimetral envolvente hasta el quinto tramo

³⁴ PAULA MARTÍNEZ, Francisco de. *Keops, la gran pirámide: ¿se construyó así?* Sevilla: Visión Libros, 2010, p. 171.

³⁵ PAULA MARTÍNEZ, F. de. *Op. cit.*, p. 180

3; La galería/rampa interna, una última y reciente teoría de un arquitecto francés, en la que se aplicaba al mismo principio que en el caso anterior para la elevación de los bloques, la cual quedaría embebida y oculta en el cuerpo de la pirámide. (fig. 2.11)³⁶

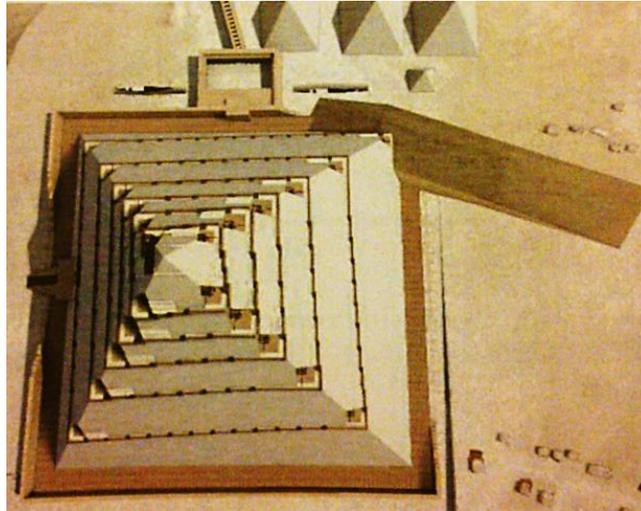


Figura 2.11.- Rampa/ galería interna según J.F.Houdin

4; Las vías/carriles de elevación apoyadas sobre las propias caras de pirámide. (fig. 2.12)³⁷

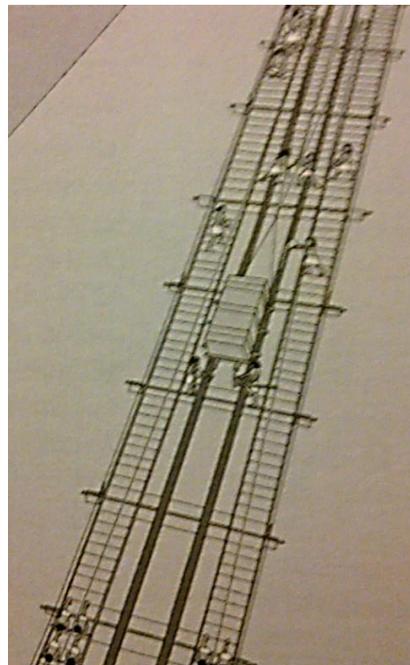


Figura 2.12.- Carril para la elevación de los bloques

³⁶ PAULA MARTÍNEZ, Francisco de. *Op. cit.*, p. 182

³⁷ PAULA MARTÍNEZ, Francisco de. *Op. cit.*, p. 188

5; Otra teoría según la cual los bloques se elevaban por una especie de pozo central de la pirámide hasta cada hilada.

6; Otra extravagante idea nacida de Argentina, según la cual las pirámides no se construyeron apilando bloques unos encima de otros, sino tallando una colina de arriba abajo, previamente existente, donde hoy vemos las distintas pirámides.”

Sin embargo, según la herencia que nos dejó Heródoto³⁸ en su libro II, el método utilizado para la construcción era otro totalmente diferente:

“La pirámide fue edificándose de modo que en ella quedasen unas gradas o poyos que algunos llaman escalas y otros altares. Hecha así, desde el principio la parte inferior, iban levantándose y subiendo las piedras, ya labradas, con cierta máquina formada de maderos cortos que, alzándolas desde el suelo, las ponían en el primer orden de gradas, desde el cual, con otra máquina que en él tenían prevenida las subían al segundo orden, donde las cargaban con otra máquina semejante, prosiguiendo así en subirlas, pues parece que cuantos eran los órdenes de gradas, tantas eran en número las máquinas, o quizás no siendo más que una fácilmente transportable, la irían mudando de grada en grada, cada vez que la descargasen de la piedra; que bueno es dar de todo diversas explicaciones”.

Tras la consideración del relato de Heródoto, el autor del libro ‘Keops, la gran pirámide: ¿se construyó así?’³⁹ llegó a una conclusión bastante verosímil. Argumentaba que el artilugio usado para elevar los bloques de piedra debió ser lo que se conoce en Egipto como *shadouf*, que en castellano podría denominarse balancín. Antecedente de la grúa actual, con la diferencia de que estaba hecho de madera, ya que aún no se conocía el acero, y no tenía un motor eléctrico sino la fuerza del hombre o de animales y la gravedad, que funcionaban como sus motores.

Desde la mirada de Paula Martínez, esta máquina formada por *maderos cortos* (según Heródoto), se trata de “un elemento vertical sobre el cual se apoya otro

³⁸ HISTORIA, Libro II, Heródoto, Biblioteca Clásica Gredos, año 1977 o Heródoto, Los nueve libros de la historia, II, 1977.

³⁹ PAULA MARTÍNEZ, Francisco de. *Op. cit.*, p. 190-206

elemento similar horizontal que en un extremo lleva una carga permanente (contrapeso) y en el otro la carga que hay que elevar.

Por los inmensos tamaños de los bloques de las primeras hiladas de la pirámide de Keops, se sigue sosteniendo la utilización de una rampa adosada a la cara de la pirámide para elevarlos, pero, a partir de la quinta o sexta hilada se comenzarían a utilizar los balancines.

Y por último, ¿Cuáles son las maniobras necesarias para que este asombroso invento, considerando la época, llevase a cabo su misión de elevar las cargas? Según el libro mencionado con anterioridad: 1) varios hombres arrastraban el bloque hasta la plataforma de carga del balancín; 2) en los extremos de la pluma había dos sogas controladas por uno o más hombres que ejercían tracción o retención para elevar la plataforma de carga y trasladarlo hasta el segundo balancín; 3) se apoyaba la plataforma de carga del primer balancín y varios hombres arrastraban el bloque para trasladarlo a la plataforma de carga del segundo balancín; 4) y así sucesivamente hasta la hilada que se estaba construyendo (fig. 2.13).

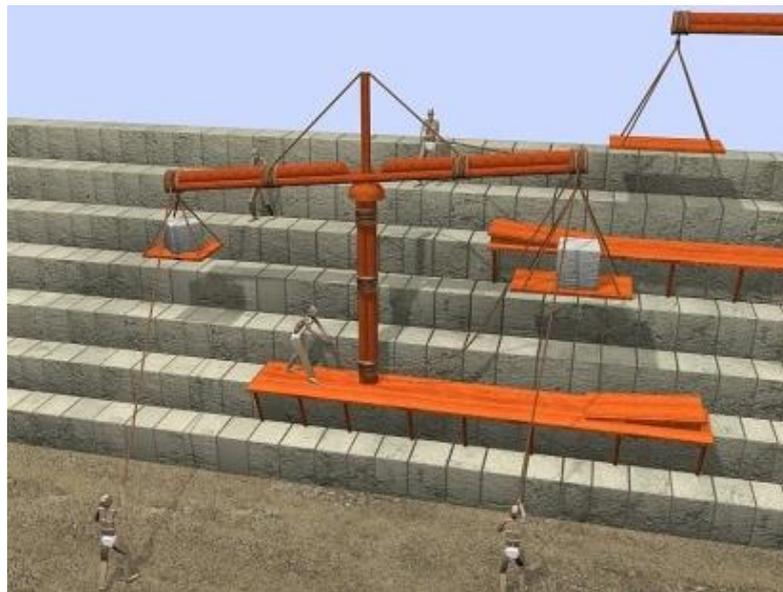


Figura 2.13.- Balancín para la elevación de los bloques

Después de todo esto, es de suponer que esta innovadora máquina, con el mismo principio mecánico de las actuales grúas torre, facilitó mucho los pesados trabajos de los obreros y les ahorró mucho tiempo en la ejecución de la misma, contribuyendo a la mejora de las condiciones de trabajo.

2) Los andamiajes

Probablemente se emplearon estacas, rollos y tablas de madera como plataformas de elevación. Sin embargo, en las culturas tanto mesopotámicas como egipcias, su uso fue poco frecuente; de hecho se limitaban a pequeños andamios de decoradores, dado que la madera escaseaba, razón por la que tampoco se utilizaban cimbras para la construcción de arcos y bóvedas, que se construían mediante los procedimientos del arco radial y el ladrillo montado.⁴⁰

Sin embargo, en las culturas clásicas se hará un mayor uso de ellos. Destinadas a soportar obreros, herramientas y materiales de pequeñas dimensiones, fabricadas con delgadas estructuras de madera (fig. 2.14)⁴¹.

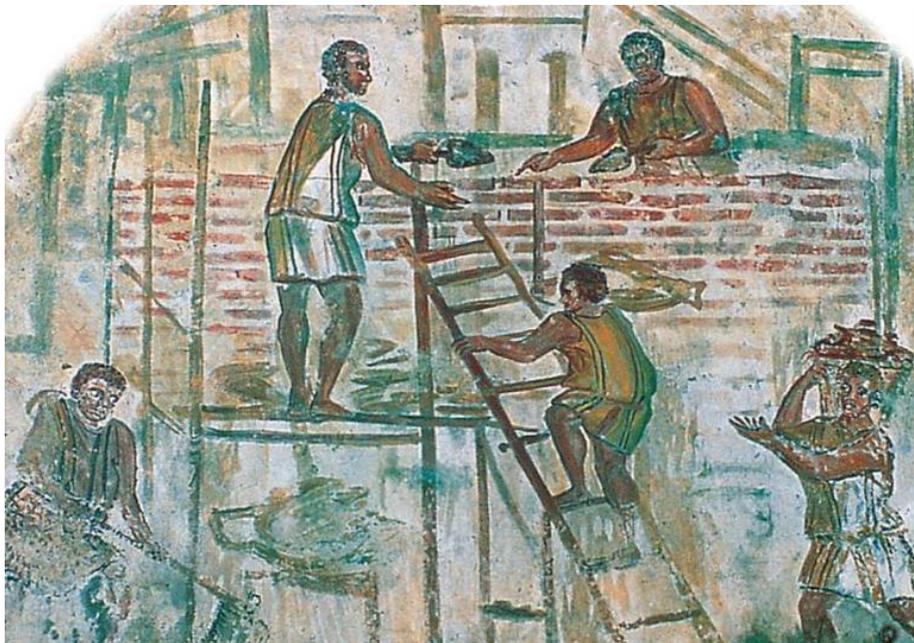


Figura 2.14.- Andamio durante las culturas clásicas. Pintura de la tumba de Trebius Justus, en la Via Latina de Roma en el siglo IV.

A pesar de que esto les facilitaba a los obreros la realización de trabajos en altura, no contribuyó a la mejora de la seguridad en obra, ya que los trabajadores estaban siendo expuestos a un riesgo mucho mayor que es la de caída desde altura al trabajar sin ninguna protección, tanto colectiva como individual.

⁴⁰ VAS BEEK, Gus W. *Arcos y bóvedas del Próximo Oriente*, en *Investigación y Ciencia*, septiembre de 1987, p. 76-84

⁴¹ Artheisroia. (n.d.). *Decoración del hipogeo de Trebius Justus en la Via Latina (Roma), Albañiles trabajando*. Consultada el 13 de mayo de 2014, en <http://www.artehistoria.jcyl.es/v2/obras/8806.htm>

3. LA SOCIEDAD CLÁSICA: GRECIA Y ROMA

La cultura constructiva adquirió, por momentos, gran apogeo en la Grecia clásica. Sin embargo, alcanzó su máximo esplendor y desarrollo en Roma, debido a la extraordinaria invención de nuevos materiales y artilugios constructivos, y a la mejora de los ya existentes en anteriores civilizaciones.

La civilización griega estaba influenciada en gran manera por la cultura egipcia y la del Oriente Próximo. A su vez, la cultura romana absorbió todo lo griego. La influencia estética fue tal que las formas arquitectónicas se asimilaron casi en su totalidad. A pesar de esto, existieron muchas diferencias de mentalidad y objetivos entre griegos y romanos. Los sistemas constructivos empleados por los romanos fueron absolutamente distintos de los griegos por ejemplo, la columna perdió su carácter estructural, siendo un elemento meramente ornamental incorporado a una estructura a base de muros continuos.

La cultura clásica tuvo mayor trascendencia también en salud laboral, gracias al desarrollo del trabajo diferenciado⁴² (entre los siglos VI y IV a.C.) y a los aportes de la medicina en el campo del trabajo de minas y el de las enfermedades por intoxicación.

El padre de la medicina, Hipócrates (450 a.C.), identificó el cólico saturnino causado por intoxicación por plomo,⁴³ situación que, aunque dulcificada, llega hasta nuestros días en las industrias de pintura y distribución de combustibles. Con el paso del tiempo, Hipócrates escribió un tratado sobre las enfermedades de los mineros y describió los síntomas de estas enfermedades. Indicó además que los determinantes de las enfermedades se relacionaban con el ambiente laboral. De hecho, en su tratado 'Aires, aguas y lugares' estableció una metodología para visitar los centros de trabajo e identificar las causas de las enfermedades.⁴⁴

⁴² FINLEY, M. I. *Los griegos en la antigüedad*. Barcelona: Nueva Colección Labor, 1982.

⁴³ OBREGÓN, M. G. Una semblanza sobre la seguridad industrial. *Revista de Seguridad Industrial*. 2003, n. 10 (2), p. 9-19.

⁴⁴ ARIAS GALLEGOS, Walter Lizandro. Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. 2012, n. 13(3), p. 45-52

Asimismo, en Roma, Galeno profundizó en las enfermedades y condiciones de los mineros y curtidores (siglo II a.C.) y, un poco después, Plinio comentó y aconsejó en materia de trabajos en lugares polvorientos, con alguna connotación de orden económico sobre el valor de la sustitución de un esclavo por causa de accidente. Además, Plinio el Viejo en su libro “Historia Natural” hizo mención de los peligros presentes en los lugares de trabajo pulverulentos y recomendó medidas para impedir la inhalación de polvo en las minas.

3.1 NORMAS CLÁSICAS

Para los griegos un estado libre era aquel en el que la soberanía la tenía la ley y no el gobernante, por este motivo se decía que había que defender la ley como quien defendía las murallas de la ciudad. Era tan importante el cumplimiento de las leyes que se escribían en estelas que, a su vez, eran colocadas en lugares públicos para ser accesibles a la población.

Las leyes y el derecho griego eran bastante amplios y establecían entre otros las obligaciones y derechos de los individuos en relación a la comunidad, las sanciones penales o civiles, los procedimientos en los litigios entre particulares, el castigo por crímenes contra el Estado, etc.

En el intento de frenar los abusos de la nobleza oligárquica y los excesos de la tiranía, dos legisladores, Solón y Clístenes (siglo VI a.C.), establecieron en Atenas un sistema en el que todo el pueblo tomaba las decisiones: esto significó el nacimiento de la democracia directa, que llegó a su máximo apogeo con Pericles (siglo V a. C.) y cuyas bases eran la libertad de expresión y la igualdad ante la ley.

Con las *leyes de Solón*, el legislador presentó un programa de amplias reformas con el objeto de sanear la vida social de la comunidad. Las reformas más importantes de estas leyes fueron la suspensión de las obligaciones del endeudamiento; la abolición de la esclavitud por deudas, quedando derogada así la ley vigente en ese entonces y que estableció que *los esclavos debían ser tratados con humanidad*. Con esto se logró una mejora en el modo de vida de los esclavos, quienes eran los que realizaban las actividades productivas de la civilización.

Sin embargo, tras la muerte de Solón, la explotación de los esclavos se intensificó y la situación de los campesinos y artesanos siguió siendo penosa por culpa de los opresores.

Siendo Roma la cuna del derecho y la jurisprudencia, además de las leyes de conducta y de protección de los bienes privados, también se tomaron medidas legales de protección para los trabajadores. Es por esto que en las *tablas de Ajuste* se exigía a los patrones medidas de seguridad para con sus trabajadores,⁴⁵ ya que los esclavos realizaban los trabajos más peligrosos y en condiciones inhumanas.

Todo esto influyó a que se produjera un enfrentamiento entre los ciudadanos con ciertos derechos públicos (patricios) y los plebeyos (grupos formados por artesanos, comerciantes, agricultores, etc.), que culminó en una revolución que algunos autores consideran como la **primera huelga** general de la historia, resultando en la **Ley de las XII Tablas** (450 a.C.).

La ley de las XII Tablas "*lex duodecim tabularum o duodecim tabularum leges*" era un texto legal que contenía normas para regular la convivencia del pueblo romano. Las tablas I, II y III contenían el derecho procesal romano; las tablas IV, V, VI y VII el derecho privado, obligaciones y contratos; las tablas VIII, IX y X recogían el derecho penal; la tabla XI prohibió el matrimonio entre patricios y plebeyos; y por último, la tabla XII deroga la anterior y se permite el matrimonio entre plebeyos.

En la tabla VIII se contemplaba por ejemplo que el autor de la fractura de huesos de esclavo ajeno, debía indemnizar a su dueño con 150 ases, y si causó una lesión menos grave, la pena será 25 ases. La idea era el resarcimiento del daño.

El establecimiento de esta ley significó para los plebeyos una doble ventaja, lograron que el derecho fuera público –conocido por todos- y consiguieron que el derecho fuera común, aplicados tanto a patricios y plebeyos.

Aunque la promulgación de estas leyes no resolvió las tensiones y enfrentamientos entre estas dos clases sociales, sí favoreció, sin duda, la colaboración entre ambas clases. Tal fue su alcance que, a pesar de que sufrió numerosas reformas, esta ley llegó a tener una vigencia de cerca de mil quince años.⁴⁶

Gracias a las numerosas rebeliones de esclavos del Imperio y por la decadencia del expansionismo romano, la situación de los esclavos fue mejorando debido a la escasez de los mismos; generándose así un trato más humano de parte de sus amos. A partir de este momento fue que el amo o señor se mostró cada vez más interesado en el bienestar físico de su trabajador (esclavo), ya que de esta manera estaría contribuyendo a conseguir un trabajo productivo en las condiciones adecuadas. Esta

⁴⁵ DURAND, R. *Historia universal*. Arequipa: Faraday, 2005.

⁴⁶ MACHICADO, Jorge. *Las doce Tablas* [en línea]. En: Apuntes jurídicos, 2014. Consultada el 28 de mayo de 2014. Disponible en web: <<http://jorgemachicado.blogspot.com.es/2009/05/12t.html#top/>>

misma mejora hacia el trato de los esclavos se materializó también con los primeros contratos de trabajo, a través de las figuras de la *Locatio operis*, trabajo autónomo a obra completa y la posterior *Locatio operarum*, contratación formal por cuenta ajena, siendo esto el origen del trabajo autónomo y de los servicios profesionales.

Asimismo se agruparon corporaciones llamadas **Collegia Funeraria**, proporcionando servicios de asistencia en caso de enfermedad o accidente de trabajo. Se podría decir que es un antecedente remoto de las hoy *Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales*.

3.2 ASPECTOS ESTRUCTURALES Y CONSTRUCTIVOS CLÁSICOS

La arquitectura griega puede considerarse como el antecedente inmediato de la arquitectura occidental. Para los griegos, el hombre era la medida de todas las cosas – no en balde fueron los primeros en atribuirle derechos y deberes-. La monumentalidad y la magnificencia de las anteriores civilizaciones fue sustituida en Grecia por la estética de la proporción. Esta arquitectura no asombra simplemente por la escala y la complejidad de sus construcciones, algo habitual ya en otras culturas, sino que también conmueve por su vigor, armonía y refinamiento. Sin embargo, en comparación con las aportaciones de tipo especial de sus sucesores los romanos, todavía parecen muy antiguas.

Hablar de la arquitectura griega, significa necesariamente hablar de sus templos como tipología esencial. Éstos se caracterizaron según Bruno Zevi⁴⁷, por la coexistencia de un defecto muy importante y de una gran virtud. El defecto consistió en la total ignorancia del espacio interno y, por el contrario, su gran virtud radicaba en la escala humana, una consecuencia inequívoca de la mentalidad antropocéntrica que caracterizó a esta sociedad.

El templo griego debe ser observado como una gran escultura; un cajado de cuidado tratamiento plástico formado mediante estructuras murarias que encierran un *espacio interno sin ninguna función práctica*.⁴⁸

Aunque hubo innovaciones en la maquinaria de construcción, la búsqueda incansable de la belleza de los griegos hizo que antepusieran la estética a la seguridad

⁴⁷ Bruno Zevi se doctoró en arquitectura en Harvard y fue un crítico del arte italiano.

⁴⁸ MARÍN SÁNCHEZ, Rafael. La construcción griega y romana. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2000, p. 19-22

de los trabajadores, exponiéndolos a riesgos innecesarios en las construcciones de dichos templos.

La mentalidad abierta y receptiva de los romanos les llevó a copiar todo lo que consideraron útil de cualquier cultura, adaptándolo a su conveniencia y mejorando su uso. De esta forma, los constructores romanos se olvidaron de las tradiciones vernáculas e incorporaron a un tronco inicial todos los sistemas y soluciones útiles de otras culturas, haciéndolos universales al expandirlas por todo el imperio.

Esta percepción romana de ver las cosas resultó en la creación de una fuerte industria de la construcción, unificada y sistematizada, tanto en los programas tipológicos como en las técnicas.

Esta fuerte actividad industrial, obligó a crear una legislación específica que regulara algunos aspectos de la construcción. Hasta se llegó a establecer una serie de servicios obligatorios de mano de obra similares al servicio militar actual, para los componentes de los gremios de constructores, a cambio de ciertos beneficios legales para estas instituciones. También se creó una reglamentación específica sobre materiales, que garantizara los suministros a las obras públicas. Cuando se generalizó el uso del ladrillo, a partir del siglo II, sus medidas se normalizaron en todo el imperio y se hizo obligatorio el uso de sellos con la fecha de fabricación. Fue a partir de entonces que se produjo la intervención del estado en la industria de la construcción, pasando los hornos y minas a manos de la administración imperial, con el fin de facilitar y abaratar los grandes programas de obras públicas.⁴⁹

3.2.1 MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN CLÁSICA

Los constructores griegos y romanos emplearon diferentes tipos de materiales, no se limitaron al empleo de los que caracterizaron las construcciones de las precedentes civilizaciones, sino que, debido a la evolución en las técnicas constructivas, introdujeron materiales nuevos de mayor calidad, durabilidad y con una exigencia mayor en la ejecución; a la vez que aprovecharon al máximo las cualidades de los ya conocidos.

Aunque al principio, los griegos utilizaron el adobe, la terracota y la madera; rápidamente la caliza y el mármol se convertirían en los materiales principales tras una

⁴⁹ *La construcción en la antigua Roma* [en línea]. En: El maestro de obras, 2011. Consultada el 29 de mayo de 2014. Disponible en web: <<http://elmaestrodecasas.blogspot.com.es/2011/06/la-construccion-en-la-antigua-roma.html>>

clara observación de su mayor resistencia frente a las anteriores materiales de construcción.

Los materiales de construcción romanos fueron, a todas luces, muy diversos e incluso llegaron a implantar y perfeccionar el empleo de un material nuevo: “el hormigón”, y lo convirtieron en su medio estructural más característico.

En este período de tiempo, crearon casi todo el repertorio constructivo que se ha mantenido inalterable hasta la aparición de los nuevos materiales en el siglo XIX, como el cemento portland y el acero. Con todo, los sistemas de trabajo manual y todas las herramientas del oficio –paletas, reglas, escuadras, etc.- de este periodo fueron definidas por ellos y siguen siendo prácticamente iguales a las nuestras.

El análisis de los materiales constructivos en esta época, hará que tengamos una visión muy clara de lo que era importante para los griegos y los romanos. Podremos apreciar si los cambios y las mejoras de los materiales era un paso más a la seguridad, tanto de los obreros como de los que habitaban la construcción, o si era un simple cambio de gusto de los constructores.

A) Arcilla - Ladrillo

La arcilla fue el material más utilizado durante el período arcaico pero, al igual que las civilizaciones antiguas, se fue sustituyendo progresivamente por la piedra. Inicialmente, en Grecia, se usaba la arcilla cruda, y no fue hasta el siglo IV a.C. cuando se coció por primera vez, dando lugar al ladrillo cocido.

Estos ladrillos de adobe fueron usados por los griegos para un fin innovador en comparación con Egipto y Mesopotamia, como un elemento de techumbre; pero rápidamente se sustituyó por tejas planas cocidas, de terracota, de grosor mucho menor (fig. 3.1)⁵⁰, obteniendo así características propias del material cerámico como estanqueidad al agua de lluvia, aislamiento térmico y acústico, resistencia a heladas y estanqueidad al aire y al vapor, algo que hasta entonces era inconcebible.

⁵⁰ MAGRO MORO, Julián V. (1994). *La Construcción en la Antigua Grecia*. Consultada el 12 de mayo de 2014, en <http://www.slideshare.net/BeberlyTineoMoran/grecia-historia-de-la-construccion>

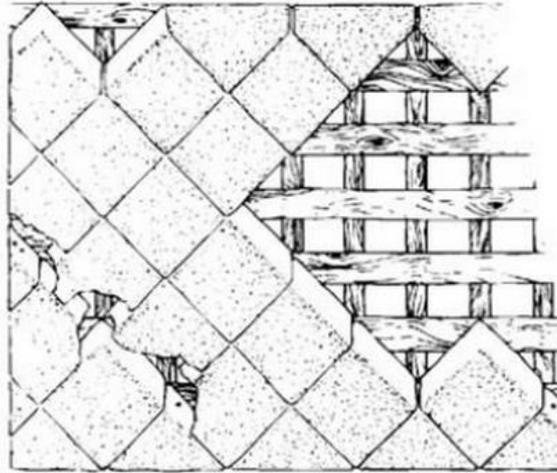


Figura 3.1.- Detalle de cubierta resuelta con ladrillos de adobe, según J.P. Adam (1996)

No obstante, durante la civilización romana ya se había generalizado el uso del ladrillo, por su facilidad de manejo y puesta en obra, y por la posibilidad de adaptarse con facilidad a las corrientes estéticas de la arquitectura. Se comenzó a usar en las termas, donde el material estaba en continuo contacto con el agua, ya que se comportaba mejor que la piedra.

Incluso se empleó como elemento decorativo de gran belleza, material con función de carga y hasta lo utilizaron como encofrado perdido de elementos con “Opus Caementicium”.

Esto no incidió directamente en la seguridad de los obreros, pero sí influyó en la mejora de la habitabilidad de los usuarios de la vivienda, ya que el hecho de ser estanco al agua, aire y vapor hizo que mejorara la propia estabilidad de la edificación. También contribuyó a que los trabajadores no hiciera tanto sobreesfuerzo como hacían en el transporte del material cuando se empleaba la piedra.

B) Opus Caementicium

El Opus Caementicium u hormigón romano se empleaba para rellenar el núcleo interior de los muros de tres hojas, técnica generalizada por los romanos. También favoreció la construcción de arcos y bóvedas, cobrando una mayor importancia a partir de la construcción de la Domus Aurea de Nerón, cuando pasó a ser un elemento decisivo para la construcción romana. Más tarde, daría lugar a la cúpula de mayor luz conocida de toda la Historia de la Arquitectura: el Panteón de Agripa (fig. 3.2)⁵¹.

⁵¹ CABANILLAS, M. (2009). *El Panteón de Agripa era usado por los romanos como un enorme reloj solar*. Consultada el 12 de mayo de 2014, en <http://www.culturaclasica.com/>



Figura 3.2.- Cúpula de hormigón del Panteón de Agripa

Este hormigón, distinto al actual, estaba compuesto por mortero de cal –formado por cal grasa, arena y agua-, arena y puzolana –ceniza volcánica-. Esta mezcla consistía en emplear 12 partes de puzolana, 6 de arena, 9 de cal y 16 partes de piedra. Se vertían todos los elementos en seco dentro de un molde, añadiéndole agua y luego se abatía enérgicamente, ya que se fraguaba y se endurecía rápidamente, produciendo una masa densa y homogénea de gran resistencia.

Este pétreo artificial gozaba de grandes ventajas frente a la piedra natural entre las que destacamos que con su uso se evitaba el proceso de extracción, labrado y transporte de la piedra y, además, reducía el tiempo de ejecución. Es más, la preparación, amasado y levantamiento de los materiales que se necesitaban para el hormigón no precisaba de obreros de gran cualificación, a diferencia de lo que ocurría en la construcción de muros de piedra.

El único defecto de esta gran innovación de la construcción romana era que al desencofrarlo, tras su endurecimiento, presentaba una superficie poco resistente al agua y pobremente presentable visualmente, lo cual obligaba a una posterior colocación de revestimiento permanente.⁵²

En cuanto a lo referente a la seguridad en el trabajo, el empleo de este material de construcción contribuyó a que los obreros no estuvieran sometidos al riesgo de sobreesfuerzo que suponía el proceso, labrado y transporte de la piedra; más bien, hizo de sus tareas más llevaderas. Además, contribuyó al abaratamiento de la obra en comparación con la piedra.

⁵² *La construcción en la antigua Roma* [en línea]. En: El maestro de obras, 2011. Consultada el 29 de mayo de 2014. Disponible en web: <<http://elmaestrodecasas.blogspot.com.es/2011/06/la-construccion-en-la-antigua-roma.html>>

C) Piedra

En Grecia, no fue hasta el siglo VII a.C., cuando se empezó a extraer piedra para la construcción de templos. El mármol rápidamente sustituyó la piedra caliza, a medida que fueron adquiriendo más conocimiento en el uso de los elementos pétreos. Se empleaba el mármol, dadas sus cualidades intrínsecas, para esculpir detalles y también como material de recubrimiento superficial de la piedra para conseguir un alto nivel de acabado.

En Roma, al igual que en Grecia, tuvo un gran auge la utilización de la piedra. Se empleó para la construcción de vías, puentes, acueductos, etc. Los romanos aprovecharon numerosos tipos de materiales pétreos, tales como mármoles, granitos, tobas, calizas, travertino y otras rocas volcánicas. Con todo, la aparición del Opus Caementicium como material estructural ocasionó que la piedra se empleara como material de revestimiento de muros, suelos e incluso bóvedas; superficies recubiertas anteriormente con estuco. Sin embargo, varios investigadores afirman que, en épocas posteriores, muchos de estos materiales fueron arrancados de los elementos que revestían y reutilizados en otras edificaciones.

Aunque se conoce bastante de los materiales pétreos empleados en la construcción griega, es poca la información que se tiene acerca de las técnicas de extracción. Se sostiene que dicho sistema de explotación no debía variar mucho de los métodos empleados por los romanos.

Para la extracción de los bloques, los romanos hacían catas de separación a lo largo de sus lados o utilizaban las líneas naturales de fractura que se abrían mediante cuñas de madera que se humedecían para que provocasen tensiones en la piedra. Luego, se ejecutaba el corte con la ayuda de cuerdas y mezcla de arena y agua.

Posteriormente se procedía a transportar los bloques hasta la obra. Se hacía por medio de carros arrastrados por bueyes o personas, método igual a la de las anteriores civilizaciones. No obstante, para las largas distancias, los griegos y los romanos utilizaban los barcos y barcazas.

Sin importar el “vehículo” empleado para el transporte, siempre ha habido una cierta preocupación por favorecer la tracción; y con el conocimiento sobre la importancia del coeficiente de rodamiento y tracción pudieron preparar caminos para ser recorridos por carros.

A pesar de que se seguían utilizando los mismos métodos de transporte como en las anteriores civilizaciones, el carro cobró una mayor importancia por el avance

producido por la creación de caminos y el trineo, empleado en ocasiones excepcionales, experimentó una mejora tecnológica en la época griega. Ante las excesivas pendientes, idearon los llamados trineos frenados con guías de madera, cuyo descenso se controlaba para evitar una caída vertiginosa., mostrando así una cierta preocupación por la seguridad de los obreros, que difícilmente podrían sobrevivir a un accidente de tal magnitud. También hay constancia de que se emplearon cabrestantes y polipastos para trasladar cargas de excesivo peso.⁵³

Pero, ¿qué hacían los griegos para prevenir las roturas de los bloques de piedra durante el transporte? Un autor⁵⁴ sostuvo que:

“[...] las piezas se transportaban sin desbastar y se dejaban salientes o biseles que actuaran como elemento de protección durante el transporte.

Una vez que los bloques habían sido aceptados en obra, los tallistas efectuaban un segundo desbaste previo a su colocación en el lugar asignado a cada pieza. En esta operación se procedía a retirar parcialmente las envolturas de protección dejadas en la piedra para evitar cualquier deterioro en la misma. En las aristas se dejaban unos rebordes almohadillados de protección en los que se tallaban unas muescas para indicar la cota definitiva de desbaste. Así mismo, se dejaban unos muñones salientes que, además de proteger los paramentos ante cualquier caída, podían utilizarse para el izado de la pieza”

Antes de proceder a la elevación de las piezas era necesaria una correcta sujeción de las mismas, aunque no se ha conseguido discernir si su preocupación era por la seguridad de los obreros o por la del material. Graciani⁵⁵ clasifica en cuatro los procedimientos: a) espigas o angorillas, protuberancias en los sillares para enganchar las cuerdas; b) ranuras con forma de “U”, practicadas en las caras de junta de los sillares; c) canales superiores en “V”; y d) castañuelas, clavijas de suspensión que se introducían en la cara superior del bloque (fig. 3.3 y 3.4)⁵⁶.

⁵³ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *La Técnica de la Arquitectura en la Antigüedad (2ª Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011. p. 121

⁵⁴ MAGRO MORO, Julián V. *Textos para una historia de la construcción*. Universidad Politécnica de Valencia, 1994. Cap. 2, La construcción en la antigua Grecia, p. 83-86

⁵⁵ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, p. 128-134

⁵⁶ MAGRO MORO, Julián V. *Op. cit.*, p. 74, 76



Figura 3.3.- Métodos de elevación empleados por los griegos, según Roland.

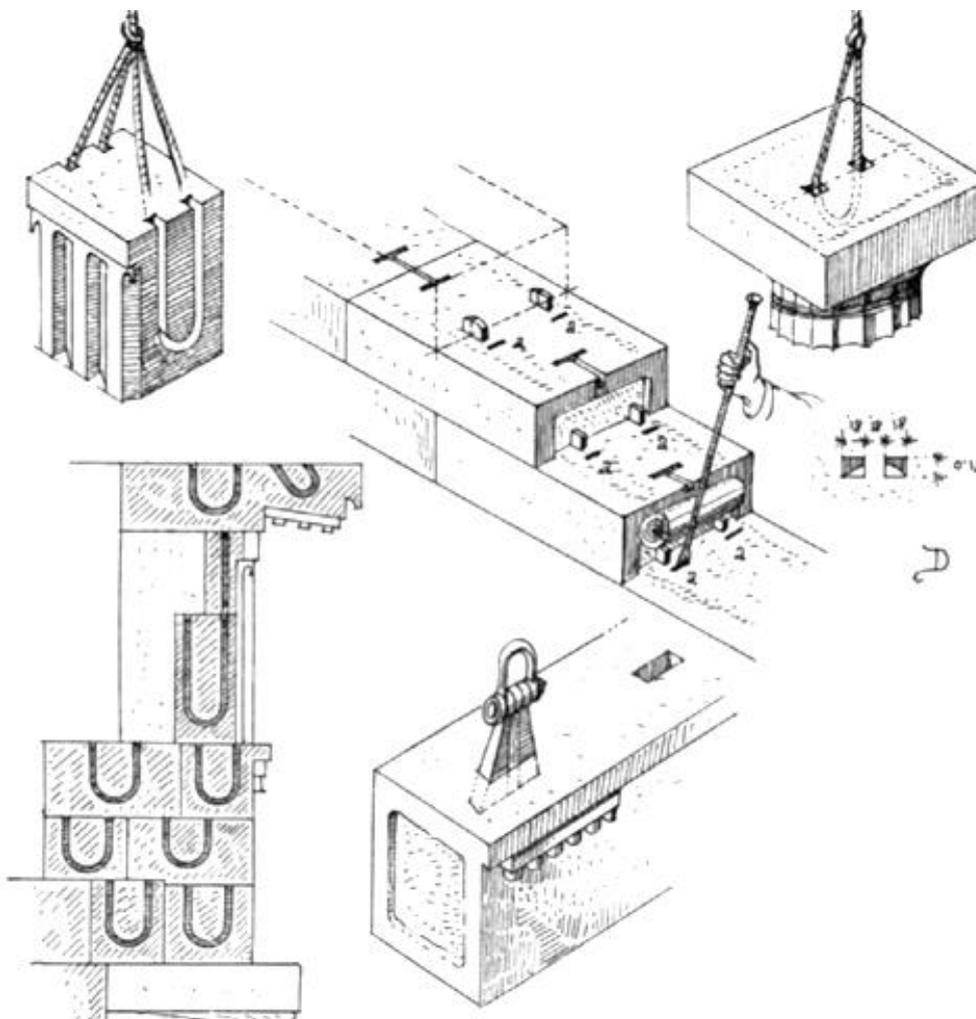


Figura 3.4.- Otros métodos de anclaje y colocación de los sillares en los templos griegos, según Durm.

Una vez sujetos perfectamente dichos bloques, se procedía a la elevación del material pero, ¿cómo o con qué aparato elevarían los griegos las piezas de piedra? Sobra decir que idearon, por primera vez en la historia, lo conocido como “máquinas de construcción”. Las mismas que perduraron en la época romana.

En obras de poca envergadura, los griegos hacían uso de dos máquinas básicas movidas manualmente con un cable de tracción: la polea y el torno elevador. La invención de la polea debió de producirse alrededor del siglo VII a.C., aunque no se tiene constancia de su uso con fines constructivos hasta el siglo IV a.C. El tambor arrollamiento o el torno elevador, en cambio, apareció en el siglo V a.C., era un instrumento que permitía elevar una carga tres veces mayor al esfuerzo realizado. Esto hacía que los obreros no se forzaran físicamente tanto en el proceso de elevación de los bloques como ocurría en civilizaciones como Egipto y Mesopotamia, aunque seguía siendo un gran esfuerzo en comparación con nuestros días.

Los griegos, para conseguir una ampliación de capacidad portante, combinaron las máquinas simples mencionados anteriormente; añadiéndoles o sustituyéndoles algún elemento. Vitruvio⁵⁷, citado por Graciani, clasifica los aparatos resultantes en máquinas de elevación liviana (*tripastos* y *pentapastos*) y de cargas pesadas (*polipastos* y *cabrestantes*).

Vitruvio sólo menciona una máquina “de elevación liviana”, *la cabria*⁵⁸, formada por tres soportes de apoyo, tal como su nombre sugiere, sus dimensiones hacían que fuera muy manejable y fácil de transportar.

Ya en la época clásica, a parte de idear máquinas para hacer más llevadero las arduas tareas de los obreros, mostraron una cierta inclinación por hacer que fueran muy seguros al usar, y de esta manera evitar accidentes por causas del manejo de los nuevos inventos de la humanidad. Y así lo muestran las representaciones artísticas de la época, en las que se observa que cuando los obreros soltaban la palanca introducida en orificios de espera del torno elevador que maniobraban, la palanca ejercía como un elemento de bloque automático contra los pies de la cabria o contra un tirante, evitando así posibles causas de infortunios en la obra.

La cabria podía ser un *tripasto*, cuando contaba con dos poleas, una fija y otra móvil, y un tambor de arrollamiento, o un *pentapasto*, cuando poseía, tal como su nombre sugiere, cinco poleas, dos en la troclea inferior y tres en la superior.⁵⁹

Vitruvio sigue describiendo otras dos máquinas que permitían elevar cargas más pesadas por su mayor complejidad en comparación con las mencionadas con anterioridad: los *polipastos* y los *cabrestantes*.

⁵⁷ VITRUVIO, Marco Lucio Polion. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Libro X, capítulos I-VI: Edición consultada: Ed. Iberia. Barcelona, 1986, 1ª ed.

⁵⁸ En realidad, Vitruvio aplica el término “tróclea” para referirse a la cabria.

⁵⁹ VITRUVIO. *Op. cit.*, Libro X, cap. II, p. 257-258

El polipasto, según Vitruvio, estaba “[...] compuesto por un único pie derecho y numerosas poleas”,⁶⁰ lo cual, a parte de una mayor rapidez en su uso, posibilitaba, debido a su único pie, que “...con inclinarlo simplemente a voluntad, se vuelque la carga de frente o de lado, a mano derecha o a mano izquierda, según se desee”.⁶¹

Con la invención del cabrestante, los constructores griegos consiguieron solventar uno de los más graves problemas presentes en las obras: la necesidad de un considerable esfuerzo manual y una gran fuerza de elevación. Este invento consistía “...en un tambor manual acoplado a una gran rueda hueca que contenía radios de elevada resistencia para soportar a unos hombres trepadores, con cuyo peso ejercía un momento motriz que se multiplicaba según la relación de dimensiones entre los diámetros de la rueda y el tambor”⁶² (fig. 3.5)⁶³.

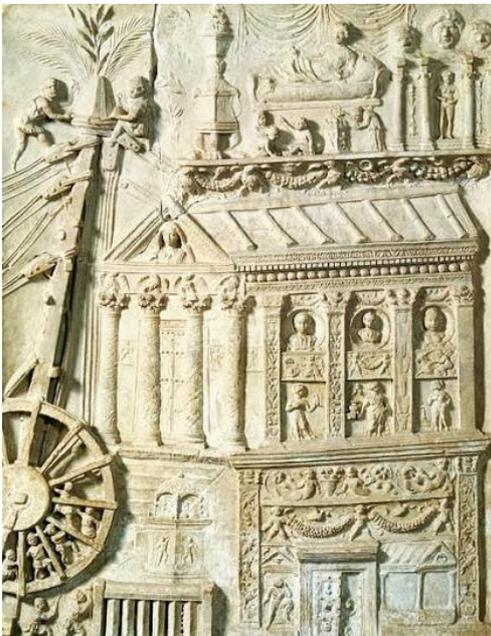


Figura 3.5.- Cabrestante con cinco “hombres trepadores”. Relieve de la tumba de los Haterii (Museo de Roma) y la reconstrucción de un alto polipasto romano de 10,4 m en Bonn, Alemania.

Se podría decir que el cabrestante era una sustitución de la palanca, actuando como un elemento motriz de su tambor de arrollamiento, con un cable asociado al juego de poleas de la cabria.

⁶⁰ VITRUVIO. *Op. cit.*, Libro X, cap. III, p. 258-259

⁶¹ VITRUVIO. *Op. cit.*, Libro X, cap. V, p. 261

⁶² GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, p. 133

⁶³ Algargosarte. (2013). *El relieve plebeyo romano y la vida cotidiana. Los relieves de la Tumba de los Haterii*. Consultada el 14 de mayo de 2014, en <http://algargosarte.lacoctelera.net/post/2013/09/22/el-relieve-plebeyo-romano-y-vida-cotidiana-relieves-de>

Finalmente, con este breve análisis se podría llegar a la conclusión de que los avances alcanzados en materia de seguridad estaban sobre todo centrados en aliviar las cargas físicas del trabajo, pero no hubo avances destacables en cuanto a lo referente a prevenir riesgos tales como el de caída desde altura o por derrumbamiento del material transportado o incluso accidentes por presencia de trabajadores en el campo de acción de estas máquinas.

D) Otros materiales

Los romanos, al igual que los griegos, emplearon también la madera como material de construcción, cuyo uso se reservaba exclusivamente para la fabricación de elementos componentes del armazón de cubierta. Los tipos más habituales eran de pino o abeto, y en ocasiones, de roble. Así pues, contribuyendo simplemente a la mejora de estabilidad y habitabilidad de las edificaciones, siendo el material auxiliar para la construcción de las maquinarias mencionadas anteriormente.

3.2.2 LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

A) Los cimientos

El empleo de un sistema de cimentación, conjunto de elementos cuya misión es transmitir al terreno las acciones procedentes de la estructura de la edificación, requiere un conocimiento previo de los comportamientos mecánicos del modelo en el terreno en que se sitúa. Estos comportamientos, según Herrero Gil,⁶⁴ eran conocidos empíricamente, o sea, a través de la experiencia, generación tras generación; y no de forma científica como en nuestros días.

Hay indicios de que en los últimos siglos de la antigua civilización egipcia se empezó a prestar mayor importancia a la calidad constructiva y, por ende, a las cimentaciones. Pero, no fue hasta la época clásica cuando los griegos realizaron un importante avance en la comprensión de las cimentaciones y sus funciones y realizaron también un análisis reflexivo en el diseño de soluciones que resultó en la aparición de técnicas y procedimientos de mejora o consolidación de los terrenos.

Los romanos también profundizaron y avanzaron en el camino iniciado por sus antecesores. Consolidaron los criterios de diferenciación de los suelos, el concepto

⁶⁴ HERRERO GIL, Enrique. La Cimentación en la antigüedad. En GRACIANI GARCÍA, Amparo. *La Técnica de la Arquitectura en la Antigüedad (2ª Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011, p. 140

“firme” adquirió una identidad que permanece inmutable hasta nuestros días y aparecieron formulaciones empíricas claras para el dimensionado de los cimientos.

En la actualidad, es sabido que la importancia del conocimiento del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras así como en el manejo de los elementos auxiliares. Aunque seguía sin existir maquinaria para realizar estos trabajos tan pesados, los romanos encontraron la solución a la problemática que suponía el riesgo de atrapamiento con materiales mediante el empleo de la entibación perdida, lograron así mantener estables las paredes de las excavaciones. Con esto, dieron un paso más en materia de seguridad en el sector de la construcción.

Tal como en Egipto, y de la misma manera que hicieron los romanos siglos después, los griegos construían sus cimientos con sillares perfectamente labrados y trabados a mata juntas, generalmente, sin argamasa. Dichos cimientos, salvo excepciones, eran continuos o corridos.⁶⁵ Sin embargo, con la aparición del nuevo material romano (siglo II a.C.), el “opus caementicium”, el empleo de sillares de piedra, que era con diferencia más costoso y lento de ejecutar, caería en desuso (fig. 3.6)⁶⁶. Culminando así en la innovación más importante de la construcción romana en el campo de las cimentaciones, según algunos autores, sus plataformas de hormigón macizo y continuo.⁶⁷

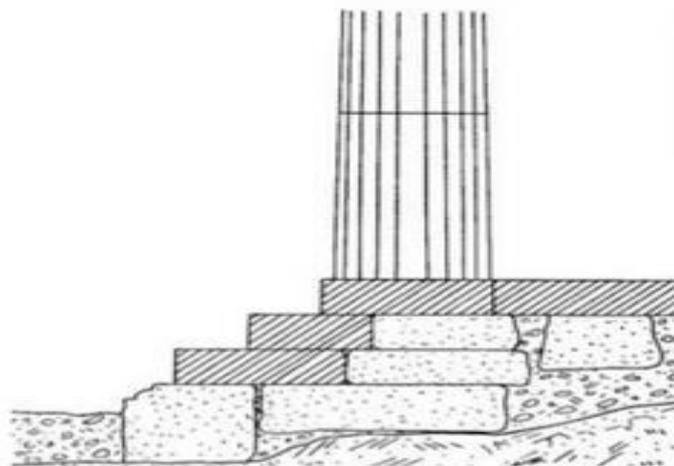


Figura 3.6.- Solución económica para la capa de apoyo cuando la concentración de cargas no es demasiado elevada. Los huecos son rellenos con mortero de cal.

⁶⁵ HERRERO GIL, Enrique. *Op. cit.*, p. 148

⁶⁶ MAGRO MORO, Julián V. *Op. cit.*, p. 84

⁶⁷ ROBERT, Mark (Ed.). *Solis and Foundations. En Architectural Technology up to the Scientific Revolution.* Londres, 1993, p. 28

En la cultura clásica, si se conseguía resolver la cimentación sin errores de replanteo o de apreciación de los estratos resistentes y se hacía con materiales de buena calidad y no degradable, se obtenía una edificación lo bastante resistente para contribuir a su durabilidad y a la seguridad de utilización. Pese a la entibación que protegía a los obreros frente al riesgo de atrapamiento, la seguridad en el trabajo seguía sin estar garantizada, dado que había otros riesgos en este proceso de cimentación, como la caída desde altura a las excavaciones.

Aunque este elemento constructivo aportó mayor estabilidad a las edificaciones, contribuyendo a la seguridad de utilización; las condiciones de trabajo de los obreros seguían siendo bastante lamentables.

B) Los muros

En la antigua Grecia, el muro se construía con una extraordinaria pulcritud. Elemento estructural en el cual la apariencia correcta se convertía en el requisito más importante, por delante de otros tan relevantes como su capacidad resistente. Carecía de una misión funcional clara, limitándose a servir de alojamiento a la estatua inanimada de la deidad.

En la época arcaica, los muros se realizaban con arcilla, elevándose mediante hiladas de ladrillos de adobe que estaban encadenadas mediante una estructura de madera para mejorar la traba. Sin embargo, en este período el muro se construía en piedra, con sillares a hueso, sin mortero, ajustados perfectamente mediante meticulosas operaciones de puesta en obra (fig. 3.7)⁶⁸.

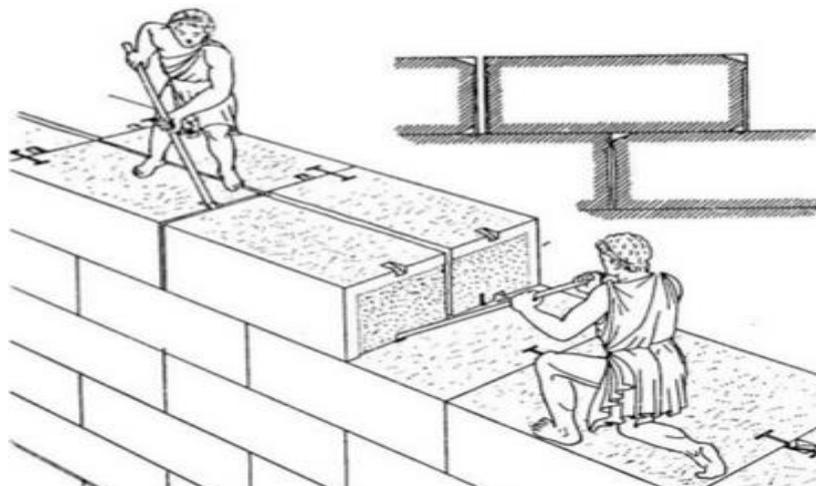


Figura 3.7.- Recibido del sillar para su correcta colocación con palancas.

⁶⁸ MAGRO MORO, Julián V. *Op. cit.*, p. 86

En cuanto a su disposición constructiva, el muro se elevaba partiendo de unas piezas pétreas de forma cuadrada con un tamaño mayor que el resto del aparejo. A continuación se colocaban las distintas hiladas de sillares, que podían presentar diferentes aparejos.

Como curiosidad, con independencia de su aspecto exterior, el muro se podía resolver internamente mediante una sección completamente maciza, o bien, presentar un interior completamente hueco, o también un relleno a base de casquijo y mortero de cal, siendo la justificación, la discriminación del peso propio del elemento o el importante ahorro de material.

Los sistemas de elevación que emplearon para la colocación definitiva de las piezas se basaban en la utilización de diferentes instrumentos como poleas, cuerdas, etc. Los sillares se elevaban anclando los cordajes en hendiduras realizadas sobre la propia piedra, que luego quedaban disimuladas en las juntas, mediante castañuelas metálicas o pinzas y otros sistemas similares. El ajuste definitivo de las piezas en su lugar correspondiente se realizaba mediante palancas de madera endurecida al fuego; para ello, se preveían en los sillares una serie de acanaladuras o entalladuras que permitiesen la introducción de estas palancas, las cuales, quedaban también ocultas dentro de las secciones entre piezas contiguas.

El empeño por parte de los griegos en obtener la perfección en el acabado de la superficie del muro fue tal que incluso consiguieron hacer desaparecer literalmente las juntas de unión entre sillares. Esta pretensión hizo necesario efectuar multitud de correcciones de la superficie muraria empleando, como elemento de comprobación, tablones embadurnados con sanguina, que dejaban traslucir los puntos donde la planeidad era defectuosa. Por este mismo motivo los tambores de las columnas se terminaban de tallar una vez montados.⁶⁹

Todo esto a espensas de la vida de los obreros que se subían, en ocasiones, a muros de hasta 20 metros de altura, sin protección alguna contra riesgos como caída desde altura, exposición a movimientos repetitivos, posturas forzadas, etc. como se vio en la figura 3.7. Esto demuestra que no hubo avances en las condiciones de trabajo, más bien se podría decir que empeoraron.

⁶⁹ MAGRO MORO, Julián V. *Op. cit.*, p. 86-91

C) Arcos, bóvedas y cúpulas

Los egipcios y los mesopotámicos ya habían empleado formas de arcos primitivas, incluso los griegos habían experimentado también con el arco. Pero los romanos fueron quienes supieron explotar plenamente su potencial, creando programas estructurales que hasta entonces eran desconocidas para el mundo.

Estructuralmente, los arcos son bastante más complicados que el sistema adintelado. El arco, a pesar de tener soportes verticales como éste, no es muy rígido sino que está formado por una multitud de pequeños elementos que se curvan sobre el espacio a cubrir, descansando uno sobre otro en un delicado equilibrio.

El empleo de este tipo de elementos estructurales aumentó considerablemente las posibilidades de tipo espacial. Los elementos arqueados, como la bóveda, la cúpula, etc., permitían cubrir luces mayores, al tiempo que facilitaban el diseño de plantas irregulares o de contornos curvos.

El arco únicamente se sostiene una vez finalizado su construcción, por lo que hacía falta un soporte temporal: la cimbra. Este soporte, normalmente hecho de madera, se construía desde el suelo o desde los soportes en la base del arco (fig. 3.8)⁷⁰.

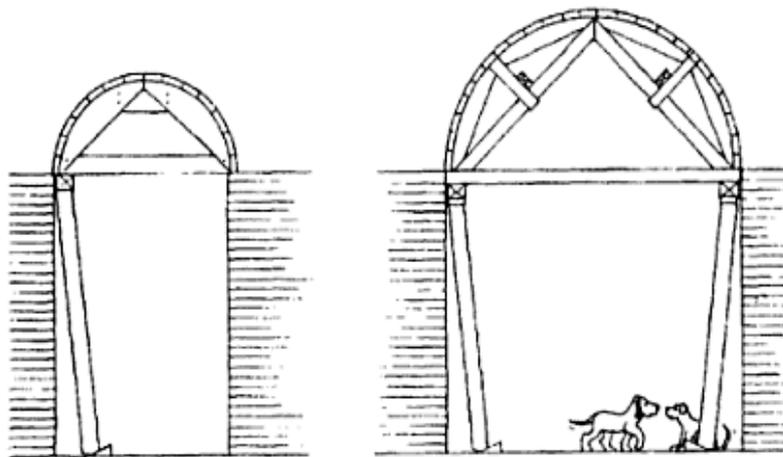


Figura 3.8.- Esquemas de cimbrado para arcos de distinta luz, según J.P. Adam.

Una vez que los soportes están en pie y la cimbra en su sitio, se empezaba la construcción del arco. Después de la colocación de todas las dovelas y endurecido el mortero introducido en las juntas se procedía a quitar la cimbra.

⁷⁰ MARÍN SÁNCHEZ, Rafael. *Op, cit.*, p. 199

A partir de un determinado momento, los romanos emplearon el hormigón para resolver todos los tipos de bóvedas y cúpulas. Debido a las características propias de este material, estos constructores debían resolver una serie de problemas idénticos a los actuales cuando trabajamos con hormigón armado.⁷¹

Para solventar esta situación, era necesario disponer de encofrados indeformables, superficies suficientemente rígidas capaces de soportar el peso del vertido de hormigón sin deformarse y asegurar el desencofrado posterior de la misma, es decir, conseguir que la superficie de apeo se pudiese separar de la masa vertida sin causar en ella desperfectos.

Aunque durante el montaje del sistema de soporte, cimbra o encofrado, era posible que los trabajadores sufrieran accidentes o lesiones, una vez hecho contribuían a la seguridad de los obreros. Por lo tanto, gracias a dicho montaje, se evitaron posibles riesgos de accidentes como caída de objetos por desplomes, caída de objetos desprendidos y atrapamientos entre objetos.

⁷¹ MARÍN SÁNCHEZ, Rafael. *Op. cit.*, p. 198-200

4. LA EDAD MEDIA

Se considera que comienza en el año 476 con la caída del Imperio Romano y llega hasta el 1453 con la caída del Imperio Bizantino. En esta época tuvo lugar la Reconquista, que es un hecho histórico que diferencia España de otros reinos del resto de Europa. Esto generó la presencia de multitud de clases sociales en España con atribuciones, funciones y orden jerárquico diferente.

El fenómeno de las clases sociales no es algo permanente en la historia de las sociedades ni son producto de la casualidad, éstas aparecen en determinado momento histórico y desaparecen en otro. Existió una etapa en la que la sociedad no necesitó diferenciarse en clases; en las restantes etapas existió una distribución desigual del poder y del excedente económico; una clase siempre antagónica y conflictual con otra. Esto hizo que se conformara una organización social y de trabajo, determinante para procurar la necesidad de protección a los desvalidos en dicha época.

En el medievo, la subdivisión básica entre los ciudadanos era, por un lado, los dedicados a la agricultura y ganadería y, por otro, los moradores del núcleo urbano.

Durante este período, la figura del siervo apareció como básica en el proceso productivo agrícola, puesto que la agricultura y la ganadería se convirtieron en auténticos pilares centrales de la economía. Labraba la tierra del señor y soportaba grandes cargas y servidumbres, además de estar sometido a la justicia del Señor. Sin embargo, con la lenta desaparición de la esclavitud, el Señor se fue adueñando del Trabajo, no del Hombre.

Las herramientas manuales para el laboreo agrícola eran la azada, la pala y el pico. El arado, de madera, no permitía realizar trabajos profundos, impidiendo la obtención de rendimientos elevados. Su manipulación exigía la realización de grandes esfuerzos, lo que equivaldría trabajar en "*condiciones contra-ergonómicas*", pues el hombre estaría adaptándose a las exigencias del trabajo.

Pero el trabajo, los derechos y privilegios, también crearon conflictos sociales, de la misma forma que en Roma el enfrentamiento entre Patricios y Plebeyos dio lugar a

lo que se consideró como la primera huelga general ocurrida en el mundo, mencionada anteriormente. Un ejemplo de esto es lo ocurrido en la ciudad de Zamora en el año 1158 conocido como *El motín de la trucha*. Así se relata⁷²:

“Reinaba Fernando II y en el mercado zamorano se inició en día no concretado, una discusión en un puesto de pescado. Un zapatero compró la trucha que el mercader había ponderado previamente por su calidad. En esto se percata el criado de un caballero, quien comisionado para efectuar la compra para su amo, pretende también la misma pieza de pescado, e intenta arrebatársela al zapatero invocando algún derecho de clase.

La discusión surge de inmediato, alcanzando niveles de gran importancia cuando, en defensa de los mercaderes y menestrales, sale al paso un tal Benito ‘El Pellitero’, enfrentándose a los que hicieron causa común con el caballero presuntamente agraviado, los nobles y patricios Ponce de Cabrera y los Álvarez de Vizcaya.

El motín debió alcanzar proporciones verdaderamente importantes, llegando a incendiar iglesias, como la de San Román, hoy conocida como Santa María la Nueva. En los incendios murieron hidalgos y caballeros, pero al final los artesanos y comerciantes se rindieron, al parecer según cuenta la leyenda, por falta de fuerzas organizadas y por la no implicación y ayuda de grupos sociales importantes, como la Corona y la Iglesia, quienes se abstuvieron de decantarse por alguno de los bandos en discordia.

Las clases menestrales abandonaron la ciudad camino de Portugal, a la sazón, enemiga del reino de León y así concedió Fernando II, perdón a los huidos.

Tras la intercesión del Rey ante el Papa Alejandro III, éste impone como desagravio por la destrucción de la Iglesia de San Román, la construcción de un Tabernáculo de plata que dio paso a otra leyenda no menos conocida, como es la del Carro Triunfante”.

⁷² MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 41-43

Tal como muestra el anterior relato, la época medieval estaba repleta de revueltas sociales y motines propugnados por el pueblo sujeto a los abusos de los señores. Por ejemplo, en Sahagún de Campos, los artesanos se sublevaron contra el Abad en demanda de emancipación jurídica, siendo en este caso apoyados por parte de la burguesía. También hubo revueltas en Bellver de los Montes por parte de los campesinos, en contra del mismo Abad, por motivos fiscales. Es decir, conflictos siempre unidos a condiciones laborales, sociales, fiscales..., es decir, de trabajo.

4.1 LA “SALUD LABORAL” EN EL MEDIEVO

En esta etapa la influencia de la religión traerá como consecuencia que los conocimientos desarrollados en la Edad Antigua, sean considerablemente desplazados por explicaciones sobrenaturales de la enfermedad. El saber de la época se encontraba bajo la dominación de la Iglesia Católica y la enseñanza escolástica, lo que hizo prevalecer la interpretación mística de la pérdida de la salud como asociada a la ira de Dios o a la acción de los demonios.

En esta sociedad religiosa era conocida la costumbre existente en territorio de Judea, y probablemente, relacionaran el texto citado en Deuteronomio, Antiguo Testamento de las Santas Escrituras, en su capítulo XXII, versículo 8, con la posible determinación de culpabilidad ante un accidente. Se recomendaba construir un pretil o antepecho alrededor de los tejados para prevenir las caídas o el peligro potencial de ellas⁷³:

“En caso de que edifiques una casa nueva, entonces tienes que hacer un pretil a tu techo, para que no coloques sobre tu casa culpa de sangre porque alguien que cayera llegara a caer de él”.

Ese temor a que el edificio quedase con culpa de sangre o profanado como consecuencia de la pérdida de la vida o salud del accidentado, era idea global de la defensa de la salud que se exigía a todo pueblo sujeto a una forma de vida, organizada desde la influencia religiosa que trascendía a lo sociolaboral.

Durante el medievo, el Derecho se fundamentaba en Dios y al mismo tiempo, se establecía un “orden natural” que obligaba a cada uno a comportarse según dicta la

⁷³ Traducción del Nuevo Mundo de las Santas Escrituras (1987). *Deuteronomio*, capítulo 22, versículo 8.

naturaleza humana. Por ello, según Otto Brunner⁷⁴, eran sometidas a juicio y condenadas circunstancias tales como:

- La herida de un hombre por caída del clavo de donde se sujetara (lo que se traduciría como la actual lesión por desplome de objeto).
- Lesiones a un niño provocadas por un caballo sin control que lo arrolle (accidente ocasionado por seres vivos).
- La plaga de langostas asolando una comarca (agentes biológicos).

Con todo esto, vemos que la salud ya se relacionaba con aspectos inherentes al trabajo o con acciones ajenas al sujeto activo.

R. French, en su obra⁷⁵, recoge una definición medieval de Salud, teniendo presente que el hombre es un ser en equilibrio con la naturaleza:

“La salud es posible cuando el cuerpo como un todo (y cada una de sus partes), consigue y mantiene un adecuado equilibrio entre sus cualidades, a la vez que una adecuada correspondencia con las partes del cosmos”.

El peligro ha formado un todo de manera permanente con lo que hoy conocemos como “actividad de trabajo” y no podemos obviar el hecho de que el hombre comete errores de diversa índole, que le hacen poner en riesgo su propia vida. Al estar históricamente ligado el valor de la vida a la categoría social de la misma, el reconocimiento jurídico del hoy universalmente aceptado Derecho a la Salud o a la Vida, no ha sido igual a lo largo de los años.

El derecho a la vida, con un marcado carácter religioso, ha ido incidiendo en la protección de la salud e integridad de los trabajadores desde sociedades muy diversas con intereses y dominios políticos y sociales radicalmente opuestos.

En la época medieval, los Concilios de la Iglesia, marcan de alguna manera la protección de la vida y la integridad física de los trabajadores acogidos a la Iglesia Católica y son principalmente las Ordenes Monásticas sujetas a la Regla de S. Benito las que entienden que se debe relacionar directamente la salud del operario con el incremento de la productividad, lo que motiva el estudio de Seguridad en el Trabajo.

⁷⁴ Otto Brunner fue un austriaco historiador, conocido por su trabajo en la historia social europea medieval y moderno temprano después.

⁷⁵ FRENCH, R. Astrology in Medical Practice, en L. García Ballester, R. French, J. Arrizabalaga y A. Cunningham (ed.): *Practical medicine from Salerno to the Black Death*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994, p. 30-59.

La legislación religiosa, Derecho Canónico, incorpora entre otros, estos preceptos de los que se tienen referencia:

- Concilio de Toledo (589). Pasa a los esclavos a siervos.
- Concilio de Auxerre (600). Prohíbe el hacer trabajos en domingo.
- Concilio de Verberic (756). Autoriza el matrimonio de esclavos, prohibiendo al dueño el separar a los casados cuyo matrimonio hubiere aprobado.
- Concilio de Coyanza, (1050). Ratifica con carácter universal el guardar los domingos y fiestas, prohibiendo el trabajo en esos días.

“En no sexto titulo amonestamos que todos los christianos desde la biespra al sábadó que vayan à la yglesia, è al día domingo à los matines, è a la misa, è a todas las oras; è que non labren, nen anden camino [...]”

- Concilio de Zamora (1315). Deroga los privilegios que hasta el momento tenían los judíos en cuanto a propiedad y libertad; por ello, se les confiscan las sinagogas y se les prohíbe el ejercicio de la medicina.⁷⁶

4.2 NORMATIVA Y LEGISLACIÓN CONSTRUCTIVA EN LA EDAD MEDIA

En este ambiente en la que aún se consideraban los accidentes como resultado de acciones fortuitas y la acción reparadora como algo voluntario, resulta difícil el análisis de las Condiciones de Trabajo. No comprendían el alcance de la posibilidad de sufrir daño a consecuencia del trabajo y la responsabilidad del “propietario del trabajo” (el Señor). Sin embargo, mediante las Cartas Pueblas y los Fueros Municipales, conseguiremos analizar las condiciones de trabajo de la época.

El Fuero, texto jurídico concebido en los siglos XI y XII, era empleado prácticamente en todo el territorio peninsular, salvo en Cataluña. Su vigencia se reducía al territorio en el que era concedido, por lo que la diversificación era absoluta. En ellos se incluían aspectos relacionados con las exenciones, franquicias y privilegios en especial dirigidos a los burqueses, pero también las sanciones por incumplimientos, especialmente de los siervos.

⁷⁶ MATEOS, Miguel Ángel. *Historia Antigua y Medieval*. Agedime, S.L.: Ed. Mediterráneo, 1991.

Las **Cartas Pueblas** (*Cartæ Populationis*), consideradas por algunos como “contratos de trabajo” entre el señor y los trabajadores, tenían como objetivo el atraer pobladores para una zona, con fines generalmente de explotación agrícola.

Los artesanos y mercaderes que se asentaron fuera de la urbe, representaban una nueva clase social, la figura del “burgués”. Al integrarse después en el “Burgo” de las ciudades, consiguieron ejercer como grupo de presión dentro del orden señorial. Esto, probablemente sea uno de los primeros intentos de defender las condiciones laborales, puesto que es el trabajo lo que desarrolla y permite el enriquecimiento directo e indirecto de los señores. Esto llevó a que en las ciudades forales comenzaran a organizarse los trabajadores con cierta libertad y democracia.

A continuación reproducimos algunas referencias a las condiciones de vida y trabajo incluidas en estos textos legislativos.⁷⁷

Fuero de León (1017)

“XXI. A on mandamos que sierbo non conoscido ó que non fur, provado sierbo, que lo non saquen ende, nen lo dian, á nengunt ome”.

También podemos leer en el Fuero de Salamanca sobre aspectos directamente relacionados con el Derecho a la Vida del trabajador, pero referidos a quien tiene su propiedad, el señor:

Fuero de Salamanca (1180)

“LIX. Et quien matar mancebo ageno o yuguero o ortolano o pastor, peche cien sueldos a su sennor”.

Asímismo, la calidad del trabajo bien hecho y la responsabilidad del maestro artesano se encuentra recogido en varios apartados, estando sujetos incluso a sanciones económicas.⁷⁸

Fuero de Salamanca (1180)

“XLIV. Todo ferrero que clavo façier malo o que non sea bien cabeçudo e con buen astil e de buen ferro, e si tal non fuer, peche 1 maravedí”.

⁷⁷ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 50-53

⁷⁸ Las equivalencias son las de 1 maravedí = 10 sueldos y 1 sueldo = 12 dineros.

Es merecedor de nuestra atención el **Fuero Viejo de Castilla**, obra de Alfonso VIII de Castilla (1158-1214) escrita en latín y mandada a traducir en romance por San Fernando III (1230-1252). Está dividida en Cinco libros y cada libro en títulos. El Título V del Libro IV tiene como rubrica la siguiente: *De las labores (=obras) nuevas e viejas e de los daños que vienen de ellas; e de los que encierran pan, o vino en la viella, que de derecho deven pagar para la renta de las Puentes.*⁷⁹ Dicho título está compuesto por seis Leyes, de las cuales queremos destacar la Ley II, que alude a la responsabilidad reparadora en caso de daños a la propiedad ajena:

“Otro si, si casa ovier un omne, e fuer acostada, de vela adovar, porque las otras casas de cerca della non resciban daño. E si despues quel= fuer mostrado, nol= quisier adovar, e daño vinier a las otras casas de cerca, debe pechar todo el daño de la casa [...].”

También en este Fuero se regula el “trabajo por cuenta ajena” de los yugueros (jornaleros) y el abono de indemnizaciones por fallecimiento o despido sin causa justificada.

“Título III, Libro IV, Ley V.

Que cuando algund ome coje mancebo, o manceba, a soldada por tiempo cierto, si el mancebo o la manceba les fallescier antes del plaço que pusier con él, seyendo sano, sin culpa del Sennior, debe pechar la soldado doblada, e si el sennior le echare de casa sin culpa de él, otrosí le debe pechar la soldado doblada [...].”

Fuero Viejo de Castilla

Los Fueros Municipales más tardíos incorporaban también exigencias laborales y productivas, tal como muestra la prohibición hecha en Barcelona en el año 1324, a través de un Bando por el que se prohibió la construcción de hornos para cocer vidrio dentro de la urbe por los daños a la salud que producirían a los vecinos, que aunque ya era conocidas las consecuencias que podían acarrear estas prácticas desde la época mesopotámica, no fue hasta este momento que se plasmó una solución en un texto legislativo.

⁷⁹ BETANCOURT SERNA, Fernando. *Normativa y legislación constructiva en la Antigüedad y en la Alta Edad Media*. En Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 94-95

4.2.1 EL FUERO REAL (1252-1255)

Esta obra, con inspiración visigodo-romana, sustituye el Fuero Viejo de Castilla; siendo la primera obra legislativa del reinado del Rey Alfonso X el Sabio.

La legislación de Alfonso X El Sabio, a pesar de que parte del texto está dedicado a la gestión del trabajo y entiende el accidente derivado del mismo en función de las categorías sociales, obligando a la toma de medidas preventivas que lo eviten, es considerado como un retroceso en las condiciones de trabajo establecidas en los anteriores Fueros, puesto que estableció limitaciones procesales y de matrimonio entre siervos, abrió la posibilidad de compraventa de mano de obra, etc. Incluso, contemplaba la posibilidad de que los Señores podían empeñar o jugarse los siervos propios, a los dados; algo cruel desde el punto de vista de los derechos humanos.

Sin embargo, también se encuentran algunas obligaciones referentes a las condiciones laborales como las que destacamos a continuación⁸⁰:

- Aviso previo en las talas de árboles o derribos de pared. Teniendo presente que de los troncos descortezados se abastece la industria de la construcción.

Fuero Real (1252)

“[...] Quien árbol tajáre o pared derribáre, ó otra cosa semejante, sea tenuto de lo decir á los que estan a derredor, que se guarden: é si gelo dixere [...] no sea tenido de la muerte, ni del daño [...] y si no lo dixó, [...] sea tenuto de la muerte, ó de la lisión [...]”.

- Protección de huecos de silos o pozos en carreteras y plazas.

Fuero Real (1252)

“Si alguno abriere sylo ó pozo ó otra foya en carretera, ó en plaza, ó en otro luigar donde daño pueda venir, no lo dexe descubierto, mas cúbralo de guisa porque á aquellos que pasaran no pueda venir daño [...]”.

- Devengo de salario estipulado en despido sin causa.

Fuero Real (1252)

⁸⁰ MOLINA BENITO, José Antonio: *Op. cit.*, p. 55-56

“Como el mozo que sin causa fuere echado de su señor gana la soldada. Si algun home cogiere á otro a soldada á aplazo, é lo echare de su casa ante del plazo sin culpa, dele toda su soldada del año; e si el mancebo dexare al señor ante del plazo sin su culpa. pierde la soldada, e pechele otro tanto [...]”.

En el Fuero dado a Sahagún (1255) por Alfonso X El Sabio, además de fijar derechos y deberes de los trabajadores, prohibía los Gremios y Cofradías. Aunque sí se admitían Cofradías con motivaciones religiosas en el Código concedido a Santiago en 1253; esto es otra prueba del carácter regresivo que venimos indicando.

Fuero de Sahagún (1255)

“Et defendemos que daqui adelante ningunos non fagan confraderias, et las que son fechas, que las desfagan, et aquel que las ficiere, pierda el cuerpo et lo que oviere”.

4.2.2 LAS SIETE PARTIDAS (1256-1275) DE ALFONSO X EL SABIO (1252-1284)

Este período de la Edad Media, trae consigo un fortalecimiento del régimen señorial que se afianza en los municipios, ocasionando que se pierda la hegemonía de la “democracia laboral” a duras penas alcanzada en beneficio de la oligarquía de hidalgos y eclesiásticos. Fue entonces cuando los Gremios perdieron influencia llegando a su pronta prohibición en todo el territorio leonés y castellano, con el consiguiente deterioro de las condiciones de trabajo:

“Quinta Partida. Título VII. Ley II.

E porque se siguen muchos males, defendemos, que tales cofradías, e posturas e cotos como estos sobredichos ni otros semejantes, dellos non sean puestos sin sabiduría e otorgamiento del Rey, e si los pusieren que non valan. E todos quantos de aquí los pusieren, pierdan todo quanto que ovieren, e sea del Rey. E aun demás desto sean echados de la tierra para siempre”.

Este documento reglamentario y jurídico, diferencia el trabajo que se hace en el campo y el efectuado en talleres o en la propia casa. Así podemos leer en la Segunda de las Partidas, Título XX, Ley V, lo siguiente:

“Ca labor es dicha aquella cosa que los homes facen trabajando en dos maneras: la una por razón de la fechora, la otra por razón del tiempo, así como aquellos que labran por pan o por vino et guardan sus ganados o que facen otras cosas semejantes destas en que resciben trabajo.

Et obras son aquellas que los homes facen estando en sus casas o en logares cobiertos, así como los que labran oro et plata et facen monedas, o armas, o armaduras, o los otros menesteres que son de muchas maneras [...].”

Además, este documento reglamentario y jurídico define y clasifica el daño en su Séptima Partida *Que fabla de todas las acusaciones e maleficio que los omes fazen, e que pena merescen aver por ende*, en su Título XV, Ley I:

“Daño es empeoramiento o menoscabo, o destruymiento que ome rescibe en si mesmo, o en sus cosas por culpa de otro. E son del tres maneras. La primera es quando se empeora la cosa por mal quel fazen. La segunda quando se mengua por razón del daño que fazen en ella. La tercera es, quando por el daño se pierde, o se destruye la cosa del todo”.⁸¹

Por otra parte, la Tercera Partida, Título XXXII: *De las labores (=obras) nuevas como se pueden embargar que se non fagan, e de las viejas que se quieren caer, como se han de fazer*, e de todas otras labores, y en donde en sus distintas leyes a partir del concepto de *opus novum* (=labor nueva) se desarrolla el régimen de la *operis novi nuntiatio damni depellendi causa, iuris nostri conservandi causa y iuris publici tuendi gratia*, pero ahora a la luz de la indemnización *ex lege* del daño material o jurídico causado, heredado del Derecho Romano.⁸²

En la **Ley de las Siete Partidas**, aunque se sigue manteniendo algunas orientaciones o preceptos romano-visigodos como guardar las fiestas, desaparece la norma de inspiración castellana del despido sin causa, antes mencionada. Lo que incrementaría el paro obrero. Algo no comprendido por esta sociedad que el Rey llega a reflejar de esta manera en la Primera Partida:

“Primera Partida, Título V, Ley XL y Segunda Partida, Título XX, Ley IV.

⁸¹ MARTÍNEZ ALCUBILLA, M. *Códigos Antiguos de España. Colección completa de todos los códigos de España, desde el Fuero Juzgo hasta la Novísima Recopilación*. 2 volúmenes, Madrid, 1885, p. 640

⁸² BETANCOURT SERNA, F. *Op. cit.*, p. 96

Se ordena que se expulsen de la tierra a los mendigos robustos y voluntarios. Se prohíbe darles limosna”.

4.3 LOS GREMIOS

En Castilla, las asociaciones gremiales tuvieron escasa repercusión al ser reprimidas y perseguidas por los monarcas, pero en Aragón y, especialmente, en Cataluña, disfrutaron de un auge e importancia relevante, llegando los Gremios, organizados por actividades laborales, a constituir la base de la vida pública.

Los gremios fueron asociaciones de artesanos que organizaban los oficios y las actividades de sus asociados para ejercer cierto control y monopolio sobre la fabricación y venta de productos.

Los integrantes de los gremios estaban formados por trabajadores libres, existiendo contratos de aprendizaje, siendo esto considerado por algunos como el primer eslabón del trabajo por cuenta ajena. Tras tres años de aprendizaje, el aprendiz pasa a ser *“oficial”*, estrato anterior al de *“maestro”*, cobrando además del jornal, una participación en los beneficios. A raíz de esto, surgen en Barcelona, el *“manobre”* o *“bergant”*, es decir, peones no cualificados contratados en la plaza pública, cuya figura ha llegado hasta nuestros días.

Si el gremio agrupaba a empresarios, los trabajadores también se asociaban, especialmente en el sector de la construcción, configurando las *“compagnonnages”*, embrión de los actuales sindicatos, aunque en sus comienzos mantenían relaciones secretas para evitar las hostilidades de los gremios y señores que los consideraban como enemigos de la producción. Pero este fenómeno no se produjo en León, en primer lugar por el débil posicionamiento político de los artesanos y agremiados en general y en segundo lugar por entender que determinadas conductas no controladas por el poder, debían ser perseguidas, dado que podrían alterar la *“docilidad”* de los pertenecientes a la actividad determinada.

Las Condiciones de Trabajo derivadas del contrato firmado desde los Gremios, incluían la duración del mismo, así como el tipo, la jornada, el horario, los descansos, etc. También el acceso de la mujer a diversos trabajos y su promoción. Incluso, en vista de la preocupación por la calidad en el trabajo, se prohíbe trabajar con luz artificial en el Gremio de Vayneros.

4.3.1 SUS ANTECEDENTES Y CONSTITUCIÓN

Inicialmente en la Edad Media no existía una idea clara de asistencia social, pero el sentido religioso y deber cristiano permitieron que personas sin nada en común se agruparan en las llamadas Cofradías con el objetivo de garantizar un auxilio mutuo frente a las calamidades de la vida. Es muy probable que la influencia extranjera, principalmente francesa, favoreciera esto hasta su evolución final en Gremios.

En un principio, las Cofradías desarrollaron funciones relacionadas con actividades festivas, devocionales y caritativas. Cuando algunas de ellas se convirtieron o transformaron en Gremios y alcanzaron poder económico y cierto grado de consideración social, los Concejos se vieron obligados a regular las Condiciones de Trabajo en las que debían desempeñar sus actividades los agremiados. Así, el Concejo intervino y legisló sobre⁸³:

- La concesión de lo que hoy llamaríamos Licencia de Actividad, poniendo trabas a las industrias o actividades que contaminaran el ambiente.
- El establecimiento de salarios y jornada laboral, prohibiendo el trabajo nocturno o en días de fiesta.
- Contratación directa de especialistas para trabajos en el Concejo.
- Establecimiento de normas sobre calidad del producto elaborado y lucha contra el fraude del mismo.
- Nombramiento de veedores para la inspección sobre cumplimiento de la normativa y el control del mercado.
- El uso de los espacios de trabajo y actividad mercantil.

No sólo esto, son numerosas las circunstancias mejorantes en la Gestión de la Salud y Seguridad en el Trabajo incluidas en el régimen de obligaciones elaborado por los gremios. Podemos destacar los subsidios económicos por accidentes, asistencia médica y farmacéutica (botica), asistencia hospitalaria y un conjunto de medidas proteccionistas para el obrero lesionado por el trabajo. Cabe recalcar el sistema de pensiones establecido en la construcción de la Catedral de León, establecida por el Obispo D. Álvaro y también la recaudación de derechos de examen, sanciones, etc., por parte del Gremio de Carpinteros, a fin de socorrer a herederos fallecidos por el trabajo y enfermos a consecuencia del mismo. O también el privilegio firmado por el rey Alfonso VII (1152), por el que se exoneraba del pago de tributos y cualquier impuesto de la Corona y el Concejo, a cada uno de los 25 trabajadores que colaboraron en la construcción de la Catedral de Salamanca (actual Catedral Vieja).

⁸³ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 63

Ventajas sociales son también, por ejemplo, la dedicación de un Hospital para los heridos en la construcción de la Catedral de Sevilla. Incluso el Duque de Medina Sidonia, para la construcción del Alcázar de Niebla, obliga la presencia de un físico (médico), para que “*curase de los moros e de los christianos que andan por la obra*”.⁸⁴

Algo similar ocurre en el trabajo marítimo. **El Libro del Consulado del Mar** (Llibre del Consolat del Mar) y las *Ordinationis Ripariæ* (1258) regulaban la política y gobierno de embarcaciones mercantes de Barcelona ofreciendo derechos y deberes, así como sistemas de gestión de las condiciones de trabajo en el mar. Se regulaban en ellos el jornal del marinero y su derecho a poder reclamarlo verbalmente y se prohibía el despido libre de un marinero, para contratar a otro. También se obligaba a pagar todo el salario al marinero accidentado, prohibiéndole el que se acerque a lugares que supongan peligro para su integridad.⁸⁵

Ambos marcos normativos pueden ser considerados como los primeros cuerpos legales españoles que garantizaron la reparación económica de los accidentes de trabajo. Más tarde, en el siglo XIV, el **Seguro de Accidentes del Trabajo en el Mar**, será regulado por los “Capítulos” del Rey D. Pedro IV de Aragón, promulgados en Barcelona, el 10 de septiembre de 1340.⁸⁶

4.3.2 GESTIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO POR GREMIOS

En Castilla y León, los Gremios de naturaleza puramente industrial, no tuvieron mayor desarrollo dado el enorme protagonismo asumido desde el siglo XIII por La Mesta. El enorme negocio de la lana pudo empujar a los monarcas a que aplicaran economías de índole mercantil, lo que podía proporcionarles buenos recursos fiscales y esto unido a los intereses de esa clase rica de las ciudades, ahogaba iniciativas de control sobre materias primas, tan necesarias para el desarrollo industrial. Esto explica la persecución realizada por los monarcas ante la negativa de los integrantes de los Gremios a rendir cuentas al Concejo.⁸⁷

Las “*mestas*” castellanas fueron asociaciones de pastores que con carácter local, bien pudieron actuar como **pseudogremios**. Sus funciones básicamente se centraron

⁸⁴ GARCÍA BALLESTER, Luis y otros. *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*. Junta de Castilla y León. Valladolid, 2002.

⁸⁵ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 66

⁸⁶ RUMEU DE ARMAS, Antonio. *Historia de la Previsión Social en España*. Ed. Albir, S.A. Barcelona, 1981

⁸⁷ TRAMOYERES BLASCO, Luis. *Instituciones Gremiales: su origen y organización en Valencia*. Valencia, 1982.

en la promoción y fomento de la producción ganadera y la calidad del producto, sin olvidar la defensa de las condiciones de trabajo en conflicto con otros sectores.

La caída del mercado de la lana permitió un avance sustancial del Gremio y como consecuencia, la organización, control y asentamiento de las condiciones de trabajo de los integrantes del mismo y a los trabajadores del oficio, que resumiremos en los apartados siguientes⁸⁸:

A) Categorías laborales

Los *Agremiados* gozaban de todos los beneficios y privilegios. Decidían sobre el nivel de producción que se pretendía alcanzar, siendo todos ellos Maestros Artesanos, con atribuciones para regular el acceso a esta categoría profesional que sirviera para garantizar la calidad y la competencia.

El *Maestro* disponía de la habilidad suficiente y demostrada sobre el oficio propio, así como del capital necesario para su explotación.

Los *Asalariados*, conocidos también como “obreros”, “mozos”, “criados”, “aprendices”, “discípulos”, según su zona geográfica, eran los trabajadores por cuenta ajena de los Agremiados. Al principio, el contrato que les unía al Artesano era habitualmente verbal, pero rápidamente se generalizó el contrato escrito por los Escribanos del Concejo.

B) Promoción Profesional

Como forma de minimizar la competencia profesional, la promoción a niveles superiores de conocimientos y habilidad laboral, se establecía a través de un sistema algo especial de exámenes y controles realizados bien por los propios Agremiados, por Veedores⁸⁹ nombrados por el Concejo, o bien acordados y especificados por Ordenanzas Técnicas aprobadas al respecto. De esta forma, fomentaban el proceso incipiente de investigación sobre la mayor eficacia de la herramienta a utilizar o incluso diseñando otras nuevas.

El acceso al nivel de Mester o Maestro se iniciaba en el Concejo municipal de Barcelona, el 31 de mayo de 1389, con la exigencia de una prueba específica para

⁸⁸ MOLINA BENITO, José Antonio: *Op. cit.*, p. 68

⁸⁹ El Veedor es el nombre que reciben los “fieles que juraban cumplir bien sus cometidos” y eran designados por el Concejo como autoridad del mismo, por un tiempo máximo de un año.

impedir que nadie pudiera trabajar en la ciudad “*sin ser examinado y aprobado por los cónsules del oficio o sus diputados*”.

Pero no siendo suficiente estos exámenes, a partir de 1470, generalizados entre los Gremios, se impuso además, el abono de unas tasas con las que se adquiría el derecho a examinarse. Esto puede considerarse como el fin de un proceso docente, anticipo de la actual formación laboral.

Finalmente, a partir del siglo XV, las Ordenanzas exigían, en factores de calidad y responsabilidad sobre el trabajo realizado por el Asalariado, que se hiciera una marca personal en el objeto producido, que permitirían identificar fácilmente a los trabajadores promotores de fraudes y castigarlos.

C) Horarios

En estos momentos, por supuesto, no había aún un Calendario Laboral, pero el Gremiado de Vayneros de Barcelona (1358), por ejemplo, prohibía a sus asociados trabajar con luz artificial, concluyendo que el trabajo debía realizarse en momentos de luz diurna. También los Manteros de Barcelona (1445) fijaron el inicio de la jornada cuando la esquila de la Catedral comenzara a sonar y un servicio de inspección (Cónsules) se encargaba de comprobar el cumplimiento de dichos horarios, sancionando los que no se cumplían.

Además, en este ambiente tan religioso, era conocida la prohibición de trabajar en domingos y festivos. En caso del incumplimiento de esta norma, el juez eclesiástico podía intervenir y sentenciar según la gravedad de la infracción cometida.

D) Organización del Trabajo

La forma de llevar a cabo el trabajo y la distribución de las tareas dentro del proceso productivo de cada sector de actividad es diferente. Analizaremos solamente el sector objeto de nuestro estudio:

Construcción. Incluye fundamentalmente los oficios de la albañilería, los canteros⁹⁰, los caleros y el de carpintería. Precisaba por lo tanto, de una organización sagaz para poder obtener buenos rendimientos.

⁹⁰ Los Canteros propiamente dichos, no tuvieron Gremio independiente del de la Construcción, salvo el caso del Fuero de Santiago de Compostela (1421) que sí promovió una Cofradía de canteros y carpinteros.

Dependiendo de la zona geográfica, la ausencia de piedra, exigía trabajar con adobe; esta práctica era realizada por los carpinteros, al ser expertos haciendo entablamentos para el proceso de fábrica. Además, eran encargados de hacer las estructuras de madera y andamiajes para el sostenimiento de grandes edificaciones. El resto, ya era labor de albañiles y de otros artesanos, puesto que recordemos, era la actividad que ocupaba a mayor número de personas, con especialidades complementarias tan diferentes y a la vez necesarias, como los cerrajeros, pizarreros, tapiceros, pintores, escultores, etc.

E) Medidas Preventivas

Aunque hablar en estos momentos de este concepto es difícil de entender, queremos destacar y considerar como tal la exigencia del municipio de Barcelona al Gremio de Carpinteros. Consistía en que debían almacenar la madera en lugares adecuados para no generar incendios y fijar los aserraderos junto al mar para que la viruta fuera arrastrada por las olas en la playa.

Pero lo que sí puede considerarse como mejora de las condiciones de trabajo es el auxilio que las Cofradías y Gremios prestaban cuando el asociado enfermaba o moría, para que los familiares pudieran abonar los gastos de enterramiento. Se asumió como socorro mutuo, las prestaciones como subsidios económicos, asistencia en Hospitales y auxilio contra el desempleo.

4.3.3 CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO EN LA ACTIVIDAD LABORAL MEDIEVAL

En esta época las Ordenes Religiosas, en especial las monásticas, pretendían alcanzar una mayor altura de la iglesia o templo, para así al elevarlo, acercarse más a Dios. Para ello, fue preciso estudiar el comportamiento y estabilidad de las formas más estilizadas con menor empleo de material, aunque solamente se basaron en simples cálculos aritméticos.

Al construir edificios mucho más altos que antes, disminuyendo la sección de los pilares, columnas y muros perimetrales, se planteó la necesidad de disponer sistemas constructivos diferentes, donde la resistencia fuera el primer elemento a tener en cuenta. Esto exigió el diseño de nuevos procedimientos, que con menor necesidad de mano de obra, permitiera el izar piedras a gran altura; resultando así en el establecimiento de normas preventivas que permitieran disminuir la peligrosidad en la construcción, así como el control de los accidentes dado el menor número de obreros.

Todo ello repercutió en las condiciones de trabajo y en la idea de *seguridad*. Pero esta seguridad, no estaba destinada o dirigida al oficial artesano, sino a la de la estructura del edificio. Esto probablemente sea el inicio de toda la historia preventiva, aunque falten aún muchos años para que un buen diseño garantice la obra terminada sin fallos constructivos y la *seguridad*, sea exigencia no sólo estructural, sino también del trabajador que la realiza. Incluso, la utilización de la bóveda en las edificaciones catedralicias, ante la ausencia de protección de quien lo hace, era para promover la seguridad de quien lo utiliza.

Es evidente que a medida que se construían mejores edificios, se mejoraban los aspectos económicos de los promotores, la actividad social de los trabajadores y también la tecnología de aplicación. La construcción generaba una mayor división del trabajo, sobre todo a partir del siglo XV cuando la relación con los potenciales clientes, permitía el estar en obras distintas, con la consiguiente necesidad de delegar funciones y así se fueron creando diversas categorías profesionales.

Es importante en este apartado hacer referencia al **Libro del peso de los alarifes y balanza** (las Ordenanzas de Sevilla – 1527), que en conexión con la Ley Castellana de las Siete Partidas, es considerado como el documento más antiguo que regula el sector de la construcción. En él podemos encontrar normas constructivas, simples diseños de herramientas y aparejos necesarios para la edificación.

Durante la primera época de colonización romana, al detectar la enorme riqueza minera de la Hispania, lo explotaron como fuente de riqueza para sus intereses. Las condiciones de trabajo en las minas eran terribles, por lo que llevó a su estudio para poder disminuir el daño a través de lo que hoy conocemos como Enfermedades Profesionales.

Referencias al trabajo en las minas, las encontramos en diversos textos, por ejemplo lo recogido en la Novísima Recopilación, Libro IX, Título XVIII, Ley IV:

“[...] y así, todas las personas que tuvieren, labraren o beneficiaren minas, sean obligadas á la llevar limpias, de manera que no se hundan ni cieguen, dexando en las que fueren de ley de marco y medio por quintal de plomo plata abaxo, las puentes, fuerzas y testers que convengan para la SEGURIDAD y perpetuidad dellas; y las que fueren de más ley han de quedar, demás de lo dicho, muy bien ademadas y aseguradas con buenas maderas; y haciendo lo contrario, la Justicia de la dicha mina la haga hacer á su costa [...]”.

“Párrafo 74. [...] por cuanto somos informados de que hacerse en una mina los pozos de ellas desde el superficie muy juntos, y ahondarlos de un tirón sin hacer descansos, se siguen grandes inconvenientes y daños, así para lo que toca a la perpetuidad, como por no poderse labrar ni desaguar con comodidad; y para remedio de esto, ordenamos y mandamos, que quando de aquí adelante se descubriere alguna mina nueva, los pozos que se hubieren de seguir se hagan diez varas uno de otro, y que cada pozo tenga de hondo catorce estados⁹¹; y si se hubiere de ahondar mas se haga una minería antes que se ahonde mas y de allí se forme otro pozo; pero porque en muchas partes no se hallara disposición para guardar este órden, en tal caso se hará lo que pareciere más convenir, con parecer del Administrador del partido y de los demás mineros que desto entendieren [...]”.

Podríamos concluir diciendo que el control de las exigencias de seguridad se empezó a solicitar mediante la peritación de expertos concedores del trabajo en las minas. Este mismo criterio, hoy sigue vigente en la aplicación de la normativa preventiva en nuestro país.

4.4 ASPECTOS CONSTRUCTIVOS: EQUIPOS DE OBRA Y MEDIOS AUXILIARES EN LA EDAD MEDIA

La Edad Media constituye un eslabón más en el progreso de las maquinarias de construcción y de los equipos de obra; sin embargo, no comenzaron a producirse progresos en este sentido hasta el comienzo del siglo XII, generando una intensa transformación técnica que afectó en gran medida a la maquinaria de construcción.⁹² Estas innovaciones perdurarán, incluso, en el Renacimiento.

En los siglos anteriores a estos progresos, cayeron en desuso algunos medios auxiliares de la época clásica por la tendencia a emplear material de menor dimensión –siendo innecesario mecanismos de transporte y elevación de bloques clásicos como los polipastos y los aparejos de poleas- y por la crisis económica, ya que las soluciones encarecían el proceso; por ejemplo, las clavijas de suspensión (diablos o

⁹¹ 1 estado = 1,67 metros

⁹² SÁNCHEZ GARCÍA, J.A.; YÁÑEZ RODRIGUEZ, J.M. *El aparejador y su profesión en Galicia: de los maestros de obras a los arquitectos técnicos*. Santiago de Compostela: Consello Galego de Colexios de Aparelladores e Arquitectos Técnicos, 2001, p. 56-69

castañuelas) se abandonarían sustituyéndose por las zarpas (pinzas autoajustables) que exigían menor precisión. No obstante, continuaban empleándose las cimbras, los elevadores de poleas simples o las máquinas de percusión para hincar de pilotes de cimentación en la construcción de azudes o esclusas, de obras portuarias y de pilas y estribos de puentes, etc.⁹³

En época medieval, la maquinaria de construcción se relacionaría también con las fuentes de energía. Lo que explica el uso de la energía hidráulica en sustitución de la fuerza o el peso humano en la Alta Edad Media, desempeñando un papel similar al del vapor en el siglo XIX o el petróleo en el siguiente.

4.4.1 RENOVACIÓN DE LAS TIPOLOGÍAS CLÁSICAS DE MÁQUINAS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS

Fue a partir del siglo XII, en plena Alta Edad Media, que se produjeron una serie de cambios tipológicos en los sistemas de elevación de cargas impulsados por la envergadura de las nuevas construcciones urbanas y el auge de la actividad portuaria.

Aquellas máquinas de elevación medievales con los elementos básicos de tradición clásica que se continuaron empleando hasta entonces se renovaron tipológicamente apareciendo tres variantes en función de la potencia de carga necesaria y la altura de elevación. Distinguiremos entre ergates, cabrias y grúas.⁹⁴

A) El ergate

Esta máquina, con precedentes en la tradición clásica, consistía en un simple torno de elevación para elevación de cargas livianas; conocidos en la época como ingenios elevadores.

En La Gran Babel, pintura de Pieter Brueghel el Viejo (1563), en el primer nivel de la rampa de la torre, aparece un ingenio de este tipo. También se representa en el capitel del claustro de Monasterio de Santa María la Real de Nieva.

B) La cabria

La cabria medieval era bien diferente a la clásica. No sólo varió la tipología de la cabria, sino también la potencia de carga. Junto a ello, el uso era muy distinto, ya que

⁹³ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *La técnica de la Arquitectura Medieval (2ª Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011, p. 177

⁹⁴ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, p. 187

se utilizaba para elevar el sillar del suelo a los carros. En este momento, a medida que iban desapareciendo las cabrias constituidas por dos únicos maderos en la estructura, comenzaba a ser una cabria de trípode (fig. 4.1)⁹⁵.



Figura 4.1.- Representación de una cabria de trípode, en la reconstrucción de Troya. Jean Colombe, Recueil des Histories des Histories de Troie. Kupferstichkabinett, Staatlichen Museen, Berlin.

C) La grúa

En la Edad Media se denominaba *grúa*, artefacto más compleja de la época, a la máquina de elevación a grandes alturas de material de construcción que estaba compuesta por una esbelta viga vertical. Tenía una elevada fuerza motriz, resultado de multiplicar la fuerza mediante un juego de poleas y polipastos.⁹⁶

Las grúas medievales continuaron trabajando con los elementos básicos de tradición clásica: sistemas de gancho, cables de tracción, trócleas de poleas y tambores de arrollamiento o, en sustitución de ellos, cabrestantes o una rueda lateral o dos, una a cada lado. La energía necesaria para hacerla operar la proporcionaban el movimiento de la rueda mediante personas andando en su interior –circunstancia que se mantiene hasta el siglo XVI-.

Las novedades de las grúas medievales permitían que las grúas alcanzaran un mayor grado de estabilidad y potencia. La comodidad de uso y facilidad de manejo se debían a que dejaban de ser tensadas y se autosostienen. Existen también una mejora

⁹⁵ BENITO PRADILLO, M^a Ángeles. *La catedral de Ávila: Evolución constructiva y análisis estructural*. Dirigida por José Miguel Ávila Jalvo. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2011, p. 375

⁹⁶ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, p. 190-198

en seguridad y potencia de carga al reforzar el eje del mástil y aumentar el radio de las ruedas de accionamiento. De hecho, mientras que el diámetro de las ruedas romanas oscilaba entre 1 y 2 m, ahora por término medio es de 6 m, tal como muestra la rueda de la grúa que aparece en el primer nivel de La Gran Babel de Peter Brueghel el Viejo, accionada por seis trabajadores (fig. 4.2)⁹⁷. Para mejorar la seguridad de la máquina comenzaron a utilizarse engranajes de dientes rectos como elementos reductores, se les dotaron de palancas oscilantes y de trinquetes, de forma que la elevación deja de ser manual. Además, las cargas se podían elevar de forma progresiva y quedar suspendidas. El último gran logro fue una mejora en el confort de accionamiento, dotando las ruedas de tejadillos para proteger a los obreros de las inclemencias del tiempo (fig. 4.3)⁹⁸ y para hacer más cómodo el mecanismo de accionamiento, se sustituyó el torno por una rueda de manivelas radiales.

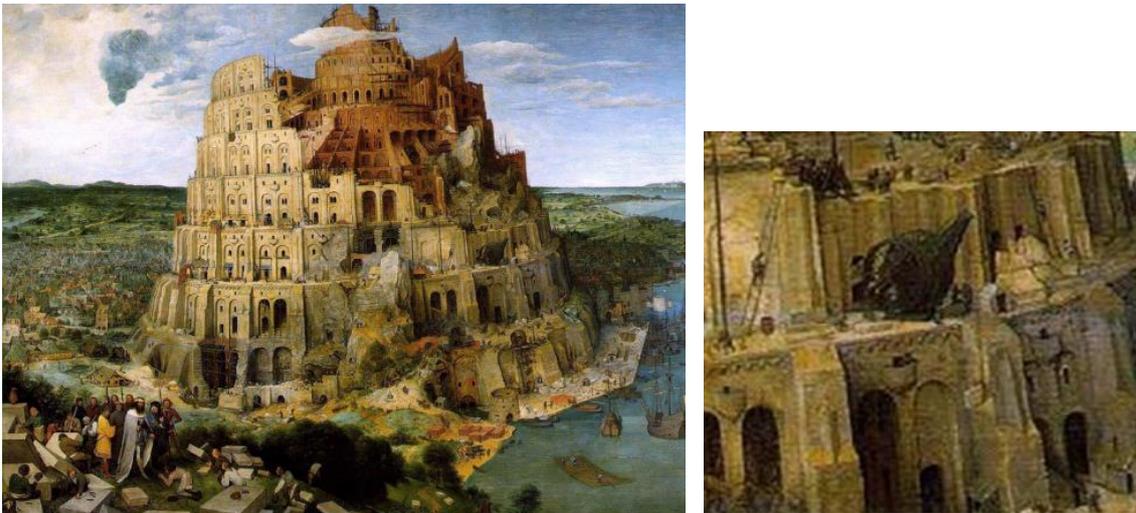


Figura 4.2.- La Gran Babel, 1563 (Pieter Brueghel el Viejo). Kunihistorisches Museum de Viena. Detalle de la grúa de doble rueda de segundo nivel.

⁹⁷ Artehistoria. (n.d.). *Torre de Babel*. Consultada el 07 de mayo de 2014, en <http://www.artehistoria.jcyl.es/v2/obras/5169.htm>

⁹⁸ BENITO PRADILLO, M^a Ángeles. *Op. cit.*, p. 376

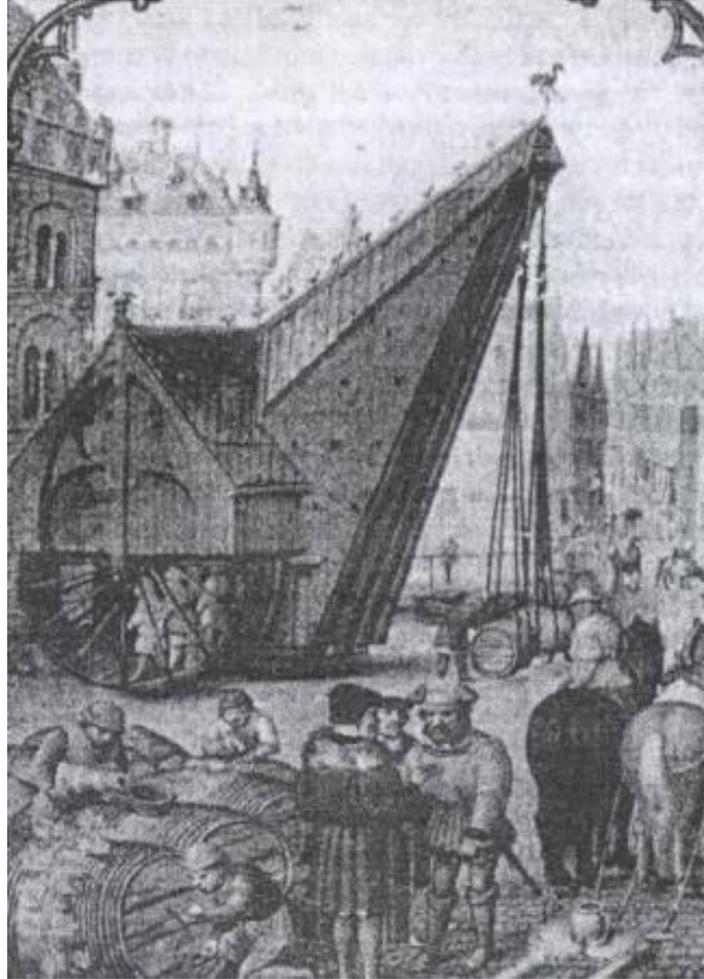


Figura 4.3.- Grúa del puerto de Brujas. Tres hombres caminando hacia atrás le proporcionan la fuerza motriz. Cipolla, 2003, 189.

Se tiene conocimiento de una gran variedad en la tipología de las grúas utilizadas en los edificios medievales. Respecto a la estructura de la máquina nos encontramos con grúas en voladizo (fig. 4.4⁹⁹ y 4.5¹⁰⁰), *de pluma inclinada o de pluma basculante*, aquellas que constan de un eje vertical y una viga superior horizontal y de poleas simples. Según la movilidad espacial las grúas podrían ser arrioadas (fig. 4.6)¹⁰¹ o independiente, circunstancias que dependerían de la resistencia del material de la estructura y de la posición del mecanismo de accionamiento. En tercer lugar, podemos clasificar las grúas según la movilidad del eje, si es fijo o giratorio; este último, posibilitaba el directo emplazamiento en obra de la carga, siendo la misma máquina la que realiza la elevación y el transporte en horizontal.

⁹⁹ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, pp. 196

¹⁰⁰ BENITO PRADILLO, M^a Ángeles. *Op. cit.*, p. 377

¹⁰¹ GRACIANI GARCÍA, Amparo. *Op. cit.*, pp. 199

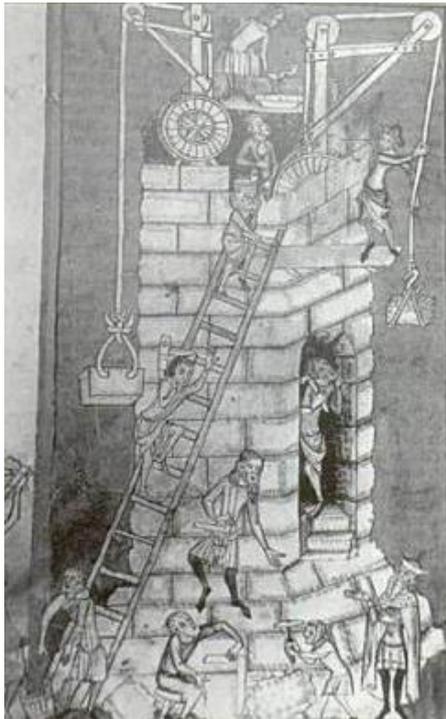


Figura 4.4.- Grúa en voladizo de horca. Crónica Universal de Rudolf Von Ems (h.1360). Biblioteca Central de Munich, ms. Fr. 19093, fol. 22 v.



Figura 4.5.- Grúa en voladizo, en la construcción de la fachada principal de la Catedral de Ávila; antes de la reforma de Juan Guas (Miguel Sobrino González).



Figura 4.6.- Grúa de eje arriostrado. Miniatura de la construcción de la Torre de Babel, h. 1430. Gabinete de las Estampas de Berlín.

4.4.2 MAQUINARIA DE TRANSPORTE

En líneas generales, perduraron los medios de transporte de material de construcción de época clásica como la carreta de tiro accionada por bueyes, tal como menciona Villard de Honnecourt¹⁰² en su cuaderno, en la lámina 19, constatando que los bueyes eran los que cargaron las piedras hasta la obra (la torre de la Catedral de Laon). Pero, mejoraron su eficacia incorporando la llanta metálica y las ruedas herradas, provista de clavos; dotándolas de una mayor adherencia.

El transporte de los materiales de construcción podía realizarse por tierra o agua, no siendo este último rentable, ya que hasta podía quintuplicar el coste inicial del material. El transporte en tierra era lento e inseguro, dado el mal estado de las carreteras. Las ruedas eran ferradas, es decir, guarnecidas de clavos cuyas cabezas aumentaban la adherencia. En otros casos los materiales eran llevados por obreros.

En cualquier caso, la principal novedad fue la aparición de la carretilla de mano en la obra como aplicación de la palanca de segundo género (fig. 4.7). Otro elemento que se utilizaba era la aportadera, instrumento compuesto por varas paralelas de madera entre las que se apoyaba una tabla que soportaba la carga (fig. 4.8)¹⁰³.



Figura 4.7.- Carretilla de mano como medio de transporte de carga, Loyset Liédet.

¹⁰² VILLARD DE HÛNNECOURT: *Cuaderno de notas*, Bibliothèque Nationale, París, MS fr 19093.

¹⁰³ BENITO PRADILLO, M^a Ángeles. *Op. cit.*, p. 374



Figura 4.8.- Aportadera para trasladar piedras. Manuscrito fr. 638 del siglo XV.

4.4.3 NUEVAS MÁQUINAS PARA LA PREPARACIÓN Y CORTE DE MATERIALES

La primera descripción de una sierra hidráulica la encontramos en el Cuaderno de Villard de Honnecourt (fig. 4.9)¹⁰⁴. Se trataba de una máquina automática de dos tiempos, pues al movimiento circular de las ruedas, que creaba un movimiento rotativo capaz de serrar, había que añadir el avance automático de la madera en la sierra. Lassus, citado por Graciani, describía el mecanismo así:

“un arroyo, cuyas ondas están indicadas arriba a la izquierda, hace mover una rueda de alabes oblicuos sobre un eje que posee una rueda dentada y cuatro levas. La rueda dentada hace avanzar la pieza de madera a aserrar, mantenida entre cuatro vías que impide que se desvíe. Las levas apoyan sobre uno de los brazos articulados sujetos por abajo a la sierra vertical, que en lo alto está fija al extremo de una estaca flexible. Al apoyarse sobre el brazo de la articulación, la leva hace descender la sierra, que curva la estaca y vuelve a subir en virtud de la flexibilidad de ésta, cuando la leva se detiene”.¹⁰⁵

¹⁰⁴ BENITO PRADILLO, M^a Ángeles. *Op. cit.*, p. 369

¹⁰⁵ LASSUS, J.B.A. *Album de Villard de Honnecourt, architecte du XIII^e siècle*, París, 1858, p.144

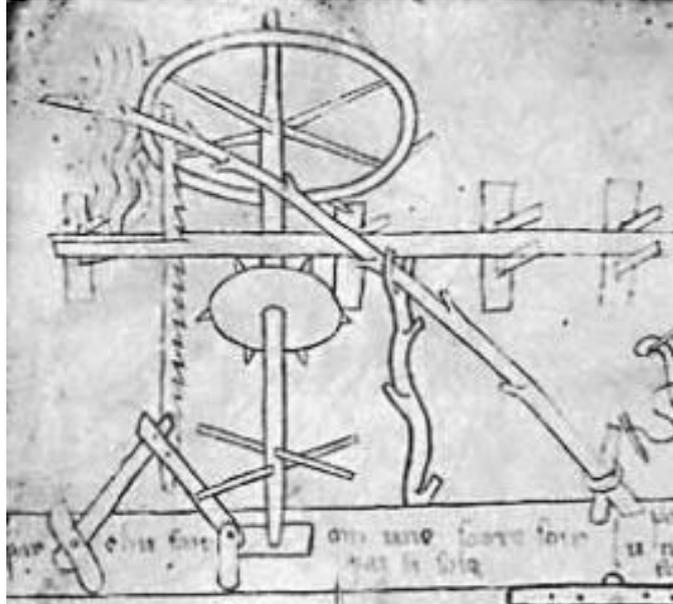


Figura 4.9.- Detalle de la lámina 44, perteneciente al Cuaderno de Villard de Honnecourt, en la que se muestra la sierra hidráulica.

Otro elemento que menciona Villard es el ingenio para cortar pilotes dentro del agua. Consistía en serrar los pilotes bajo el agua mediante una sierra fijada horizontalmente a un armazón que sobresalía del agua y que descansa en una plataforma, donde los obreros la deslizaban imprimiéndole un movimiento de ida y vuelta. El contrapeso aplicado a una cuerda sujeta a la sierra servía para que ésta presionase sobre el pilote a cortar, de manera que el movimiento inicial se prolongase ininterrumpidamente. El nivel y el plomo, situados a lo largo de un pilote mantenían la verticalidad.

Finalmente, la maquinaria medieval presentaba cinco problemas principales. En primer lugar la altura de la edificación y el riesgo del momento de vuelco en caso de ampliar la longitud de la estructura. El segundo era la irreversibilidad de las máquinas de tiro rotatorio. Como tercer problema la elevada pérdida de energía por fricción en las ruedas dentadas empleadas en los mecanismos medievales. Otra dificultad la encontramos porque el sistema de la carga con brazos fijos exigía colocar la máquina próxima a la cornisa de la edificación y tener que balancear la carga para recuperarla y emplazar. Por último, encontramos la falta de seguridad del mecanismo de giro.

5. ESPAÑA EN LA EDAD MODERNA BAJO LOS REYES CATÓLICOS

Gracias a la tímida industrialización de algunos países europeos, la clara imposición del Gremio y la institución consular promovido por los Reyes Católicos con el fin de revitalizar la producción en el comercio marítimo, no había una clara distinción entre las clases sociales en este periodo.

Pero, en estos momentos, el cambio de posición ante los Gremios de los Reyes Católicos propiciaron que su política social permitiera que el Gremio velara por el bienestar de los necesitados y desamparados, resultando en la mejora de las condiciones de trabajo.

Como hemos ido viendo a lo largo de este trabajo, podemos afirmar que la *seguridad* es tan antigua como la propia humanidad. El ser humano tiene un instinto de autoprotección por el que inconscientemente intenta evitar y alejarse de los posibles peligros que hay a su alrededor. Por desgracia, aparte de este instinto de autoprotección, hasta los siglos XVI y XVII no encontramos las primeras referencias claras que nos permitan hablar de una cierta regulación de la seguridad en el trabajo. Por una parte, los diferentes gremios pusieron en marcha ciertas actuaciones para evitar el elevado número de accidentes que tenían lugar en los talleres; por otra, la promulgación de las **Leyes de Indias** supuso un cierto freno a los abusos a que eran sometidos los indios en el Nuevo Mundo, ya que se fijaron algunos límites a dichos abusos suavizándose así las durísimas condiciones de trabajo de los mismos.¹⁰⁶

Las **Ordenanzas Reales de Castilla** y las *Leyes de Indias* jugaron un papel muy importante en el control y gestión de las Condiciones de Trabajo de la época. Entre otros, las Ordenanzas Reales de Castilla prohibían trabajar en domingo, obligaban a la fijación de horarios y estipulaba el establecimiento del salario por el Concejo. En cuanto a las Leyes de Indias (1512-1652), formulado para la regularización de las condiciones más extremas y duras de trabajo, se podría decir que intentaban impedir

¹⁰⁶ PIZARRO GARRIDO, Nuria et al. Seguridad en el Trabajo. Madrid: Fundación Confemetal, 2005, p. 39

que los americanos colonizados por españoles fueran esclavizados; tal como indica en el Libro VI, Título segundo, Ley j:

“[...] que ningún Adelantado, Gobernador, Capitán, Alcalde ni otra persona [...] sea osado de cautivar Indios naturales de nuestras Indias, Islas y Tierrafirme del mar océano, descubiertas ni por descubrir, ni tenerlos por esclavos [...] y castigar con todo rigor, pena de privación de sus oficios y cien mil maravedís”.

En este texto vemos como el incumplimiento de la orden de no tener como esclavos a los indios sería castigado, siendo esto un paso más hacia la mejora de las condiciones de trabajo.

En vista de lo necesario que era efectuar auténticas normas protectoras de salud y dignidad del trabajador, en el año 1512, se aprobaron en la ciudad de Burgos 35 leyes dirigidas a este fin, estableciendo también la figura del **Veedor** (conocido como Visitador o Alarife en el sector de la Construcción), verdadero ‘*cuerpo de inspección*’ del grado de cumplimiento de las Ordenanzas, así como de la instrucción religiosa.

La creación de estas leyes también fue motivada por la concienciación que la sociedad fue adquiriendo sobre los riesgos a los que se enfrentaban los trabajadores en sus puestos de trabajo y la sensibilidad por las lesiones de los trabajadores. Goya fue un precursor de la “pintura social”, ya que en algunas de sus obras, a diferencia de otros autores de épocas y movimientos artísticos anteriores, destaca la falta de seguridad en el trabajo. En ***El albañil herido*** (fig. 5.1)¹⁰⁷, por ejemplo, representa una escena en la que dos albañiles trasladan en brazos a un compañero lastimado, probablemente tras haberse caído de algún andamio, que se aprecia en último término. Es por esto que el tema de la ilustración se asocia a la de la seguridad de los obreros.

La obra difunde iconográficamente un edicto de Carlos III publicado en 1788 que regulaba la construcción de andamios y que fomentaba las medidas de seguridad en la construcción y responsabilizaba a los maestros de obras por los accidentes laborales producto de las deficiencias en los andamios. El decreto habilitaba ayudas para los accidentados, exigía daños y perjuicios en caso de accidente, establecía normas para la prudente elevación de andamios, amenazaba con cárcel y fuertes

¹⁰⁷ Goya en el Prado. (2014). *El albañil herido*. Consultada el 20 de julio de 2014, en <https://www.museo-delprado.es/goja-en-el-prado/obras/ficha/goja/el-albanil-herido/>

multas en caso de negligencia y señalaba ayudas económicas a los damnificados y a sus familias.



Figura 5.1.- El cuadro del albañil herido de Francisco de Goya. Pintado entre 1786-1788. Museo del Prado.

También se crearon por Ley, algunas exigencias de aplicación en el campo de Prevención de Riesgos Laborales¹⁰⁸:

- Existencia de Hospitales para curación de obreros accidentados (costeados por el Estado, los patronos y los trabajadores).
- Existencia de Cotizaciones Obreras para financiación de Hospitales y prestación por Accidentes de Trabajo.
- Prohibición de trabajos para los que no estuvieran debidamente formados los indios que los llevarsen a cabo.

¹⁰⁸ MOLINA BENITO, José Antonio: *Op. cit.*, p. 83-85

- Obligación de construir chimeneas de hornos altos y fundiciones, apartadas de otros edificios, a fin de que los vapores de mercurio que se emitieran, no dañasen la salud de los habitantes de las comunidades.
- Uso de ropa de trabajo limpia y seca.

“[...] la tierra donde la coca se cría, es húmeda y lluviosa y los indios ordinariamente se mojan y enferman de no mudar el vestido mojado por ello, ningún indio pueda entrar sin llevar el vestido duplicado para remudar y el dueño de la coca tenga especial cuidado de que esto se cumpla. En caso contrario, la sanción será de 500 pesos aplicados por terceras partes a la Real Cámara, al Juez y al Hospital de los indios que trabajen la coca”.

- Abono por parte del patrono de la mitad del jornal del indio obrero accidentado en las minas.
- Fijación de horario de menestrales.

“Libro I

[...] ordenamos que todos los carpinteros y albañiles, obreros y jornaleros y los otros hombres y mujeres menestrales, [...] que salgan del lugar en saliendo el sol para hacer las labores [...] y lleguen poniéndose el sol [...]”.

- Prohibición de labrar minas peligrosas a la salud y vidas de los indios.

“Libro VI, Título quince. Ley xj

Que las minas no se labren por parte peligrosas y se procure que los Indios trabajen en ellas de su voluntad”.

- Establecimiento de medidas de seguridad sobre huecos.
- Percibimiento de salarios fijados.

“Libro III

[...] que los obreros sean pagados luego en la noche del día que trabajen en su labor [...]”.

“Libro VI, Título doce, Ley iij

[...] A los Indios que se alquilaran para labores del campo y edificios de Pueblos se les ha de pagar el jornal por el tiempo

que trabajaren y mas la ida y vuelta hasta llegar a sus casas, los cuales puedan ir y vayan de diez leguas de distancia y no más”.

- Asistencias de médico y cirujano en las instalaciones de obtención de coca y añil, que deben ser asalariados por los patronos con carácter obligatorio.

Se podría decir que las *Leyes de Indias* pasaron a contener un verdadero cuerpo del *Derecho del Trabajo*, siendo probablemente, el único sistema completo de derecho laboral anterior a la Edad Contemporánea. Esto no quiere decir que estemos ante una situación de extrema prevención laboral de los trabajadores habitantes de países y zonas colonizadas, pero sí una incipiente planificación y exigencia de defensa de la Salud de los trabajadores.

En la ***Novísima Recopilación*** se encuentra referencias, en diversos apartados, a la seguridad y salud laboral de la época, por lo que procedemos a indicar, de manera simplificada, algunos de ellos¹⁰⁹:

LIBRO I, Ley V.

- Prohibición de la realización de cualquier actividad laboral los domingos y festivos.

Con esta ley se muestra la importancia que tiene el descanso para los trabajadores, ya que dependiendo de esto el obrero podría sufrir un accidente o no.

LIBRO III, Ley V.

- Especificaciones de cómo formar andamios en las obras públicas y privadas de la Corte, para evitar desgracias y muertes de operarios y, orden de proceder los Jueces en estos casos. Este precepto también se encuentra plasmado en un Edicto de Carlos III fechado el 3 de diciembre de 1778. Dice así:

“DE ORDEN DE LOS SEÑORES DEL REAL Y SUPREMO CONSEJO DE CASTILLA, comunicamos á la Sala con fecha de veinte y quatro de noviembre próximo:

Se hace saber el Público, que teniendo presente el mismo Consejo ser frequentes las muertes, y otras desgracias que padecen los Peones de Albañiles que trabajan en las Obras públicas de esta Corte, dimanando en gran parte de la poca

¹⁰⁹ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 87-92

SEGURIDAD y cuidado en la formación de Andamios, por descuido y ahorro con que los Maestros de Obras proceden en esta parte; y que resulta de aquí pribarse la República de unos vecinos utiles que fallecen prontamente, ó quedan lisiados, de suerte que no pueden continuar su trabajo en lo sucesivo, cayendo ellos, sus mugeres, é hijos en la miseria, y mendicidad, requiriendo esta materia arreglo, y providencias que radicalmente atajen un mal que no puede dejar de excitar la compasión de todo buen Ciudadano:

Se ha servido resolver, entre otras cosas, que los Jueces, al tiempo de exponerse los cadaveres de los que así hayan perecido en Obras de qualquiera especie, además del reconocimiento judicial del cadáver, pasen prontamente a la Obra donde se haya precipitado, y hagan formal inspección, y averiguación del hecho, tiempo, y circunstancias del fracaso, y de la culpa, ó negligencia del Maestro de la Obra, ó Aparejador que la dirigiere, sin diferencias de Obras públicas, ó particulares, y sin que para impedir la averiguación, castigo, y resarcimiento de daños se pueda declinar la jurisdicción ordinaria, ni alegar fuero.

Que en cuanto á los maltratados, ó estropeados, el Señor Alcalde, que asiste al Hospital General, tome declaración á los de esta clase, y formalize la Causa por el mismo método, dando quenta á la Sala, que procederá en el asunto con la actividad, y vigilancia que se requiere; cuya resolución, y responsabilidad se ha de notificar á todos los Maestros de Obras, y Aparejadores, á fin de que tengan entendida dicha responsabilidad, y no aleguen ignorancia para lo sucesivo. Y siendo esta una acción popular que qualquiera puede denunciar igualmente que la vida del muerto, ó estropeado, en inteligencia de que á todos se administrará pronta justicia, para que llegue á noticia de unos, y otros la citada resolución, se publica por medio de edicto, cuyos exemplares, autorizados por Don Roque de Galdames, Escribano de Cámara, y Gobierno de la Sala, se fijan en los sitios acostumbrados de esta Corte”.

En este Edicto se menciona el procedimiento a seguir cuando un peón sufría un accidente que tuviera como resultado la muerte u otra desgracia en las obras por la poca seguridad y cuidado en la formación de andamios, por descuido, etc. Continúa diciendo que se debería llevar a cabo una inspección formal y averiguación del hecho, tiempo y circunstancia del fracaso, identificando por medio de esto al responsable de que hubiera ocurrido dicho accidente. Una vez que hubieran concluido los procesos anteriores, el que hallase culpable tendría que resarcir el daño y recibir su castigo. Esto motivaba a que se cuidaran con mayor empeño las condiciones de trabajo para que se produjeran accidentes innecesariamente.

Asimismo se ha sabido de la existencia de una instrucción de 16 de septiembre de 1789 que establecía normas específicas de lucha contra incendios, indicando actuaciones que hoy podríamos añadir en los llamados *Planes de emergencia y evacuación*.

LIBRO III, Ley IX.

- Prohibición de hornos de yeso dentro del comercio de la Corte.

LIBRO III, Ley X.

- Asignación de sitios fuera de la población de la Corte para las fábricas de yeso, teja y ladrillo.

Esto muestra una preocupación por el bienestar del resto de los trabajadores de la corte, siendo esto una medida colectiva, para evitar cualquier tipo de lesiones o enfermedades profesionales.

LIBRO III, Ley XXII.

- Órdenes para que los carreteros eviten desgracias y atropellamientos.

LIBRO III, Ley XXIII.

- Limitaciones de velocidad (prohibición de correr), a los carruajes por las calles de la Corte.

Con estas dos leyes se podría llegar a la conclusión de que contribuía a la prevención de accidentes en los puestos de trabajo, evitando riesgos como el atropello.

LIBRO VI, Ley IV.

- Prohibición de alquilar criados por días.

Gracias a esto las condiciones de trabajo mejoraron, otorgándoles a los siervos dignidad en su puesto de trabajo.

LIBRO VII, Ley V.

- Reglamento para evitar los perjuicios que causen a la salud, las vasijas de cobre, el plomo de los estañados y los malos vidriados de las de barro.

LIBRO VII, Ley VI.

- Reglas para prevenir la “epidemia de tercianas”¹¹⁰ sobre arrozales, carrizales y estercoleros.

LIBRO VII, Ley XXII.

- Establecimiento de Diputaciones de barrio para el socorro de pobres jornaleros y enfermos.

LIBRO VII, Ley XL.

- Resguardo de la salud pública sobre ubicación de manufacturas que alteren e infeccionen considerablemente la atmósfera.

Estas leyes contienen aspectos relacionados con la sanidad. En las primeras podemos apreciar el esfuerzo por prevenir enfermedades profesionales y en los últimos la asistencia que se les da a los que ya hubieran sufrido alguna lesión o accidente.

En resumen podríamos decir que estas leyes hacen referencia a los lugares de trabajo, a la capacitación profesional, al control de contaminantes medioambientales, a la medicina preventiva, a la investigación de accidentes, a la correcta constitución de los equipos de trabajo, es decir, encontramos una verdadera normativa en política prevención, encomendando incluso a servidores públicos, la inspección de las circunstancias capaces de generar daño, proponiendo las sanciones a que hubiere lugar.

¹¹⁰ Variedad del protozoo Plasmodium, el P. Vivax, que produce una forma de paludismo, la “terciana benigna”.

5.1 AVANCES EN MATERIA DE SEGURIDAD EN EUROPA

Se tiene conocimiento de que, ya en la Edad Media, en algunos países europeos existían ordenanzas que velaban por la seguridad de los obreros. Por ejemplo en Francia; en el año 1473, Ulrich Ellembog publicó obras relacionadas con la Higiene del Trabajo, que indicaba el peligro de los humos y vapores del Carbono, NO₂, Plomo y Mercurio (1473) y Paracelso, médico suizo, estudiaba las afecciones de los mineros del Tirol. A pesar de todo esto, los descubrimientos de la Edad Moderna fueron más trascendentales en material de seguridad y salud en el trabajo.

En el año 1556, mediante una carta Carlos IX dictó normas de seguridad para los trabajos en cubiertas, multando su incumplimiento. Se puede decir que es *el comienzo de la Prevención como tal*. Asimismo, Georg Agrícola publicó “*De Re metálica*” sobre aspectos del trabajo en las minas, definiendo enfermedades y accidentes de los mineros.

Con referencia a la sanidad, el médico italiano, Bernardino Ramazzini, considerado el padre de la medicina preventiva, en su obra “*De morbis artificum diatriba*” describe hasta 54 enfermedades profesionales distintas. También en Venecia, Walter Pope, médico y astrónomo inglés, publicó la obra “*Philosophical Transactions*” en la que describe enfermedades de obreros que manipulan Mercurio y fabrican espejos en el año 1665. Friedrich Hoffmann, en cambio, estudió la intoxicación por plomo (1705) y el médico del Colegio Real de Edimburgo, William Buchan, relacionó las enfermedades del trabajo con los hombres (1770). Todo esto contribuyó a prevenir dichas enfermedades o al menos a tener mayor cuidado para no sufrirlo.

Fue en esta época que se determinó la práctica de la respiración artificial del boca a boca (o por intubación) en los casos de asfixia en el año 1774, gracias a Antonie Portal.

Setenta años después del estudio de Friedrich Hoffmann, el médico inglés, Thomas Percival, trabajó sobre los efectos nocivos del plomo y, además, es autor del *Reglamento del Trabajo en Fábricas*.

Por último, en el año 1791, desaparecieron los Gremios en Francia por la *Ley Chapelier* y en Gran Bretaña se promulgó una ley para la conservación de la salud física y moral de aprendices y personas que trabajan en fábricas (1802). Es la ***primera Ley europea del Trabajo***.

5.2 LA CONSTRUCCIÓN EN LA EDAD MODERNA

Durante el siglo XVI, las ciudades de España conocieron una etapa de singular importancia desde el punto de vista arquitectónico, y, consecuentemente, de la ampliación de sus cascos, lo que implicó reformas de sus tramas urbanas y la edificación de destacadas construcciones, que se tradujo en una **gran actividad constructora**, tanto pública como privada, que, bajo la nueva moda renacentista, transformaría la imagen medieval del caserío.

Es preciso señalar que en el Renacimiento apareció la primera división de la ingeniería en especialidades: el *ingeniero militar* y el *ingeniero civil*; sin esa denominación específica. El primero estaba dedicado al desarrollo y construcción de sistemas de defensa para las ciudades y la fabricación de implementos de ataque; el ingeniero civil tenía por tarea la solución de problemas relacionados con la ciudad, con la “civis”, de allí su denominación ingeniero civil, nombre que no se le da sino hasta fines del siglo XVIII e inicios del XIX.

Las monarquías de los siglos XVII y XVIII emprendieron una gran reforma de las comunicaciones y de lo que hoy en días se llamarían obras públicas. Las carreteras, los canales de navegación, los puertos, las presas y canales de regadío se fomentaron como medio de mejorar el comercio.

Antes de mediados del siglo XVIII los trabajos de construcción a gran escala se ponían en manos de los ingenieros militares. La aparición de la artillería y el auge alcanzado por la creación de plazas fuertes, en lo que se llamó guerra de plazas, hizo que se creara en los ejércitos un arma autónoma, denominada **Cuerpo de Ingenieros**. La ingeniería militar englobaba tareas tales como la preparación de mapas topográficos, la ubicación, diseño y construcción de carreteras y puentes, y la construcción de fuertes y muelles. Sin embargo, en el siglo XVIII se empezó a utilizar el término de ingeniería civil o de caminos para designar a los trabajos de ingeniería efectuados con propósitos no militares.¹¹¹

Un hecho importante fue la creación, en el año 1712, de un Cuerpo de Ingenieros Civiles para la inspección de puentes y caminos, lo cual supuso la separación en Francia de los ingenieros civiles de los militares. En 1741 los ingenieros civiles se encargaron también de los puertos de comercio y, en 1747, por fin, se fundó la escuela encargada de formar a dichos ingenieros, la “*École de Ponts et Chaussées*”.

¹¹¹ YEPES, V. *Breve historia de la ingeniería civil y sus procedimientos*. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.

Con la llegada de los Borbones a España, Felipe V pretendió crear un Cuerpo, tal como había hecho en Francia. Para ello encargó en 1709 al teniente general Jorge Próspero de Verboom la organización de un cuerpo de ingenieros. Esta época marca cierto resurgimiento que llegó a su máximo nivel bajo la política absolutista de Carlos III (1759-1788). Durante el siglo XVIII se acometió en España, de forma sistemática, la conservación de la red de caminos e incluso se inician nuevos trazados.

A finales del siglo XVIII se produjo la segregación del Cuerpo de Ingenieros Militares del grupo de ingenieros que estaban ya dedicados a las obras civiles. En el año 1799 se creó la *Inspección General de Correos, Postas, Caminos y Posadas* y, con ella, se creó el Cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales del Reino. El segundo Inspector General fue Agustín de Bethencourt y Molina (1758-1824).¹¹²

Los ingenieros eran científicos y técnicos cada vez más necesarios en el arte de la guerra. Eran un instrumento esencial para la estrategia militar. La creación de un Cuerpo de Ingenieros Militares estaba dentro de la línea reformadora de los Borbones. En tanto que el cuerpo recién creado, aparecía como un elemento original y precursor en el ejército borbónico. Además, a lo largo del siglo asumió con gran polivalencia todas las tareas que le fueron confiadas por el poder.

Dentro de la historia institucional del Cuerpo se pueden distinguir tres grandes períodos: 1710-1744 (gestación), 1744-1770 (entre unión y autonomía) y 1770-1803 (debilitamiento progresivo de su polivalencia).¹¹³

La actividad constructiva apenas progresaba en su forma de desarrollarse hasta la revolución industrial: se conocen los fundamentos de la técnica de la construcción, pero, al carecer de los medios auxiliares para su realización, las obras se realizaban a costa de un derroche de esfuerzo humano. Hasta finales del siglo XVI no existieron más medios auxiliares de construcción que poleas, rodillos, polipastos, etc. El siglo XVII fue excepcional para el desarrollo posterior de la ingeniería. Hacia su final, ocurrió un hecho crucial, puesto que el hombre aprendió a convertir energía calorífica en trabajo mecánico, algo inconcebible hasta entonces.

En 1690, el francés Denis Papin presentó el proyecto de una máquina de vapor que se componía de un cilindro vertical de chapa delgada con un émbolo móvil en su interior. Pero la primera máquina de vapor utilizable se construyó en 1711, en Inglaterra, por Thomas Newcomen, que siguió, en rasgos generales el principio de

¹¹² CELMA, J.J. *Geotecnia e Ingeniería Civil. Una aproximación (reflexión) histórica*. Valencia: Inter Técnica, 2003.

¹¹³ CÁMARA MUÑOZ, Alicia. *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*. Madrid: Ministerio de Defensa, 2005, p. 205.

Papin. La máquina de Newcomen la perfeccionó James Watt en 1763, que fue quien dotó a la humanidad de la máquina alternativa, que ha sido durante mucho tiempo el único motor término importante hasta la aparición de los motores de explosión.

Es en Inglaterra donde John Smeaton (1718-1785) se distinguió como ingeniero constructor diseñando puentes, puertos, canales y obras de desecación. En 1754 se dedicó fundamentalmente a la ingeniería de la construcción creando escuela en Inglaterra entre sus ayudantes sobre lo que sería la ingeniería racionalizada. El ingeniero, A. Smeaton, fue el que acuñó por primera vez, en 1750, el término de “*ingeniero civil*” para su profesión, para señalar que su incumbencia no era militar. En 1771 un pequeño grupo de ingenieros, a los que se llamaba frecuentemente para dar su testimonio sobre proyectos de puertos y canales, formó la “*Society of Civil Engineers*” con el objeto de reunir y transmitir las experiencias de ingenieros, constructores, empresarios y abogados en la promoción de las obras públicas. Esta sociedad se constituyó en la “*Institution of Civil Engineering*” en 1818, iniciando con ello una especialización dentro de la ingeniería.¹¹⁴

En este siglo XVIII la ingeniería en general y la aplicada se ve reflejada en la obra de Jacobo Benson. En ella se reseñan las distintas tipologías de medios auxiliares de construcción, máquinas de pilotaje, tornos de arrastre de piedras, máquinas y bombas hidráulicas.

En 1783 un arquitecto inglés, Wyatt, empleó por primera vez, al parecer sin intencionalidad clara, una cimentación parcialmente flotante, el peso de las tierras excavadas era al menos un 50% del peso del edificio mediante la construcción de sótanos. Este método, usado a comienzos del siglo XIX, fue pronto olvidado, y no reapareció hasta final de la década de 1920.

El primer puente del mundo de *hierro fundido* fue construido en Inglaterra en 1779 por Abraham Darby sobre el río Severn en Coalbrookdale, Shropshire, y se encuentra todavía en buen estado. Tiene una luz de 30 m y pesa 378 t; cada arco semicircular fue moldeado en dos piezas.

El primer empleo masivo de los *explosivos* en *túneles* tuvo lugar hacia 1680 con ocasión de las obras del canal del Languedoc, para un tramo de tobas de 150 m de longitud y una sección de 6.60 x 8.70 m². El siglo XVIII conoció importantes túneles mineros en Inglaterra, como los de Harecastle, de más de 2500 m de longitud.

¹¹⁴ SOWERS, G.B.; SOWERS, G. F. *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa-Wiley, 1972.

En los siglos XVI, XVII y XVIII la construcción de todo edificio monumental, cuenta con un equipo de oficiales canteros dirigidos por un maestro mayor y un aparejador delegado del primero a pie de obra. Estos pertenecían al gremio de los canteros y carpinteros, que se organizaban para monopolizar la profesión y ejercer un gran control sobre la misma, gestionando la formación de sus miembros más jóvenes y la celebración de los exámenes del título de maestría. También ejercían una labor asistencial sobre sus agremiados y sus familias cuando caían enfermos, las mujeres enviudaban o los niños se quedaban huérfanos.

En esta época ya era obligatorio la obtención de **licencia de construcción** antes de proceder a ello y la asignación de un aparejador en cada obra. Este debía desarrollar su trabajo correcta y organizadamente, supervisando cada trabajo y redactando informes y memorias, contribuyendo así a la vigilancia de la seguridad y salud en las obras.¹¹⁵

Los ingenieros militares se preocuparon por la solidez de los edificios, algo que habían interiorizado sobre todo con la construcción de las fortalezas y podían aplicar también a otras construcciones. Las obras que realizaban habían de ser firmes, sólidas, permanentes, como corresponde también a empresas de construcción y financiación real.

Trataban también de la utilidad, servicio, o funcionalidad de las construcciones que proyectaban, adaptándolos a los usos diversos que habían de tener, y procurando la distribución adecuada de los edificios. Cada edificio tenía su propia tipología, algo ensayado desde hacía tiempo -en realidad desde el Renacimiento- en el diseño de fortificaciones, en las que era preciso establecer con precisión los ángulos y los perfiles, y aplicado luego en toda la amplia gama de edificios militares, desde los arsenales y los almacenes de pólvora a prueba de bombas hasta los cuarteles. No es extraño que a partir de ahí se habituaran a reflexionar sobre las tipologías específicas de los edificios civiles que se les encomendaban. Naturalmente, la preocupación por la salubridad y la higiene estaba también necesariamente presente en unos técnicos que habían de diseñar edificios para albergar centenares de soldados y caballos, o que tuvieron que proyectar hospitales, primero de carácter militar y luego también civil, proponiendo nuevas tipologías para estos establecimientos.¹¹⁶

¹¹⁵ SÁNCHEZ GARCÍA, J. A.; YÁÑEZ RODRIGUEZ, J.M. *Op. cit.*, p. 95-110

¹¹⁶ MUÑOZ CORBALÁN, Juan Miguel. Sanidad, higiene y arquitectura en el siglo XVIII. Los ingenieros militares: un eslabón en la política sanitaria y hospitalaria borbónica. *Boletín de Arte*, Málaga, Universidad de Málaga-Departamento de Historia del Arte, 1990, p. 119-135

También se preocupaban de la belleza de las construcciones, ante todo, del equilibrio del conjunto, la adecuada proporción y relación de los elementos constructivos. Pero asimismo de los elementos simbólicos que debían aparecer necesariamente en las construcciones y que habían de expresar el carácter de obra real de las mismas, afirmando al mismo tiempo la presencia del Estado.

Sin duda todos los grupos de personas del mundo civil con los que los ingenieros estuvieron en contacto por razón de su trabajo (contratistas, maestros de obras, transportistas...) tuvieron que adaptarse necesariamente a las normas que el cuerpo le imponía. Se sabe de ingenieros militares que al ser trasladados a América pidieron llevar consigo a los maestros de obras con que trabajaban, y éstos que se fueron a Indias, permanecieron allí el resto de su vida. Por esa razón puede decirse que los ingenieros militares contribuyeron de forma decisiva a difundir unas normas de trabajo, unos comportamientos homogéneos de dirección de las obras, técnicas y sistemas de gestión de la construcción, procedimientos constructivos, y un estilo que en general podemos considerar neoclásico.

La labor de los ingenieros militares fue esencial para la política de fomento de la monarquía. Individualmente y como cuerpo participaron de forma decisiva en el diseño y construcción de la red de carreteras y de canales en España y América durante esta época, intervinieron en los proyectos para el trasvase a la cuenca del Segura del agua de los ríos Castril y Guardal, afluentes del Guadalquivir, debatieron con informes políticos y económicos la necesidad de las obras hidráulicas para el regadío, y participaron de forma activa en todos los programas de organización del territorio.¹¹⁷

El gobierno tuvo total confianza en ellos, individualmente y como corporación, algo comprensible en vista de los grandes éxitos y reconocimiento tuvieron. Sin embargo, también fracasaron, no estaban bien preparados para algunas de las tareas que se les encomendaron, a pesar de los intentos de especialización de 1774. A pesar de su número relativamente elevado, en comparación con otras corporaciones técnicas, en conjunto los ingenieros militares no eran suficientes para todas las obligaciones que debieron atender, a las que se unían las de carácter civil.

En el siglo XVIII las dificultades existentes dieron lugar a graves problemas en el diseño de obras públicas. Podemos citar tres. Uno, los problemas de la nivelación para la construcción de canales, con el ejemplo de la construcción del canal de

¹¹⁷ CASALS COSTA, Vicente. Ciencia, política y territorio: La construcción del paradigma regional en la Península Ibérica. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. 2002, n. 5, p. 79-104. ISSN 1138-9788

Huéscar; otro el de la construcción de la presa de Guadarrama; finalmente el de la construcción de la presa de Puentes.¹¹⁸

En efecto, los ingenieros militares españoles constituyeron un cuerpo técnico profesional, con una clara imagen pública y un reconocimiento por parte del poder y del público en general, un colectivo que llegó a tener entre uno y dos centenares de miembros activos en algunos momentos del siglo XVIII. Se trataba de un cuerpo ligado a la acción de gobierno en aspectos tan esenciales como la defensa y la construcción de obras públicas. En algún sentido estaban empezando a constituir también una incipiente comunidad científica.

Existían normas claras sobre las tareas que habían de realizar, desde la elaboración de la cartografía a las descripciones territoriales, y sobre los métodos a emplear en cada caso. Su trabajo se realizaba dentro de normas claramente jerárquicas, que podían ir unidas, eventualmente, a una cierta flexibilidad en la distribución de funciones según las necesidades, y a una cooperación y división del trabajo, desde la concepción a la delineación y a la dirección de las obras.

En el caso español, con sus múltiples tareas en el campo militar, civil y de la administración, el cuerpo alcanzó un elevado nivel general, aunque el contexto social, económico y político de la España del XVIII afectara también negativamente e impidiera el desarrollo pleno de sus potencialidades. En todo caso, el cuerpo de Ingenieros Militares es una institución fundamental en la España del siglo XVIII.

5.2.1 PRECEPTOS PREVENTIVOS INCORPORADOS EN LOS LIBROS DE FÁBRICA Y ORDENANZAS DE LOS MUNICIPIOS

En la construcción de grandes obras, como Iglesias, Catedrales, Monasterios, o cualquier obra pública de importancia, el hecho de contabilizar accidentes de trabajo, indujo a que se establecieran normas específicas, a través de los Alcaldes o bien de los autores de los Libros de Obra y de Actas, por lo general, frailes encargados, si no redactores, de proyectos de las edificaciones.

En la construcción del Monasterio de El Escorial, se referencian en los libros de Memorias, a parte de su actividad organizativa y planificadora de cuestiones más concretas como custodio de una de las llaves del arca de los dineros destinados al pago de los salarios o la custodia de los materiales en el transporte de mármoles

¹¹⁸ CAPEL, Horacio; URTEAGA, Luis. *Las nuevas geografías*. Barcelona: Salvat Ediciones Generales, S.A. 1991.

precedentes de Portugal, diversos accidentes; entre ellos indicamos algunos, como son los siguientes¹¹⁹:

- Caída de un ladrillo sobre la cabeza de Fray Antonio de Villacastín.
- Desprendimiento de una viga que derribó en la muerte de una anciana.
- Fallecimiento de dos obreros debido al hundimiento de un taller.
- Muerte de dos peones albañiles por desprendimiento de tierras.
- Muerte por caída desde una grúa instalada en un claustro.
- Muerte de un trabajador por caída desde un andamio.
- Muerte y accidente grave por quebrarse una grúa de la escalera principal.
- Quemaduras por incendio de un taller.

Dada la profusión de accidentes de trabajo en esta época, varias normas fueron aprobadas en materia de seguridad. Independientemente de su distancia entre ellas, podemos destacar en el período histórico referido, las siguientes:

- Edicto del rey Felipe II para regular el tiempo de trabajo en 8 horas diarias, en horario acomodado a la luz solar y la temperatura de la época anual.
- En 1693, el Rey Carlos II prohibió construir hornos de yeso dentro de las obras y en parte alguna céntrica de Madrid, por su condición de insalubridad y peligro para trabajadores y habitantes de la población.
- Durante el reinado de Carlos III, la actividad productiva alcanzó valores significativos. La construcción tuvo que atender a la demanda de edificios, caminos, canales y puentes, y se produjo algo que llegaría a ser una constante en el ámbito de la prevención: *se incrementó la actividad productiva, se elevó el número y gravedad de los accidentes y la autoridad dictó Normas para intentar reducir los fracasos.*
- Bando del Alcalde de la Corte de Madrid, de 1725, que exigía a los Maestros de Obras encargados de hacer reparaciones en casas y balcones, que los andamios fueran lo bastante seguros como para no generar desgracias.
- Orden de 15 de junio de 1728, exigiendo brocales en los pozos de los tejares.
- Tras la muerte de un aprendiz de vidriero, se realizó el Auto madrileño sobre procedimiento de colocación de canalones en los tejados, recalcando el hecho de tomar acción detrás de los hechos.

Incluso, el 3 de diciembre de 1778, el Real Consejo de Castilla promulgó un Edicto –autorizado por don Roque de Galdames-, en el que se contienen Normas para

¹¹⁹ Referenciados por José Ignacio Vidal Portabales, Profesor de la Universidad de Santiago, en las II Jornadas Gallegas de “Condiciones de Trabajo y salud”. El Ferrol, 24 a 26 de abril de 1989.

atajar el elevado número de accidentes que padecían los albañiles al caer de los andamios, se imputaban responsabilidades directas y se invitaba al ejercicio de la acción popular por parte de los deudos de los muertos y de los familiares de los “accidentado”. En este Edicto se cita a los **Aparejadores** en dos ocasiones.

5.2.2 FUENTES LEGALES SOBRE CONSTRUCCIÓN

Para el conocimiento de la Historia de la Seguridad en la Construcción, es fundamental el análisis de fueros y ordenanzas municipales, ya que además de recomendar formas constructivas del estilo romano y el dominio de la Geometría abarca un amplio conjunto de información y técnicas sobre la construcción, la organización social del grupo profesional, los procesos constructivos y medios auxiliares; la didáctica profesional; la normativa; sobre la actividad profesional; planificación urbana y servidumbres; las inspecciones que los alarifes realizaban sobre los materiales, las construcciones y la ocupación del suelo.

El derecho local de las ciudades castellanas, como en el medievo, recogido en los Fueros Municipales, era un complejo de los privilegios y exenciones otorgadas por los reyes o por el señor feudal. El contenido de cada fuero u ordenanza era el conjunto de privilegios, peculiaridades y exenciones más que un sistema global de la normativa vigente en ella.¹²⁰ Para un conocimiento más profundo de derechos y normas examinaremos a continuación una de las *ordenanças* más completas de la época: Las *Ordenanças* de Sevilla.

A) Las Ordenanças de Sevilla de 1527

Ante la situación jurídica compleja, y por mandato de los Reyes Católicos, se vio la necesidad de recopilar derechos y normas sobre las cuales había una larga tradición y vigencia. Estas ordenanças reunían y ordenaban todas las cartas, fueros, privilegios, ordenamientos y exenciones otorgadas por los reyes desde la llamada Ordenança *Primera del Rey D. Alfonso*, concluyendo en la impresión de las Ordenanças de Sevilla en 1527.¹²¹ Esta fuente reunía el corpus normativo vigente en el siglo XV que perduraría sin grandes variaciones durante el reinado de los primeros Austrias.

¹²⁰ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Fuentes legales sobre construcción: las Ordenanças de Sevilla (1527)*. En Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción, Volumen I. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 1

¹²¹ *Recopilación de las Ordenanças de la Muy Noble e Muy Leal Ciudad de Sevilla*. Impresa en Sevilla en 14 de febrero de 1527, por Juan Varela de Salamanca. Ed. en folio, ocho hojas de prels, sin foliar; CCLI de texto.

Aunque, en origen, las Ordenanças carecían de una estructuración rigurosa, se organizó levemente el conjunto en dos partes: la recopilación de los ordenamientos y las Ordenanzas de los oficios.

- *Recopilación de los ordenamientos*

Eran normas generales de gobierno y organización de la ciudad que regularon algunas *actividades mercantiles* y de *construcción*. En la primera parte, los contenidos sobre Historia de la Construcción están reunidos en los títulos: I. Del obrero de la ciudad y del ladrillar de las calles; II. De las calumnias de teja y ladrillo y III. Libro del peso de los alarifes y balanza de los menestrales.¹²²

- *Ordenanzas de los oficios*

Eran normas de regulación de las actividades gremiales en las que en cada Gremio se establecía la regulación su actividad artesanal, caracterizándose por el predominio del proceso de transformación de la materia prima sobre el de la comercialización.

Las ordenanzas de esta segunda parte relacionadas con la Historia de la Construcción son las *Ordenanças de los Carpinteros* y las *Ordenanças de los Albañiles*.¹²³ Dentro de este apartado, como el conjunto de disposiciones más importante, se considera la legislación relativa a la disposición y consolidación de la base territorial y económica del asentamiento ordenado; la regulación específica del territorio; la regulación de las actividades profesionales; etc.¹²⁴

1) Normas de la construcción aplicadas en Sevilla

Son normas para inspeccionar la fabricación de materiales, y controlar la pericia profesional, el número de maestros del oficio, la competencia no cualificada, los riesgos económicos de las empresas y la necesidad de avalistas para contratar.

En España, la normativa laboral sobre la construcción, como la de las demás profesiones, era emitida por el Concejo de cada ciudad, pero redactada por el colectivo profesional que constituía el gremio, gracias al proceso de agremiación. Cuando el estatuto gremial no era pactado con el colectivo se producían grandes tensiones profesionales y sociales; prueba de esto es lo sucedido con los albañiles

¹²² *Ordenanças...*, op. cit., pp. 72, 80 y 141-146v.

¹²³ *Ordenanças...*, op. cit., pp. 147-149 y 150-152

¹²⁴ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Op. cit.*, p. 2

murcianos al negarse a admitir las ordenanzas impuestas, pues ellos no habían participado en su redacción.¹²⁵

El gremio de los albañiles surgió por las necesidades de control de calidad, formación, aval y subsidio y; estaba constituido por los cargos directivos de la construcción, arquitectos-tracistas y aparejadores y por la mano de obra, maestros peones y aprendices.¹²⁶

La importancia que los gremios tenían en la ciudad se manifestaba en el papel que desempeñaban en el ordenamiento social. Tenían un rico patrimonio acumulado por los hospitales gremiales con el que financiaban la labor asistencial, el poder de influir en sectores sociales y urbanos, y también el papel predominante que asumían en los actos públicos y fiestas.

La normativa sobre construcción de albañilería ocupa una importante parte del primer libro de las *Ordenanças*, ***El libro de los alarifes*** y, en su segundo libro, encontramos una sección importante dedicada al gremio de albañilería. Pero además, encontramos información sobre técnicas constructivas en los estatutos de algunos otros gremios, entre los que destacan por su apreciable contenido, el de la corporación de carpinteros. El abundante vocabulario técnico usado en las habilidades exigidas para superar el examen de la maestría convirtió los estatutos gremiales reunidos en la *Ordenanças* de Sevilla, en fuente principal para los diccionarios de términos arquitectónicos españoles de los siglos XVI al XVIII.¹²⁷

2) Normativa sobre materiales de construcción

A pesar de que el repertorio de materiales usados en el sector de la construcción no sufrió grandes variaciones en este período comparado con la época clásica, se establecieron normas regularizadoras de sus fabricaciones.

I. Ladrillo

En las *Ordenanças*, hallamos normas sobre la fabricación de ladrillos y tejas que abarcaban desde el control de la ejecución y medidas de los moldes, la venta clasificada dependiendo de su calidad, la recaudación de tributos o la inspección por

¹²⁵ MENJOT, D. Los trabajos de la construcción en 1400: primeros enfoques, *Miscelánea Medieval Murciana*, 1980 (MENJOT, D. La main d'oeuvre des travaux publics en Castilla Méridionale au Bas Moyen Age: L'exemple de Murcie, *Razo*, nº 14, 1993).

¹²⁶ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Op. cit.*, p. 4

¹²⁷ Real Academia Española. *Diccionario de la lengua Castellana, llamado de Autoridades*. Madrid, 1726 - 39; Mariategui, Eduardo. *Glosario de antiguos vocablos de arquitectura y artes auxiliares*. Madrid, 1876; Clairac y Sáenz, Pelayo. *Diccionario general de Arquitectura e Ingeniería*. Madrid, 1877; García Salinero, Fernando. *Léxico de los alarifes de los Siglos de Oro*. Madrid, 1968.

parte del Fiel de los ladrillos, con la asistencia de un alarife, de todo el proceso de la manufactura y comercialización, tal como muestra el siguiente texto¹²⁸:

“Otrosi, que ninguno [...], carpintero, ni otra persona alguna, no sea osado de fazer las formas galapagos, con que se fazen las tejas y ladrillos, salvo aquellos carpinteros que lo tienen por renta de Sevilla [...] y qualquier que contra esto passare que peche seiscientos marauedis para los dichos arrendadores [...]”

Esto se refiere a una injerencia de un oficio en otro. Aquí ya se insinúa que había una competencia, probablemente por la gran facilidad con los que se vendía el ladrillo, regulando que sólo lo pudieran vender aquellos que los fabricaban. Esto era una clara defensa gremial.

“Por experiencia paresce notoriamente, que de la desorden que se ha tenido de poco tiempo aca en la teja y ladrillo que se faze y evnde en esta cibdad... moradores della han rescebido... mucho agravio. Y porque los fraudes [...] cesen [...] ordenamos [...] que [...] ninguna [...], persona sea osado de fazer [...] teja o ladrillo con guavera [gavera], ni en gradilla, ni en galápago, que no estuviere marcada nuevamente del Fiel, que para ello tiene cargo de la cibdad [...] y que todos los que fazen [...] ladrillo o teja de aui adelante [...] lo fagan de buen barro limpio y bien amasado sin otra mezcla alguna, salvo de los materiales que son necesarios para la purificación de la dicha teja y ladrillo, so pena que por la primera vez paguen seiscientos marauedis [...] y quando que le dicho Fiel fuere a requerir las dichas gaueras [...] que lo resciban sin le fazer afrenta [...] Y que la teja y ladrillo que se trajere para vender en esta cibdad, ninguno sea osado de lo poner en rejál [apilado], fasta que primeramente sea visto por el dicho Fiel, con uno de os alarifes de la dicha cibdad [...]”

“Otrosi, que los que tuvieren gradillas, o gaueras o galapagos con que se fazen la dicha labor sean obligados, a lo menos cada un mes, de lleuarlar al dicho Fiel, para que las vea, y las

¹²⁸ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Op. cit.*, p. 5

*que fallare que están justas [...] que no lleue derechos ningunos por las examinar.*¹²⁹

En este texto se menciona la obligación del Fiel de los ladrillos de inspeccionar todo el proceso de la manufactura y comercialización con la asistencia de un alarife, a fin de evitar fraudes y obtener los productos con buena calidad.

II. Madera

El gremio de carpinteros examinaba a los futuros artesanos de cuatro especialidades: de lo prieto, entalladores, violeros y de lo blanco (dentro de ellos se subdividen los exámenes en geométrico y lacero, además de dos profesiones de tienda y de obra de afuera). Los carpinteros de obra de afuera eran los que estaban estrechamente relacionados con la construcción, con la que también mantenían alguna actividad los carpinteros de lo prieto por ser constructores de carretas y los carpinteros de tiendas o tendero que realizaban puertas y postigos.¹³⁰

Del mismo modo a lo regularizado sobre los ladrillos y tejas, la normativa era muy rigurosa sobre el abastecimiento de madera. La compra no era libre; estaba organizada en régimen de monopolio, controlada por el gremio. Los estatutos recogían todo lo referente a su normativa y también las estrictas órdenes en cuanto a las dimensiones de troncos, madera aserrada o madera de hilo y tablazón. El control del abastecimiento y del reparto de la madera entre los cargos de maestros de carpintería recaía en cuatro carpinteros elegidos por el gremio para desempeñar el cargo durante un año.

Incluso se mandaba que todos los maestros hicieran público, en la calle de la Carpintería, las peticiones que recibieran de los clientes para que les hicieran condiciones o remates para contratar la ejecución de un trabajo. De este modo, al convertirse obligatoriamente en una oferta pública, los maestros del gremio que lo desearan podían presentar sus presupuestos y competir entre ellos:

“Item, que el tal oficial examindo pueda fazer condiciones del dicho oficio en todos los lugares que fueren menester, y llamados para ella, no poniendo remate ninguno en las dichas condiciones [...] y queriendo el señor de la obra que se faga remate, el tal oficial que assi las fiziere, sea obligado a pregonallas, tres días antes que se ayan de rematar las dichas

¹²⁹ *Ordenanças...*, op. cit., p. 80 – 80v

¹³⁰ *Ordenanças...*, op. cit., p. 148v. – 149

obras en la calle de la carpintería: por manera, que venga a noticia de todos [...]”¹³¹

3) El control del gremio y la regulación del trabajo de albañilería

En la festividad anual del Corpus Christi¹³², los maestros elegían la autoridad del gremio de albañilería formada por profesionales prestigiosos para desempeñar el cargo de alarife y cumplir con los cometidos recogidos en el título *Libro del peso de los alarifes y balanza de los menestrales*¹³³ de las *Ordenanças*: visitar las obras, emitir informes, sancionar las infracciones, convocar la asamblea para proceder al relevo de los cargos y examinar a los futuros maestros. Junto con dos examinadores elegidos también cada año, constituían el *Juzgado de alarifazgo* y realizaban el examen de maestría.

Otras actividades importantes en las que el cargo de alarife participaba eran tasaciones, informes técnicos, vigilancia de descuido de la *lex artis* y juicios sobre derechos de servidumbres. Con frecuencia, atendían incluso asuntos de responsabilidad civil. Por la trascendencia y complejidad de su labor jurídica se realizó, en el *Libro del peso de los alarifes*, una extensa recopilación de su actividad en cuarenta y un capítulos.

En el capítulo primero del Libro de los Alarifes, se recalca que las actividades a desempeñar por el cargo de alarife debían ser en condiciones de competencia profesional, calidad moral e imparcialidad en los asuntos que debe juzgar:

“Los alarifes [...] que quiere tanto decir, como omes sabidores, que son puestos por mandado del Rey, para mandar fazer derecho [...] deuen ser acatados, aquellos que fueren escogidos para ser alarifes: y que ayan en si a lo menos estas cosas, que sean leales, y de buena fama, y sin mala cobdicia; que ayan sabiduría de Geometría, y entendidos de fazer ingenios, y otras sotilezas: y que ayan sabiduría para juzgar pleitos derechamente por su saber, o por uso de luengo tiempo: y que sean mansos, y de buena palabra a los que ouieren de juzgar: y que metan paz entre ellos: y que juzguen por mandado del Alcalde, con [...] acuerdo de omes buenos que sean de tal arte de su menester: y sobre todo, que teman a

¹³¹ *Ordenanças...*, op. cit., p. 147v.

¹³² *Ordenanças...*, op. cit., p. 151

¹³³ *Ordenanças...*, op. cit., p. 141-146v.

*Dios y al Rey; ca si a Dios temieron, guardarse han, de fazer pecado, y aueran en si piedad, y justicia dando a cada uno su derecho: y si al Rey ouieren miedo, rezelarse han de fazer cosa porque les venga mal, viniéndoseles en mientes, como tienen en su lugar, para juzgar derecho.*¹³⁴

También, en el segundo capítulo del Libro del peso de los alarifes se recogen las obligaciones que corresponden al cargo en cuanto a la inspección y conservación de las obras públicas¹³⁵:

*“E luego que los al alarifes fueren puestos, la primera cosa que deuen fazer, luego que son fechos alarifes, deuen catar los muros de la villa, y fazer en manera, por que se labren, y reparen de aquello que de derecho se deue labrar, y repara, y redrar dellos, las cosas que les fazen mal, y daño, assi como es el estiércol que esta pegado a las paredes de los dichos muros, ninguna labor de froga, ni de estancal alguno: y que fagan dexar entre los muros, y las casas pasadas en ancho: y que no finque caño alguno en los muros, porque quepa ome. Otrosi, deuen ver las casas del Rey, y fazer en manera porque se labre, y reparen de todo lo que fuere menester. E otrosi, deuen ordenar los mercados, y las tiendas, y las posadas do posen los recueros: y que los asseguen, y busquen pro, y seruicio del Rey, de quisa que no sea a daño de otro alguno”.*¹³⁶

4) Normativas de acceso a la maestría de albañilería

Se incluye la reglamentación sobre el acceso a la maestría como parte integrante de la normativa que regula el gremio de la albañilería. El examen era, en algunas ciudades, exigentes en cuanto a los conocimientos técnicos requeridos y se realizaba ante el *Juzgado del alarifazgo*. Resulta especialmente rica la información acerca de los conocimientos y destrezas requeridos para alcanzar el grado de maestro, donde se recogen cada una de las construcciones usuales, un catálogo de elementos constructivos y una larga relación de las labores específicas, para cada uno de los tipos edilicios.

Asimismo, aunque en algunas ciudades no se requería un periodo de formación como aprendiz, en otras, como Sevilla, se especificaba que dicha etapa debía ser de cuatro o cinco años según la especialidad de albañilería.

¹³⁴ *Ordenanças...*, op. cit., p. 152

¹³⁵ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Op. cit.*, p. 7

¹³⁶ *Ordenanças...*, op. cit., p. 142

Los albañiles que se examinaban para ser maestro debían reunir unas aptitudes profesionales concretas: “*Otrosi mandamos [...] que el dicho maestro sepa labrar de la mano y plomo, y quadrado, y a peso, y lleno y bien traçado, y limpio*”, y reunir unos amplios conocimientos sobre materiales y elementos constructivos y sobre tipologías constructivas completas.¹³⁷

Ante la amplia gama de actividades constructivas de la época, en las *Ordenanças* de Sevilla, se especifica la existencia de dos aprendizajes de albañilería: uno de *lo basto* y otro de *lo sutil*. Asimismo, es destacable que en el *Libro del peso de los Alarifes* se hacía expresa mención a la diferencia entre los antiguos y a la vez malos profesionales de la albañilería, de escasa cualificación, que realizaban labores antiguas y los maestros modernos y de calidad de mayor instrucción y con formación en Geometría y conocimiento sobre medios auxiliares para el movimiento y elevación de materiales.¹³⁸

A pesar de todo lo planteado anteriormente, la falta de una jerarquización profesional dentro de la construcción influyó para que las normas que regulaban el oficio, en muy escasas ocasiones, contuvieran disposiciones sobre la relación profesional entre maestros y peones, exceptuando las salariales. De hecho, las menciones que se hacían en las mismas, sobre relaciones laborales tenían por objeto sobre todo la justicia y rectitud de las mismas, más que la regulación de la competencia, y habitualmente se referían al vínculo entre el contratante y el maestro.

5.2.3 EQUIPOS Y MEDIOS AUXILIARES DURANTE LOS SIGLOS XVII Y XVIII

En este periodo no hubo grandes cambios en cuanto a esto en comparación con la época precedente -la Edad Media-. Pero, no obstante, destacaremos algunas cuestiones que favorecieron la seguridad en las construcciones.

A) Los sistemas de transporte de los materiales

En la edificación, a la hora de adquirir las materias primas había que realizar numerosas consultas previas, contactos y viajes para poder contar con los medios necesarios y poder construir el edificio.

Una vez obtenida los contactos y la financiación, había que traer los materiales hasta el lugar de la realización de la obra. Para ello, se hacía, como se indica en los

¹³⁷ *Ordenanças...*, op. cit., p. 150-151v.

¹³⁸ ALBARDONEDO FREIRE, Antonio José. *Op. cit.*, p. 9

dos *Libros de Fábrica* del monasterio barroco de San Juan de la Peña, carros que permitieran transportar grandes cargas. Estos carros eran guiados por yuntas de mulos y bueyes, –atados con cinchas y cadenas–.

Los animales iban acompañados de alguien que les dirigía. Cuando éstos llegaban a la pradera descargaban el material, luego se les daba alimento y se les proporcionaba agua para que se recuperasen. Y, finalmente, se limpiaban y se les dejaba descansar. Los que estaban a cargo de ellos, sabían de la importancia de que tenían los animales en la obra por eso los trataban con cuidado, les llenaban de atenciones e incluso hacían que los visitasen especialistas para que les proporcionasen medicinas cuando era necesario.¹³⁹

B) Herramientas e instrumentos para los trabajadores

Es interesante notar que en las obras de San Juan de la Peña, mencionado antes, los gremios que participaban en su construcción tenían que aportar y llevar a la obra sus propias herramientas. Las herramientas utilizadas en las obras fueron diversas según los trabajos. Para las labores de carpintería se empleaban sierras, serruchos, hachas, reglas, niveles, martillos, cinceles, macillos, mazas, barrenas, gubias, buriles, escoplos, cuchillas y lijas. Para las tareas de forja se empleaban azadas, palas, palancas, cuñas, picos, piquetas, tenazas y mazos.

La cantería necesitaba para su desempeño un amplio repertorio de utensilios y herramientas entre las que podemos encontrar de diferentes tipos dependiendo de si se trataba de trabajos de percusión (cuñas, mazos, marrón, picos, martillos, bujardas, escodas, maceta), de medición (compases, escuadra y metro), de corte (sierra, tronizador), de precisión o de acabado (cinceles, punzones, trinchante, fiador, plomada, formón, escoplos) (fig. 5.2)¹⁴⁰. En la albañilería, los tejeros usaban hilos para marchar el borde de los ladrillos (fig. 5.3)¹⁴¹.

¹³⁹ JUAN GARCÍA, Natalia. *Aparejos y medios auxiliares durante los siglos XVII y XVIII: el caso del monasterio barroco de San Juan de la Peña*. En Actas del VI Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Valencia, octubre de 2009, p. 741

¹⁴⁰ JUAN GARCÍA, Natalia. *Op. cit.*, p. 735

¹⁴¹ JUAN GARCÍA, Natalia. *Op. cit.*, p. 738

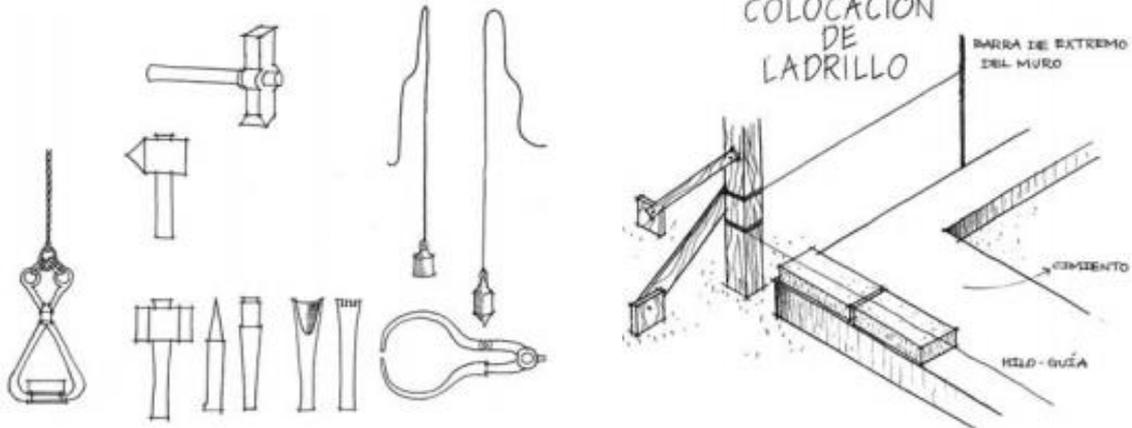


Figura 5.2.- Herramientas utilizados en la Edad Moderna: bujarda, plomadas, tenazas, martillos, cincelos, gubias y gancho de elevación metálico. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.

Figura 5.3.- Colocación del ladrillo en la obra mediante el uso de hilos guías. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.

Se seguía utilizando las cimbras para conformar los arcos y las bóvedas. Igualmente se empleaban andamios formados por unas sencillas pero estables estructuras de madera sujetas con sogas y cuerdas que, al mismo tiempo, estaban arriostradas al propio muro (fig. 5.4)¹⁴².

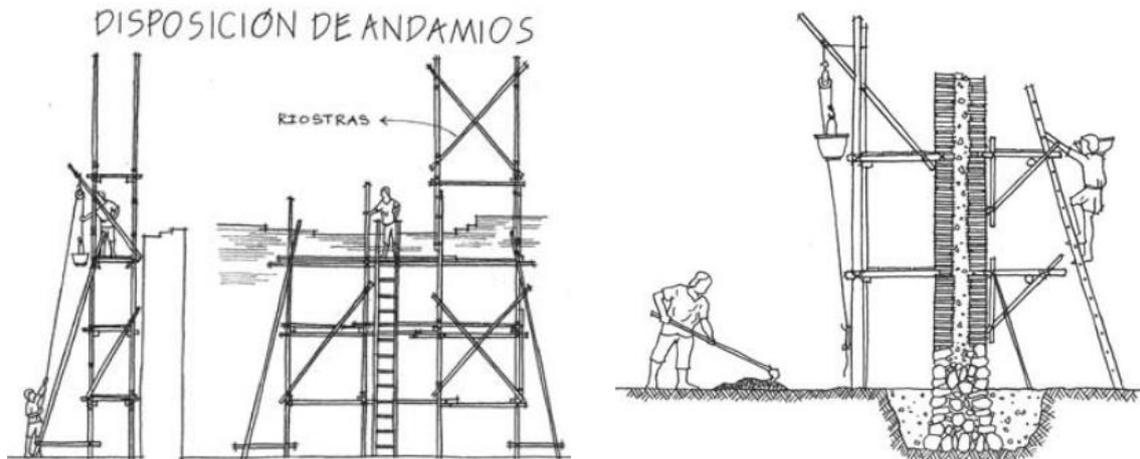


Figura 5.4.- Disposición del andamiaje en una obra y sección de un muro en construcción con el andamiaje anclado al muro, que posteriormente se corta. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.

La disposición de los andamios en varios pisos en altura permitía una superficie más o menos firme desde la que poder trabajar. Eran empleados, fundamentalmente, para la construcción de los tejados, para marcos de vanos y para conformar las cimbras para las bóvedas.

¹⁴² JUAN GARCÍA, Natalia. *Op. cit.*, p. 739 y 742

Estos andamios estaban presentes en todo el proceso de la obra, lo que hacía que en ocasiones fuera necesario reemplazar las maderas por otras nuevas con el fin de garantizar una cierta seguridad. A pesar de esto, hay indicios de que los obreros trabajaban durante largas horas subidos en andamios y no tenían las condiciones de seguridad que existen hoy en día en una obra (arneses, cascos, guantes, chalecos, botas, etc.) con lo que era en cierta medida normal que alguno de los jornaleros se encontrara en ocasiones afectado por algún malestar.

Otro dato interesante es que el coste de construir los andamios y las cimbras corría a cargo de los propios albañiles, aunque se les proporcionaba los materiales para poder construirlos y eran también ellos quienes debían montarlos y desmontarlos cuando fuera conveniente.

En cuanto a las máquinas empleadas para el traslado vertical y la ascensión de grandes cargas, podemos decir que se mantiene el mismo repertorio que en la Edad Media, nos referimos concretamente a elevadores del tipo ergates, grúas, tornos de elevación o cabrias (fig. 5.5 y 5.6)¹⁴³.

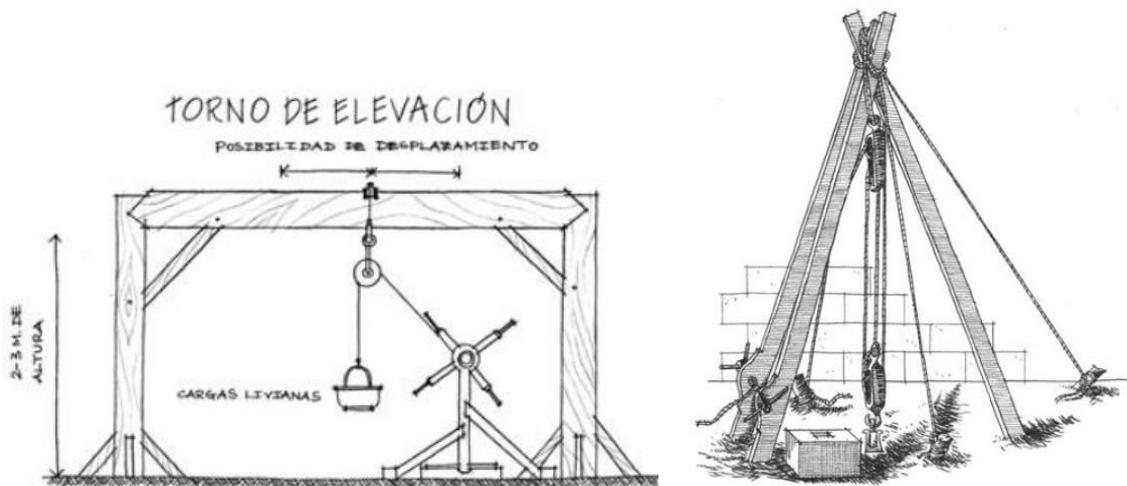


Figura 5.4.- Torno de elevación. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.

Figura 5.5.- Grúa de tres patas. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.

¹⁴³ JUAN GARCÍA, Natalia. *Op. cit.*, p. 742

6. LA EDAD CONTEMPORÁNEA

6.1 REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

Con la revolución burguesa, se inicia en diversos países europeos un proceso de evolución que se establece cuando el comerciante pierde su predominio sobre el artesano y éste, reconvertido en productor y capitalista, es sobre quien se asienta y difunde el comercio y la industria. Se podría centrar esta situación en la referencia histórica de la Revolución Francesa de 1789, con el enfrentamiento entre la burguesía y el feudalismo.

Gracias a la cooperación principalmente de tres inventos y/o aplicaciones técnicas fue posible la aparición de la Revolución Industrial. Estos son:

- La máquina de vapor.
- La máquina de hilar y el telar mecánico.
- El empleo del carbón en la industria del hierro.

A pesar de que, a finales del siglo XVIII, España presentaba unas buenas perspectivas de futuro industrial, dado el florecimiento y asentamiento de grandes y pequeños núcleos industriales en zonas dispersas en toda la geografía nacional y las invasiones napoleónicas, en el norte de Europa, incentivaron directa e indirectamente lo conocido como Revolución Industrial así como el desarrollo de las nuevas formas productivas; en España, debido a la Guerra de Independencia y la derrota de Napoleón, hubo una regresión económica que condujo al estancamiento del desarrollo industrial, manteniendo como consecuencia de esto, una economía agraria o rural.

Encontramos diversas referencias a temas relacionados con la seguridad y salud en el trabajo entre los documentos legislativos de este período que estamos considerando y, dada la situación social dominante en el país, son numerosas las citas bibliográficas relativas a las deficientes condiciones de trabajo resultantes y por consiguiente de seguridad y salud entre los trabajadores, que reflejan la precariedad en la materia a lo largo de todo el siglo XIX. A pesar de ello, los principios liberales incorporados a la legislación en ese período, determinan el reconocimiento de la responsabilidad que asume el obrero entre las obligaciones que tiene encomendadas.

Esto trajo especiales repercusiones significando un cambio sustancial entre las relaciones laborales, sobre todo tras la prohibición de los Gremios por Decreto de 20 de enero de 1834, por entender que no son necesarios para el desarrollo de la industria.

Así, resulta bastante evidente la inhumana explotación del trabajo infantil y de la mujer, con salarios inferiores a las necesidades mínimas para la subsistencia, la elevada siniestralidad laboral, etc. debido a la carencia de obreros.

En vista de los accidentes en el trabajo y gracias al **Real Decreto de 11 de enero de 1887**, la caridad cristiana y la piedad burguesa se propuso “curar las heridas físicas y morales” que los obreros sufrían a consecuencia del trabajo que realizaban, naciendo de esta iniciativa dispensarios, asilos, socorros a domicilio, casas de refugio, hospitales y hospicios, que enmendaban, en parte, el daño causado.

En esta situación social tan desesperante, la clase proletaria mostró su inconformidad mediante manifestaciones y protestas en diferentes momentos de esta época:

- 2 de mayo 1821, en Alcoy (Alicante), 1.200 obreros quemaron 17 máquinas de hilar en protesta al desempleo que potencialmente supuso el incorporar la mecanización en el sector.
- En 1823, en Camprodón (Gerona), también se destruyeron máquinas de hilar y cardar.
- En 1835, en Barcelona, se quemó la fábrica “El Vapor”, con el resultado de 11 fusilados y otros obreros detenidos y condenados a penas de prisión.
- El 1 de julio de 1845, en Barcelona, se convocó la **primera huelga general** que tiene lugar **en España**, tras impedir el Capitán General Zapatero, la presencia de asociaciones en los conflictos laborales.¹⁴⁴

Mientras esto ocurre, se inician los movimientos asociacionistas de obreros, que tuvo su especial punto de partida el 28 de febrero de 1839, cuando se creó la **Asociación Mutua de Tejedores de Barcelona**, considerada como la primera forma de sindicación que tuvieron los obreros en España. A esta, le siguen otras, como la *Unión de Clases* en 1854, los *Socorros Mutuos* autorizados por la Real Orden de 10 de junio de 1861, culminando todos ellos en un Congreso de Sociedades Obreras celebrado en Barcelona en el mes de septiembre de 1865.

¹⁴⁴ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 101-105

Tras la Restauración Borbónica, podemos destacar en lo laboral, el establecimiento de un programa de relaciones entre el trabajo y el capital, dando lugar a la ***aparición de normas específicas de claro carácter prevencionista***. Así lo confirma el informe publicado en 1847 por el Catedrático de Higiene y miembro de la Real Academia Española, Pedro Felipe Monlau, con el título “*Elementos de Higiene Pública o el Arte de conservar la Salud de los pueblos*”.

Monlau fue un precursor de la moderna técnica aplicada de la Seguridad e Higiene tras el análisis de las Condiciones de Trabajo y Sociales del momento, relacionando Salud y Enfermedad con el exceso de horario en los talleres, el alcoholismo, el salario y otros condicionantes habituales en las formas de vida de aquella entonces. Incluso, recomendó que no se superasen las 10 horas de trabajo al día y evitar los accidentes que ocasionaban las máquinas, citando como ejemplo los 12.000 accidentes mortales que ocurrían anualmente en Inglaterra por peculiaridades del oficio que ejercían, o los 1.001 muertos y 1.282 heridos graves en las minas de Bélgica, o los 337 fallecidos y 650 graves de Francia, o los que a diario ocurrían en las ciudades industriales españolas.

Las causas de esos accidentes eran las explosiones, el descuido o negligencia en el manejo de la maquinaria, en la rotura de las mismas, en la falta de precauciones por parte de fabricantes y en la imprudencia o distracción de los mismos operarios. En las minas, indica, que son las caídas en los pozos, la rotura de cuerdas y cadenas, los hundimientos, las caídas de piedras, las explosiones de gases y pólvora, la ineficacia de la ventilación y los vapores sofocantes.

Como medidas preventivas, destacamos la aprobación de Reglamentos severos para los fabricantes, jefes de taller, ingenieros encargados de la dirección de los trabajos, obligados a adoptar todas las precauciones convenientes e Instrucciones claras y detalladas para obreros, a fin de que no sean *víctimas* de su “indiferencia o distracción”.

Todo lo promovido por Monleau tuvo su respuesta política en la propuesta que el Ministerio de Fomento, haciendo suyas las consideraciones de nuestro prevencionista, hizo a las Cortes en forma de Proyecto de Ley, el 10 de octubre de 1855.

Otros personajes destacables de esta época fueron, por un lado, el Corregidor de Barcelona, José Bertrán i Ros, quien promulgó un **Bando** (el 7 de septiembre de 1853) dictando normas sobre cómo habían de formarse los andamios y dirigiendo las responsabilidades en el caso de accidentes hacia los directores de las obras; y por

otro, Joaquín Solarich, médico, quien en 1858 estudió y analizó los peligros derivados del trabajo de los tejedores.

Todo ello, fueron antecedentes inmediatos de la considerada por muchos, *Primera Ley española de Accidentes de Trabajo (Ley Benot)*, aprobada el 25 de junio de 1873, sobre el trabajo en los talleres y la instrucción en las escuelas de los niños obreros de ambos sexos. Pero, la falta de órganos administrativos eficaces en la inspección y exigencia de lo incluido en la Ley, hizo que su nivel de aplicación fuera mínimo o nulo.

Sin embargo, hacia finales de ese siglo XIX, se vislumbra tímidamente, una mejora en el desarrollo industrial, que no se plasmará de manera más o menos definitiva en España, hasta bien entrado el siglo XX. La industrialización, supuso una mejora en el modo de vida, pero al mismo tiempo, llevó aparejados numerosos inconvenientes en especial para la salud de la población trabajadora. El aumento de la producción ocasionó un *incremento del ritmo de trabajo*, la aparición de nuevos productos, etc., que son aspectos que *incrementan los riesgos laborales* en todas las actividades productivas.

Con la Revolución Industrial se incrementaron notablemente los accidentes relacionados con el trabajo, pero a medida que la industrialización avanzaba, se empezó a apreciar que las ausencias o desapariciones de trabajadores –los preparados- planteaban problemas para la buena marcha de la producción.

En general, como se ha dicho, el proceso es siempre el mismo: se incrementa la actividad productiva, aumenta la población trabajadora y suben las cifras que cuantifican los distintos tipos de accidentes. Las Autoridades, preocupadas con las elevadas cifras de siniestralidad, decidieron dictar normas para atajar los males.

A partir de la proclamación de la I República Española (el 11 de febrero de 1873), se consolidó el movimiento obrero y se escucharon voces de alerta sobre la importancia del daño generado por el trabajo. Además, la posterior Restauración de la Monarquía, permitió que los intereses se pudieran solucionar a través de programas de reformas que mejoraran las relaciones entre el capital y el trabajo. Pero no será hasta la segunda mitad del siglo siguiente, cuando se estructure de manera definitiva, la aplicación de la Seguridad e Higiene en el Trabajo, como Técnica aplicada con el objetivo de mejorar la situación del daño producido en el puesto de trabajo y su entorno.

Como conclusión a este siglo, en el III Congreso Católico Nacional de España, celebrado en Sevilla (1893), con respecto a normas laborales se relacionó la fatiga física con la eficacia productiva así como con la calidad del elemento elaborado. En este texto se incluyó que “[...] *debe reconocerse el derecho al descanso semanal ya que renueva las fuerzas físicas del hombre y conforta su espíritu para que pueda continuar su tarea con más vigor. Aumenta la fecundidad y eficacia del trabajo y la perfección de los productos e impide la depreciación de los salarios*”.

6.2 AVANCES EN EL SIGLO XX

Se inicia el siglo XX con la aprobación del **Acta de Compensación de los Trabajadores el 30 de enero de 1900**, que constituye la primera Ley española sobre Accidentes de Trabajo, conocida como **Ley Dato**, y es el punto de partida para las más de 130 disposiciones vigentes de distinto rango, siendo la última la **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, **de Prevención de Riesgos Laborales**, que cambia la reparación del daño por la acción preventiva.

Meses más tarde, concretamente el 28 de julio de 1900, se aprobaba el **Reglamento de Accidentes de Trabajo**, desarrollándose con el Catálogo de Mecanismos Preventivos de los Accidentes de Trabajo que fue aprobado y publicado cinco días más tarde, a través de un *Real Decreto del 2 de agosto*. A pesar de que hubo varios intentos de disminuir el horario laboral, no fue hasta el año 1919 que, en términos absolutos, se estableció 8 horas/día para todos los trabajadores y oficios por el gobierno liberal del Conde de Romanones.

Todo este conjunto legislativo y reglamentario, se complementa con la regulación del Libro Registro de Accidentes, obligatorio en las empresas a partir del 5 de agosto de 1900, para que pueda conocerse con mayor exactitud, los accidentes que ocurran en las industrias. También permitió el poder elaborar estadísticas fiables a partir de ese momento. Con el tiempo, se regularon Sociedades de Seguros contra Accidentes de Trabajo, antecedente de las actuales Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales. Además, fue el 17 de junio de 1903, cuando se estableció la inclusión de la Enfermedad Profesional dentro del concepto de Accidente de Trabajo por Sentencia del Tribunal Supremo y, en este mismo año se estableció en España la obligatoriedad del descanso semanal.

El Cuerpo de la Inspección de Trabajo era el encargado de la vigilancia y cumplimiento normativo de todo este conjunto de reglamentos, reales decretos, leyes,

etc., que establecían sistemas directos e indirectos de control de las condiciones de trabajo.

La creación en 1908, del **Instituto Nacional de Previsión**, mejoró aún más el conjunto de actuaciones en la materia, ya que se obligaba a cumplimentar un Parte de Accidente de Trabajo dentro de un plazo reglamentado tras su materialización; y que culminó con la necesidad de crear un **Ministerio de Trabajo**, que englobase todas las circunstancias de las relaciones laborales, incluyendo un “Servicio de Colocación Obrera”, cosa que se alcanzó en el año 1920.

A pesar del conjunto legislativo novedoso para España, y debido a los sucesivos gobiernos conservadores y liberales que se fueron alternando en el poder durante la primera parte del siglo XX, los resultados obtenidos en cuanto a la disminución de los accidentes de trabajo y las mejoras de las condiciones de trabajo¹⁴⁵ esperadas, fueron muy pobres.

Durante la dictadura del General Primo de Rivera (1921-1930), gracias a la introducción del concepto de Higiene Industrial y al seguimiento que se hizo de las enfermedades profesionales así como la creación del primer **centro de Mutilados de Barcelona**, se modificó la legislación de 1900 y se aprobó en 1922 un nuevo **Reglamento de Accidentes de Trabajo**, en la que se incorporó la obligatoriedad del descanso nocturno de la mujer trabajadora.

No obstante, siguió siendo la inspección de Trabajo, quien estando escasa de recursos técnicos, debía combatir de manera eficaz los riesgos profesionales, con resultados escasamente positivos, pese a su buena voluntad. Pero la idea de que la enfermedad debe ser curada por la medicina permitió la aparición de servicios e instituciones que daban respuesta a los problemas relacionadas con la Higiene del Trabajo desde una óptica más técnica, tras el *control de las Enfermedades Profesionales*, vinculándolas a los condicionantes del puesto de trabajo.

Una de las primeras intervenciones durante la II República Española (1931-1936) en materia de seguridad en el trabajo, fue la aprobación de un Reglamento que establecía procedimientos para aplicar y controlar el empleo de diversos pigmentos en pinturas de interior en edificios, cuyo antecedente se encuentra en el *Real Decreto de 19 de febrero de 1926*.

¹⁴⁵ El término Condiciones de Trabajo, comienza oficialmente a emplearse tras el momento fundacional de la Organización Internacional de Trabajo.

Los sucesivos gobiernos de la II República española pusieron más énfasis en la ampliación de la legislación en materia de accidentes de trabajo al sector agrario, lo que llevó a que se aprobara un Texto Refundido de Accidentes de Trabajo, con desarrollo reglamentario en el que se incluyó a todos los efectos como accidente laboral, el ocurrido en el desempeño de tareas en el campo.

En el sector minero, en este periodo, se estableció un Reglamento sobre Policía Minera que sustituyó al del año 1910. En el Reglamento incluyeron las medidas a adoptar para la seguridad e higiene de las explotaciones y protección de la salud de los mineros. La Gestión de la Prevención, recaía sobre los Ingenieros de Minas, garantes de la seguridad en el ámbito de sus competencias, en las que se incluían las cuestiones técnicas, por razones obvias y la de prevención de accidentes.

En el año 1931 hubo ratificaciones, por un lado, sobre lo legislado en cuanto a jornada laboral por el Conde de Romanones en 1919, es decir, 8 horas diarias o 48 horas semanales, dado el casi permanente incumplimiento que de esta norma se hacía; y por otro, los Convenios Internacionales referentes al trabajo nocturno de la mujer, edad mínima de acceso al trabajo, así como una de especial importancia, de indemnizaciones por accidentes de trabajo, en base a la acción reparadora a que el trabajador tenía derecho en virtud del trabajo que realizaba.

Hasta un Decreto del año 1935 llegó a prohibir la utilización de sacos, fardos o cualquier utensilio similar, para el transporte, carga o descarga, que hubiera de hacerse a brazo y cuyo peso fuera superior a los 80 kg. No obstante, dejaba un margen al asesoramiento técnico, para que si así se estimara conveniente, pudiera elevarse esa cifra lo necesario, “[...] *a fin de causar el menor perjuicio posible a las industrias de producción, de los efectos que pueda producirle*”. La carga era también motivo de regulación, en cuanto a la publicidad de sus características, puesto que cuando se alcanzaran cargas con un peso superior a los 100 kg, destinadas a ser transportadas por mar o vía navegable interior, antes de ser embarcadas debería indicarse su peso marcado en el exterior, “[...] *de modo claro y duradero*”.¹⁴⁶

Tras el periodo de la Guerra Civil Española (1936-1939), con una sociedad derrumbada con desempleo y pobreza, no tenía cabida otro camino que el de la reconstrucción de un tejido industrial, roto por la contienda y con la necesidad de producir sin cesar, para cubrir las necesidades que el pueblo español precisaba. El trabajador, sumido en el desconcierto, se prestaba con ilusión, a cubrir las deficiencias

¹⁴⁶ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 125-126

técnicas, con habilidades personales, a pesar de ser este un precepto contrario a la seguridad en el trabajo.

En vista de esto, era necesario una respuesta legislativa por parte de los gobiernos, que analizando las propuestas incluidas en el Fuero del Trabajo aprobado el 9 de marzo de 1938, pusieron en acción un conjunto de medidas, absolutamente avanzadas para la época, apostando por una política social sin fisuras ni equívocos.

Así, durante los años 1939 a 1975, se establecieron las bases fundamentales de actuación técnica, en materia preventiva. Probablemente, esto haya sido debido al marcado carácter social que los sucesivos gobiernos del momento tuvieron, como objetivo fundamental de sus políticas, sobre todo desde el Ministerio de Trabajo.

La primera respuesta legislativa, la constituyó la Orden del Ministerio de Trabajo de 31 de enero de 1940, que aprobó el **Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo**, primer Reglamento que se aprobó en España sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo con carácter propiamente técnico, que en su artículo 1º indicaba como objetivo, con carácter general y mediante las prescripciones que se aportaban, el “[...] *proteger al trabajador contra los riesgos propios de su profesión, que ponen en peligro su salud y su vida*”.

El control del reglamento se encomendó también a la Inspección de Trabajo, quien tenía la obligación de velar por el cumplimiento de aspectos técnicos tan dispersos como, entre otros, el análisis de los lugares de trabajo, inspección de motores, transmisiones y máquinas, circuitos eléctricos, higiene industrial en el medio ambiente de trabajo, aparatos elevadores, seguridad en andamios, prevención y extinción de incendios e iluminación de centros de trabajo.

Cuatro años más tarde, en 1944, se aprobó una norma verdaderamente novedosa hasta el momento, consistente en el establecimiento de mecanismos representativos y participativos en las empresas, los **Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo**, con el objetivo de vigilar el cumplimiento de lo legislado sobre seguridad e higiene en el trabajo, efectuar investigación de accidentes laborales y enfermedades profesionales, configurar estadísticas, organizar la lucha contra los incendios y todo lo relativo a la formación e información en la materia.

Estos Comités debían elaborar la lectura de las Memorias anuales, que contribuían al análisis de las condiciones de trabajo de la época, y remitirlas a la Inspección de Trabajo. La permanente referencia a la necesidad del uso de las

prendas de protección personal se hizo lógica, tras regular en 1946 el uso de ellas en especial y obligatoriamente a los menores de 21 años.

El texto legislativo por el que se aprobó las funciones de los Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo indicaba que, obligatoriamente, pertenecería como miembro de pleno derecho, el *Ingeniero de Seguridad*, cuya designación se producía por “[...] elección entre los Ingenieros con título oficial del establecimiento, como el más adecuado por su especialidad y condiciones para el cargo”. También debería pertenecer al mismo Comité, un Médico del Trabajo, que hubiera seguido formación específica, en el entonces recientemente creado Instituto Nacional de Medicina, Higiene y Seguridad del Trabajo.

Otro paso destacable que merece la pena mencionar de la época referenciada, tuvo lugar en 1956 cuando se implantaron en España con carácter obligatorio para las empresas, los **Servicios Médicos de Empresa**, que se crearon con el objetivo de “[...] conservar y mejorar la salud de los trabajadores, su protección contra los riesgos médicos genéricos o específicos del trabajo y contra la patología común previsible, la promoción adecuada del personal hacia los distintos puestos de trabajo y su tutela biológica para el aumento eficaz del rendimiento individual y colectivo”. Tres años más tarde, se reorganizó mediante un Decreto estos Servicios Médicos de Empresa, obligando a constituirlos en empresas con más de 1.000 trabajadores, pudiendo establecerse la forma de Servicio Mancomunado en las empresas de más de 100 y menos de 1.000 trabajadores. Casi al mismo tiempo, se publicó un nuevo Reglamento de funcionamiento y organización interna. Con la creación de estos Servicios Médicos de Empresa, nuestro país se adelantó en tres años a la Recomendación núm. 112 de la **Oficina Internacional de Trabajo (OIT)**¹⁴⁷, promulgada en 1959, que recomendaba a los Estados adheridos, la creación obligatoria de esos órganos en los centros de trabajo.

De esta manera, se aprobó en 1952, el Reglamento de Seguridad del Trabajo para el sector de la Construcción y otros semejantes que mantuvieron la idea genérica recogida en el Preámbulo del Acta de Constitución de la Organización Mundial de la Salud, en 1945, sobre la salud, entendida como¹⁴⁸:

“El estado de completo bienestar físico, mental y social y no solo la ausencia de enfermedad”.

¹⁴⁷ En el año 1916 la Organización Internacional del Trabajo se funda con la finalidad de consolidar la protección del trabajador contra las enfermedades laborales.

¹⁴⁸ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 133

Así pues, el control de la Gestión de la Seguridad e Higiene en el Trabajo, se dejó a los Servicios Médicos de Empresa, bajo el control y conocimiento de los Comités correspondientes, teniendo amplísimas funciones y competencias.

Este sistema tan completo, carecía de la universalidad necesaria, para que los efectos beneficiosos de su aplicación, se vieran reflejados en la disminución de accidentes, ya que más del 90% de la población laboral, quedaba fuera del control de los Servicios Médicos de Empresa, al pertenecer a pequeñas estructuras empresariales, siempre muy alejadas de los 100 trabajadores considerados como imprescindibles para su constitución. Por lo que podíamos concluir diciendo que la Prevención de Riesgos Laborales, seguía siendo una asignatura pendiente.

Antes de seguir con la consideración, es necesario hacer inciso en las actividades realizadas por la Oficina Internacional de Trabajo durante esta época, ya que contribuiría en gran manera a la protección de los trabajadores ante la posibilidad de sufrir accidentes de trabajo y padecer enfermedades profesionales.

Tal como indicaba el informe introductorio del Servicio de la Seguridad y Salud del Trabajo, la OIT debía defender la paz, la seguridad, la salud, la promoción de los derechos humanos y de la democracia, la mitigación de la pobreza y la creación de empleo. Por esto se obligó a todos los países a perseguir el pleno empleo, productivo y libremente escogido; garantizando trabajos de calidad que permitían salvaguardar los derechos e intereses básicos de los trabajadores, mejorando la calidad de las condiciones de trabajo, lo que suponía tomar medidas para obtener un ambiente de trabajo sano y seguro, eliminar los factores de riesgo para la salud y garantizar la seguridad tanto a nivel nacional.

El Convenio núm. 155 (Conferencia General de 22 de junio de 1981) con vigencia desde el 11 de agosto de 1983, y ratificado por España a través de Instrumento de 26 de julio de 1985 (B.O.E. de 11 de noviembre de 1985) destaca, entre otras cosas, las siguientes recomendaciones de la OIT a los Estados:

- *Incluir en el concepto SALUD, los factores físicos y mentales relacionados con las deficiencias en Seguridad e Higiene en el Trabajo.*
- *Exigir la formulación de políticas nacionales en Seguridad, Salud y Medio Ambiente del Trabajo.*
- *Sistema de inspección “apropiado” y “suficiente”.*

- *Promover las cuestiones de seguridad en el trabajo en todos los niveles de enseñanza y en especial, en la Enseñanza Superior Técnica, Médica y Profesional.*

Al final de la década de los años sesenta, un grupo de personas preocupados en atajar los problemas presentes en las condiciones de trabajo, tomaron la iniciativa en promulgar y propulsar en el año 1970, el **Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo** (PLNHST), a través de una Orden Ministerial de 7 de abril, por la que se encomendaba a la Dirección General de la Seguridad Social, la “*formulación y realización del PLNHST para la mejor ejecución del Servicio Social previsto en el artículo 25a y sus concordantes de la Ley de Bases de la Seguridad Social de 21 de abril de 1966*”. Sin embargo, no sería hasta el 9 de marzo de 1971 cuando se aprobaría definitivamente mediante otra Orden Ministerial, la conocida **Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo**, cuyo frente fue comisionado el gran impulsor de la mejora de las condiciones de trabajo en España, José González de la Puerta como Director Ejecutivo.

El Plan Nacional mencionado, fue el primer paso tras la creación del *Consejo Superior de Higiene y Seguridad del Trabajo* en 1970, configurándolo como una Institución de la Seguridad Social, que tenía a su cargo la realización de estudios estadísticos, económicos y psicosociales, entre otras funciones; evidenciando así el interés del gobierno por reorganizar definitivamente la estructura de la Seguridad e Higiene en el Trabajo en España.

El Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, incorporó varias líneas principales de actuación, entre las que destacamos:¹⁴⁹

- La creación de una *conciencia colectiva* sobre el daño en el trabajo, incrementando la *motivación en la sociedad*, para que aflorase la necesidad de la realización de una auténtica Higiene y Seguridad.
- La *actitud coordinadora* de órganos administrativos, para rentabilizar mejor los medios empleados.
- La promoción de los instrumentos técnicos necesarios para que todos los trabajadores tuvieran un *asesoramiento y control adecuado* del riesgo.
- El desarrollo de una intensa *acción formativa y divulgadora* a todos los niveles.

En la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, se manifestó la realización de diversas actuaciones y funciones para el ejercicio de “(...) *una acción*

¹⁴⁹ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 137

más eficaz en defensa de la vida, integridad, salud y bienestar de los trabajadores”; siendo el primer intento serio en España de controlar las condiciones de trabajo desde perspectivas exclusivamente técnicas.

La función preventiva, desde esta nueva óptica, consistía en el análisis de los tres elementos sustanciales del proceso productivo: el trabajador, el diseño del puesto y el lugar o ambiente donde se realizará el trabajo.

Con todo esto, comenzaron a comprobarse los resultados en cuanto al descenso de la siniestralidad laboral, llegando a resultados verdaderamente espectaculares en algunas provincias, con porcentajes de reducción próximos al 30% durante el período entre 1939 a 1975.¹⁵⁰

A partir del año 1976, se abrió un nuevo período de la historia de España, que trajo consigo la instauración monárquica, con la que volvió la confrontación ideológica a través de los partidos políticos y, lógicamente, el debate sobre la postura formal de los diferentes grupos, ante la prevención de riesgos laborales.

El propio concepto de Salud, tiene otras acepciones diferentes, o complementarias, a la definida en el Preámbulo del Acta de Constitución de la OMS. en 1945, ya mencionado anteriormente. La pérdida de la misma, se debatió entre *causas* de orden técnico y *factores* de índole personal, hasta que, definitivamente, la primera opción se fue decantando como la de mayor interés para el desarrollo y aplicación del campo de la prevención. Entre las nuevas definiciones de la Salud, destacamos los siguientes:

- Capacidad de adaptación de medio y de funcionar en las mejores condiciones en ese medio (Dubos, 1976).¹⁵¹
- Un equilibrio dinámico, en el cual los individuos o grupos tienen capacidad óptima para afrontar las condiciones de la vida (Last, 1998).¹⁵²
- La ausencia de enfermedad o de defectos físicos o mentales, es decir, ausencia de condiciones que reduzcan la capacidad funcional (Doll, 1992).¹⁵³

Pero el concepto de Salud para el hombre, también se puede comprender como un permanente equilibrio dinámico con el ambiente, en su triple dimensión física, psíquica y socio-económica. El hombre tiende a mantener su propia individualidad frente al medio en base a la forma (morfostasis) y a la función que realiza

¹⁵⁰ Algunos autores cifran el descenso de la siniestralidad en el decenio 1974-1984, en un 50% achacable fundamentalmente a la efectividad en la aplicación del Plan Nacional.

¹⁵¹ El espejismo de la salud. México Siglo XXI.

¹⁵² A dictionary of epidemiology. New York. Oxford University Press.

¹⁵³ Health and the environment in the 90's. *American Journal of Public Health*. 1992.

orgánicamente (homeostasis). Sin embargo, el equilibrio en que se mantiene dentro de su puesto y lugar de trabajo, puede verse alterado por infinidad de motivos o causas, generando así, una pérdida o cambio en su salud a pesar de la enorme capacidad de adaptación que manifiesta.

Esta divergencia de conceptos, o la ausencia de criterio específico, hizo que en agosto de 1976, el anterior Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo, se convirtiese en Servicio Social de Higiene y Seguridad del Trabajo,¹⁵⁴ integrándose en 1978, en el creado recientemente Ministerio de Sanidad y Seguridad Social, cumpliendo con lo exigido en el artículo 40.2 de la **Constitución Española de 1978**, que indicaba el fomento que los poderes públicos debían poner en práctica, capaz de velar por la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en consonancia con el reconocimiento del derecho a la protección de la salud, contemplado en el artículo 43 de la misma.

Los Congresos Nacionales que se fueron celebrando, intentaron perfilar la preocupación para “crear unas condiciones óptimas de trabajo como exigencia ineludible de las sociedades modernas”. Incluso en el VIII, celebrado en Zaragoza (1977), se destacaba que eso sólo podría alcanzarse, a través de *“la presión social ejercida por los órganos de representación y el progresivo dominio técnico de la estructura del siniestro laboral”*.

Poco después, nuevos sucesos unidos a diversos problemas de competencias, reubican al Servicio Social en 1978, en el Ministerio de Trabajo, y en febrero de 1980, en la Subsecretaría del Departamento, para integrar, meses más tarde, en octubre del mismo 1980, algunas unidades en el Instituto Nacional de la Salud.

En vista de estas indecisiones administrativas, se replantó un nuevo cambio, un Decreto¹⁵⁵ por el que se regula la estructura y competencias del **Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo** (INSHT), aprobado por el gobierno de la UCD, creándose como organismo autónomo de carácter administrativo, con funciones de Gestión, Asesoramiento y Control de las acciones técnico-preventivas dirigidas a la disminución de los riesgos laborales.

Las funciones del INSHT tuvieron como respuesta práctica, la creación y aplicación de los conocidos como **Mapas de Riesgos de los Sectores de Actividad**, con metodología propia, elaborada tras varias propuestas, siendo la elegida la

¹⁵⁴ El Real Decreto 2133/1976, de 12 de noviembre, regula Servicios y Organismos de Seguridad e Higiene, estableciendo que el servicio Social de Higiene y seguridad del Trabajo fuera [...] *el organismo técnico de estudio, investigación, formación y asesoramiento [...]*”.

¹⁵⁵ Real Decreto-Ley 36/1978, de 16 de noviembre, que crea, en sustitución del extinguido Servicio Social, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo, asumiendo sus *“funciones y competencias”*.

conocida como modelo La Rioja, que permitía incluir sistemas de evaluación de riesgos.

Otro de los logros alcanzado por el INSHT, fue la incorporación del **Método del Árbol Causal** como técnica en la investigación de accidentes de trabajo y la consiguiente explotación de los datos obtenidos, para conseguir mejoras en los niveles de fiabilidad en las máquinas y probabilidad en las causas de los accidentes.

Avanzando los años y con la información recibida de las instituciones europeas en seguridad y salud laboral, el INSHT comienza otra etapa en la que además de presentar los resultados que se van obteniendo de los Mapas de Riesgo elaborados, realizar encuestas nacionales de condiciones de trabajo y explotar datos referentes a causas generadoras de accidentes laborales en máquinas, aparatos y equipos de trabajo, se profundiza sobre Planes y Programas de Formación dirigidos a los Técnicos de Prevención y que incluyen la formación específica profesional y la universitaria, que España debe disponer.

Pero el hecho de que en un futuro que se preveía cercano, las competencias del INSHT fueran a ser transferidas a las Comunidades Autónomas surgidas en España por desarrollo de la Constitución de 1978, vino a influir poderosamente en un decaimiento en la ilusión de sus integrantes, quedando reflejado en el empobrecimiento generalizado de la programación de actividades, generadoras de una eficaz lucha contra los accidentes de trabajo. Las actuaciones a nivel provincial se reducen. El control a las empresas casi llega a desaparecer por completo y sólo la actuación a requerimiento de la Inspección de Trabajo, mantiene con cierto nivel las aplicaciones técnicas de los GTP's, organización periférica del INSHT.

No obstante, con la llegada al poder del Partido Socialista a finales de 1982, se potenció el desarrollo de programas de investigación sobre métodos y técnicas de seguridad en el trabajo e higiene industrial, la valoración de estadísticas de siniestralidad totales y sectoriales, los estudios sobre centros de trabajo, materias primas y productos tóxicos, peligrosos o penosos y los planes de formación y actualización para Técnicos de Seguridad e Higiene; reduciendo a la nada, las funciones de vigilancia y asesoramiento preventivo, que desempeñaban regularmente los órganos territoriales y provinciales del INSHT, a través de los Gabinetes Técnicos Provinciales, a pesar de los excelentes resultados que habían dado en años anteriores.

Con la incorporación de España a la Unión Europea¹⁵⁶, motivada en parte por la gran amenaza económica que representaban las grandes potencias como los EE.UU. y Japón, se abrió una puerta de nuevo a la esperanza de una previsible exigencia de mayor nivel, recomendada por los órganos supranacionales, lo que hizo renacer la idea de que se produjera un nuevo asentamiento del control de las condiciones de trabajo por parte de los órganos técnicos de la Administración Pública.

Para destacar algunas de las actuaciones de la Unión Europea, debemos empezar en primer lugar citando la aprobación de la Carta Social Europea, ratificada en Turín, el 18 de octubre de 1961. En su artículo 3 se establece el derecho de todos los trabajadores a la seguridad e higiene en el trabajo.

Más tarde y a través de la Dirección “Salud y Seguridad” Unidad V/E/5 de la Comisión de las Comunidades Europeas, perteneciente a la Dirección General de Empleo, Relaciones Laborales y Asuntos Sociales, se fueron elaborando y promocionando diversas Directivas tendentes a mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores europeos. Así podemos indicar que fueron aprobadas las siguientes Directivas:

- Señalización de los centros de trabajo (77/576/CEE). Modificada en 1979.
- Cloruro de Vinilo monómero (78/610/CEE).
- Radiaciones ionizantes (80/836/EURATOM). Modificada en 1984.
- Agentes Químicos, Físicos y Biológicos (80/1107/CEE). Considerada esta, como la primera “Directiva Marco”. Modificada en 1988.
- Accidentes Graves (82/501/CEE). Modificada en 1987 y en 1988.
- Plomo metálico (82/605/CEE).
- Amianto (83/477/CEE).
- Ruido (86/188/CEE).
- Agentes específicos (88/364/CEE).

La política social europea determina la comunión entre el desarrollo económico y el asentamiento de cotas sociales de mayor rango. Este principio, afecta fundamentalmente a las actuaciones en materia de seguridad e higiene en el trabajo. Se marca como objetivo primordial, la reducción del daño profesional, en todas sus vertientes.

¹⁵⁶ La Unión Europea como entidad global política, consecuencia de la inicial idea económica determinada por la anterior Comunidad Económica Europea, responde a la declaración fundacional de Robert Schuman, sin olvidar el Congreso de La Haya, que permitió el nacimiento del Movimiento Europeo en 1948, e impulsó la creación del Consejo de Europa un año más tarde y también la Convención Europea de Derechos del Hombre, en 1950.

La aprobación en 1986, (el 17 de febrero, en Luxemburgo y el 28 de febrero, en La Haya), del **Acta Única Europea**, supone un paso importantísimo en la creación de la nueva idea de Europa como Supra-Estado nacional. Dicho documento incluye en su 118 A, el principio de que “[...] los Estados miembros procurarán promover la mejora del medio de trabajo, para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores [...]” y así ordena a la ya mencionada Unidad V/E/5 de la Dirección “Salud y Seguridad”, que elabore un texto que sirva de modelo a los Estados miembros¹⁵⁷ para que adapten su legislación al modelo europeo, dada la libertad de circulación de personas y trabajo en todo el territorio asociado.

Tres años más tarde, se aprueba la **Directiva 89/391/CEE**, de 12 de junio, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. Es la conocida en todos los estamentos preventivos, como **Directiva Marco**.

Esta Directiva, establece el cometido de ser aplicada en todos los sectores de actividad, pública o privada, obligando al empresario, a garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en todos los aspectos relacionados con el trabajo, estableciendo unos principios generales de prevención:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos de trabajo y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y el trabajo repetitivo y a reducir los efectos de los mismos en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

¹⁵⁷ España se incorporó como Estado de pleno derecho firmando el Acta de Adhesión, el 12 de junio de 1985, junto a nuestra vecina Portugal.

Pensando en una mayor eficacia en la lucha contra el daño profesional, la Directiva opta por la creación de *Servicios de Protección* como forma de control, relegando a las Administraciones Públicas de esta función.

Por último, la Directiva Marco, instaba a los Estados miembros, a modificar y adaptar su legislación al respecto, conforme a lo indicado en la misma. En un plazo relativamente largo, pero que no sobrepasara el 31 de diciembre de 1992, que para reforzar y no dejar dudas al respecto, se dedicaba como ***Año Europeo de la seguridad, la higiene y la salud en el lugar de trabajo.***

El desarrollo de esta Directiva Marco, se hizo a través de otras denominadas específicas, que fueron las siguientes:

- (1ª E) Exigencias mínimas en el lugar de trabajo (89/654/CEE).
- (2ª E) Uso del equipo de trabajo (89/655/CEE).
- (3ª E) Uso del equipo de protección individual (89/656/CEE).
- (4ª E) Manutención manual de cargas (90/269/CEE).
- (5ª E) Pantallas de terminal de ordenador (90/270/CEE).
- (6ª E) Cancerígenos (90/394/CEE).
- (7ª E) Agentes Biológicos (90/679/CEE).
- (8ª E) Obras de Construcción (92/57/CEE).
- (9ª E) Señalización de seguridad y Salud en el Trabajo (92/58/CEE).
- (10ª E) Mujer embarazada (92/85/CEE).
- (11ª E) Industrias extractivas por sondeos (92/91/CEE).
- (12ª E) Industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas (92/104/CEE).

A todo ello, por una Resolución de 21 de diciembre de 1987, el Consejo Europeo invitó a la Comisión, a promover la cooperación e intensificar el intercambio de información en el sector de la higiene, la seguridad y la protección de la salud en el trabajo. Por ello se decidió la creación de la *Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo*, cuyo Reglamento de creación, data del 18 de julio de 1994.

Previamente se había aprobado otro documento de interés como fue la *Carta Comunitaria de los Derechos Sociales Fundamentales de los Trabajadores*. Se hizo esta vez en Estrasburgo el 9 de diciembre de 1989.

Por el momento, se cierra esta apartado con el tratado por el que se establece una constitución para Europa, aprobada en España por referéndum el 20 de febrero de 2005. Asume íntegramente los textos anteriores y desarrolla un cuerpo de doctrina junto a las obligaciones inherentes, en los artículos III-209 al III-219. Recoge como

objetivos fundamentales los siguientes: fomentar el empleo de calidad, mejorar las condiciones de vida y trabajo, gozar una protección social adecuada, tener un diálogo social, desarrollar los recursos humanos, elevar y hacer duradero el nivel de empleo y, por último, luchar contra las exclusiones.

Mantiene una premisa clave como es el mantenimiento de la competitividad de la economía de la Unión Europea (UE), pretendiendo ser alcanzada mediante una serie de acciones que los Estados miembros deberán abordar, como son:

- La mejora del entorno de trabajo para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores.
- Las condiciones de trabajo.
- La Seguridad Social y la protección social de los trabajadores.
- La información y consulta de los trabajadores.
- La formación y el perfeccionamiento profesional.
- La protección contra los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- La higiene en el trabajo.

Las medidas a desarrollar que se aconsejan son la aplicación de las Buenas Prácticas en el trabajo, el intercambio de información y la elaboración de una Ley Marco Europea.

Todas estas actuaciones mencionadas anteriormente, llevaron a España a ser por una parte, relativamente respetuosa con lo indicado por las Directivas Comunitarias y, por otra parte, mantener un sistema de control de las condiciones de trabajo, aunque, un tanto particular.

Además, a excepción de España, para el 1 de enero de 1993 todos los países miembros de la Unión Europea adecuaron su normativa en materia de seguridad e Higiene en el Trabajo a lo incluido en la Directiva 89/391/CEE (Marco), evitando de esta manera la óptima promoción de la mejora de las condiciones de trabajo, ni la del medio ambiente, ni lucha eficaz contra la siniestralidad laboral, a pesar del altísimo índice de desempleo que soportaba España en esos años.

A pesar de esto, se ha llegado a la conclusión de que la simple aplicación de reglas o normas no supone la reducción de los riesgos, sino que la exigencia y la *ética de la prevención* de lesiones en el trabajo son los que nos encaminan al conocimiento de los peligros que acompañan a todas las actividades laborales y a combatirlas de la

manera más eficaz posible. Siendo la función de la Seguridad e Higiene en el Trabajo determinada por la influencia de tres factores bien diferenciados¹⁵⁸:

- El *tecnológico*, unido al progreso técnico y al desarrollo de la industrialización.
- El *económico*, derivado del incremento de pérdidas debidas a los siniestros de todas las clases, accidentes y enfermedades.
- El *social*, como sensibilización de los trabajadores hacia su propia condición de trabajo y el interés de la sociedad por problemas y efectos laterales que pueden derivarse de la aplicación tecnológica, como por ejemplo, la energía nuclear.

Tras esta consideración, podemos concluir que el daño profesional debe ser eliminado de los procesos productivos desde la tecnología específica de prevención laboral, y esta exige la necesidad de una enseñanza científica de la Seguridad del Trabajo.

Todos estos parámetros llevaron a la aprobación por la Comunidad Europea, de la Directiva 89/391/CEE relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo, como consecuencia del desarrollo del artículo 118A del Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea, extendiendo su ámbito de aplicación a todos los sectores de actividades públicas o privadas.

Esta Directiva, como ya se indicó, fue desarrollada con la aplicación de diversas Directivas Específicas, que completaron un cuerpo reglamentario, para aplicación uniforme en todos los Estados miembros de la Unión Europea. En el siguiente cuadro podemos apreciar las correspondencias con la normativa española aprobada al respecto.

NORMATIVA ESPAÑOLA	TEMA	NORMATIVA EUROPEA
Rango		Nº Directiva
Fomento y mejora de la Seguridad y Salud		
Ley 31/1995, de 8 noviembre	Prevención de Riesgos Laborales	89/391/CEE
RD 486/1997, de 14 abril	Lugares de trabajo	89/654/CEE
RD 1215/1997, de 18 julio	Equipos de trabajo	89/655/CEE
RD 773/1997, de 30 mayo	Equipos de Protección Individual	89/656/CEE
RD 487/1997, de 14 abril	Manipulación manual de cargas	90/269/CEE
RD 488/1997, de 14 abril	Pantallas de Visualización de Datos	90/270/CEE
RD 665/1997, de 12 mayo	Agentes carcinógenos	90/394/CEE
RD 664/1997, de 12 mayo	Agentes biológicos	90/679/CEE

¹⁵⁸ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 161-162, 164

RD 1627/1997, de 24 octubre	Obras de Construcción temporales o móviles	92/57/CEE
RD 485/1997, de 14 abril	Señalización de Seguridad	92/58/CEE
	Trabajadora embarazada	92/85/CEE
	Industrias extractivas por sondeos	92/91/CEE
RD 1389/1997, de 5 septiembre	Industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas	92/104/CEE
RD 413/1997, de 21 marzo	Exposición a radiaciones ionizantes	90/64/EURATOM
RD 1216/1997, de 18 julio	Seguridad y Salud en buques de pesca	93/103/CEE
RD 374/2001, de 6 abril	Seguridad por riesgo agentes químicos	98/24/CEE

Cuadro 6.1.- Normativas españolas aprobadas a raíz de normativas europeas.

Es curioso que se hayan aprobado todas estas normativas españolas en el mismo año (1997). La razón de esto es debido a que, tras la publicación de la Directiva Marco (1992), los países miembros de la Unión Europea tenían plazo máximo hasta cinco años para adecuar sus normas a la de la Unión Europea. Y viendo que se vencía dicho plazo, España decidió legislar todas las restantes normas en ese año.

A pesar del retraso, la Directiva Marco se transpone al Derecho Positivo Español mediante la **Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales**, en sucesivo LPRL, suponiendo una gran esperanza en cuanto a lo referente a la “mejora progresiva de las condiciones de trabajo de los empleados europeos”.

A lo largo de todo este siglo XX, aunque no se ha logrado cumplir con los objetivos de mejora marcados en materia de seguridad y salud; la preocupación social, política y administrativa, sí se ha hecho patente. A la vista están los numerosos documentos aprobados al respecto. Algunos de ellos, los tenemos recogidos en el cuadro anterior. El deseo de mejorar las condiciones de trabajo en Europa, sigue siendo un reto aún no conseguido, pero firme en el horizonte.

Durante el Consejo de Ministros de las Comunidades Europeas celebrado el 25 de junio de 1991, se aprobó también el proyecto de realización de un *Año Europeo de la Seguridad, la Higiene y la Salud en el Lugar de Trabajo* durante 1992, coincidiendo con la entrada en vigor de la Directiva 89/391/CEE (Directiva Marco). Pero, en España, no fue hasta el año 1999 que se estableció el día 28 de abril de cada año como **Día de la Seguridad y Salud en el Trabajo**, mediante una Orden Ministerial de 30 de marzo de 1999, para que sea una “reivindicación constante de los agentes sociales para celebrar y divulgar la cultura prevencionista”.

6.3 MEJORAS EN SEGURIDAD EN EL SIGLO XXI

Dada la enorme complejidad burocrático-administrativa que incorporó el articulado de esta Ley de Prevención de Riesgos Laborales, con apenas diez años de vida, ya le aparecen grietas en forma de dificultades de aplicación. A modo de ejemplo, rápidamente se sustituyó la pretendida claridad por la interpretación contrapuesta de cada una de las partes interesadas.

Las competencias y atribuciones de unos, debían llevarse a cabo con información técnica de otros y el asentimiento, cuando no acuerdo, de terceros, lo que generó y lo sigue haciendo, una sensación agria de invasión ajena del terreno competencial propio en los tres casos.

Ante esta necesidad de mejora, se realizó la primera modificación importante que tiene la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, que se plasma en la **Ley 54/2003, de 12 de diciembre**. Posteriormente se aprobó el **Real Decreto 689/2005, de 10 de junio**, que regula la actuación de los Técnicos Habilitados en materia de prevención de riesgos laborales y que modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.¹⁵⁹

En este Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, se viene a reconocer el papel de los órganos técnicos de las Comunidades Autónomas con competencias en la materia y a destaca la necesidad de marcar un sistema coherente en la inspección, bajo actuación de criterios comunes y trabajo programado. Un Decreto de la Generalitat de Cataluña fechado el 31 de enero de 2006, es el primero en toda España, que establece y regula las condiciones y procedimientos de habilitación y organización precisos, para el personal técnico de dicha Comunidad Autónoma.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales desde su primera modificación mediante la Ley 54/2002, de 12 de diciembre no ha parado hasta la actualidad de modificar aspectos de la misma para alcanzar una meta mucho mayor en cuanto a seguridad.

Las modificaciones más sustanciales que se introducen a la LPRL son, una primera de índole administrativa, instando a las Administraciones del Estado a la colaboración en planes de actuación determinados, configurando la Habilitación de funcionarios públicos, y una segunda, consistente en la integración de la prevención de riesgos laborales en la empresa, a través de los que se identifica como *Plan de Prevención de Riesgos Laborales y Planificación de la actividad preventiva*. También

¹⁵⁹ Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero.

se establecen circunstancias en las que se aconseja la presencia de “recursos preventivos” en determinados procesos peligrosos o con riesgos especiales. Estos “recursos preventivos” son trabajadores con conocimientos suficientes en la materia, como para abordar con éxito una tarea potencialmente peligrosa y que coordinados con otros, la culminen sin daños propios o a terceros.

6.4 SEGURIDAD Y SALUD EN CONSTRUCCIÓN

La construcción ha sido y sigue siendo hasta la actualidad, una de las actividades productivas más dinámicas de nuestro país, y emplea a una gran cantidad de trabajadores. Así mismo, se trata de un sector productivo con unas condiciones y características de trabajo especiales, que tienen una incidencia directa en los riesgos a que se exponen los trabajadores y, por lo tanto, en la prevención de riesgos laborales que debe realizarse, haciendo de este sector un caso peculiar y distinto al resto de sectores económicos.

Los trabajos en construcción han sido históricamente una de las actividades laborales de mayor riesgo donde se han registrado un elevado número de accidentes de trabajo, no sólo en importancia cuantitativa sino también de marcada significación cualitativa en orden a la gravedad de las consecuencias. Así lo demuestran los siguientes datos recopilados del Instituto Nacional de Estadística sobre la siniestralidad en los principales sectores desde finales del siglo XX hasta el siglo XXI¹⁶⁰:

PERÍODOS	TOTAL DE ACCIDENTES		Porcentaje sobre el total de accidentes en construcción
	Todos los sectores	Sector de construcción	
Año 1995	599.069	125.015	20,8%
Año 1997	676.644	137.068	20,2%
Año 1998	752.882	165.520	21,9%
Año 1999	867.772	207.673	23,1%

Cuadro 6.2.- Porcentajes sobre el total de accidentes en construcción.

Interpolando las cifras porcentuales entre los años 1995 y 1999, resulta que la evolución en estos cuatro años, después de la LPRL y del Real Decreto 1627/1997, fue la siguiente¹⁶¹:

¹⁶⁰ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Seguridad y salud en las obras de construcción*. Madrid: La Ley-Actualidad, 2001, p. 28

¹⁶¹ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 30

- El incremento de la población activa total durante el período 1995 a 1999 fue de 21,1% y el incremento de los accidentes de trabajo totales durante el período 1995 a 1999 fue de 44,8%.
- El incremento de trabajadores en todos sectores menos construcción de 1995 a 1999 fue de 19,7% y el incremento de accidentes en todos sectores menos construcción de 1995 a 1999 un 40,4%.
- El incremento de trabajadores en el sector de construcción de 1995 a 1999 fue un 34,6% y el incremento de accidentes de trabajo en el sector de construcción de 1995 a 1999 un 66,1%.

Los porcentajes obtenidos, así como los que resultaran de la obtención de los índices de frecuencia y de incidencia (fig. 6.1), muestra que los efectos preventivos tanto de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, como del Real Decreto 1627/1997, hasta el momento actual constituyen un claro fracaso de las políticas preventivas frente a la siniestralidad en nuestro país en todos los sectores, resultando en los tres parámetros analizados una tendencia porcentual de incremento de accidentalidad muy superior a los incrementos de asalariados respectivos. De las tres, la más favorable es la evolución marcada por la construcción, que frente a un incremento de asalariados del 34,6%, el porcentaje de aumento de accidente es del 66,1%.

**Evolución del índice de incidencia por sector de actividad.
España, 1983- 2008**

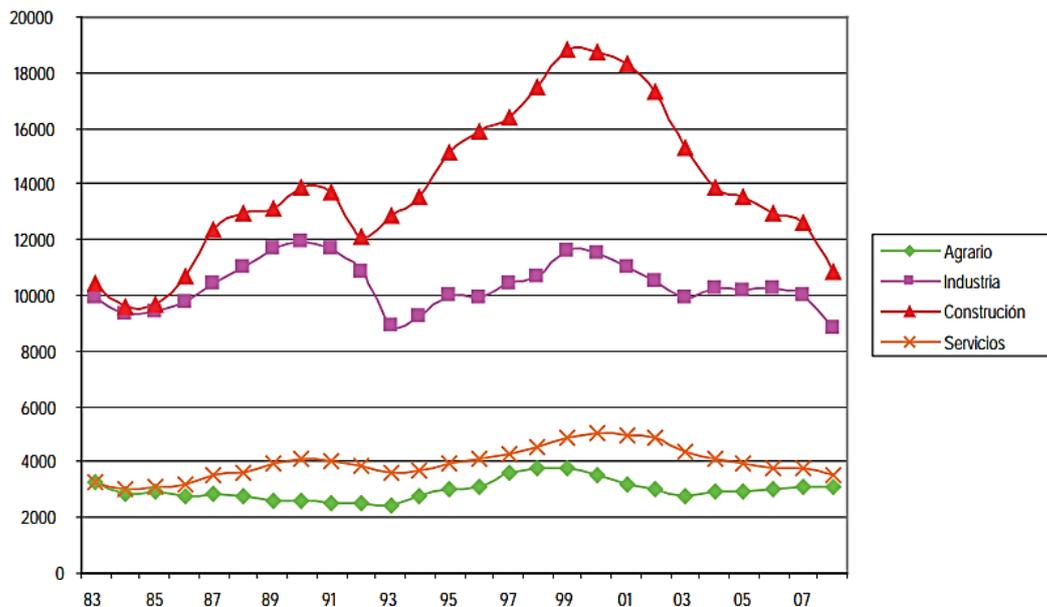


Figura 6.1.- Evolución del índice de incidencia por sector de actividad en España, 1983-2007.
Fuente: MTIN

Ante estos datos, no es acertado alegar que la alta siniestralidad se debe a razones que, lamentablemente, se escuchan con bastante frecuencia, como: [...] *que los trabajos de construcción son intrínsecamente peligrosos y por ello los accidentes son una consecuencia inevitable de la actividad; que las medidas de seguridad no son compatibles con la forma en que hay que realizar determinados trabajos; que estas medidas son ineficaces en muchas ocasiones e incluso pueden suponer un entorpecimiento para el correcto desenvolvimiento del trabajador, pudiendo acarrear la instalación una situación de peligro añadido; que el trabajador frecuentemente asume por un alto nivel de voluntad y predisposición situaciones de elevado nivel de riesgo que no tiene por qué afrontar, o por último, que el trabajador no tiene experiencia y no sabe trabajar [...].*¹⁶²

Contra estas posiciones cabe señalar que es obligación en todas las fases del proceso constructivo la aplicación de los principios generales de prevención contenidos en el art. 15 LPRL; entre ellos, la sustitución de las prácticas o métodos que entraña riesgo por las que no lo conllevan o lo hacen en un menor grado.

Como punto inicial, y para poder vislumbrar las carencias e imperfecciones, veamos algunos de los elementos presentes en el sector que tienen una incidencia importante de cara a la seguridad y salud y que hacen de la construcción una actividad peligrosa frente a otros sectores productivos¹⁶³:

- Los centros de trabajos son temporales, ya que el lugar donde se ubican los puestos de trabajo constituye aquello que se está construyendo.
- Los lugares de trabajo están en continuo transformación, es decir, sufren un cambio constante.
- Concentración de varias empresas en el mismo centro de trabajo.
- Deficiente concepción preventiva de los proyectos.
- Improvisación de la prevención en la obra.
- Escasa cualificación de los trabajadores dada las carencias formativas en materias preventivas.
- La actividad es itinerante.
- Fuertes ritmos de trabajo, por la necesidad de incrementar la productividad para el cumplimiento de plazos de terminación.
- Inexistencia de representantes legales de los trabajadores en las obras de construcción.

¹⁶² SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 34

¹⁶³ PIZARRO GARRIDO, Nuria et al. *Seguridad en el trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal, 2005, p. 521

- Hábitos de comportamiento de los trabajadores, como: exceso de confianza, el abuso de bebidas alcohólicas y los largos desplazamientos para acudir al trabajo.

Todos estos elementos contribuyen a la aparición de los riesgos más significativos presentes en las obras de construcción. Riesgos que al materializarse provocan daños para la vida, integridad o salud de los trabajadores, por lo que es necesario conocerlos para atajarlos convenientemente. Estos riesgos son:

- **Riesgos de caída a diferente nivel.** Es el riesgo que más accidentes graves y mortales causa en las obras, provocando las lesiones al impactar el cuerpo del trabajador sobre el lugar de la caída.
- **Riesgos de sepultamiento.** Se originan al desprenderse tierras, rocas y demás materiales sobre trabajadores. Cuando se producen este tipo de accidentes las consecuencias son siempre muy graves, por traumatismos y asfixia.
- **Riesgos de contactos eléctricos.** Puede presentarse por contactos directos con partes activas en tensión, por contactos indirectos, o por arco eléctrico que se origina por la proximidad a una línea eléctrica de alta tensión, sin necesidad de un contacto con ella. La consecuencia del accidente suelen ser muy graves y mortales.
- **Riesgos de impacto con objetos.** El objeto que provoca el impacto generalmente se proyecta desde niveles superiores al lugar donde el trabajador se encuentra. También puede estar originado por el impacto que se puede sufrir por la proyección de materiales o herramientas que está utilizando el propio trabajador u otro compañero de trabajo. Estos accidentes pueden tener consecuencias muy graves y mortales cuando el objeto causante es pesado o cuando el impacto se produce sobre partes vitales del cuerpo.
- **Riesgos causados por elementos de las máquinas.** Estos riesgos están provocados por la mala utilización de equipos de trabajos o por no disponer de resguardos y protecciones de seguridad que puedan evitar las acciones mecánicas: prensantes, atrapantes, cortantes punzantes, abrasivas sobre partes del cuerpo de los trabajadores.
- **Riesgos derivados por la existencia de obstáculos y materiales en la obra.** Surgen por la presencia en la obra de materiales diversos, que pueden originar, por su contacto fortuito, golpes, atrapamientos, caídas, cortes y punzamientos; favorecidos por la falta de organización, limpieza y orden del centro de trabajo, así como la deficiente luminosidad de los lugares por donde se tiene que trabajar o transitar.

- **Riesgos producidos por maquinaria móvil y vehículos en circulación.** Los trabajadores que las manejan pueden sufrir accidentes como: vuelco, caída de la máquina por una discontinuidad del terreno, desprendimiento de materiales sobre ellas, atrapamiento o contacto con algún elemento agresivo, o por caída del trabajador desde la propia máquina. También pueden sufrir accidentes otras personas que se encuentren en el campo de actuación de esas máquinas, transitando o trabajando.
- **Riesgos por sobreesfuerzos.** Originados, generalmente, por el transporte de cargas a brazo por los trabajadores o por la elevación de materiales sin utilizar los equipos adecuados de trabajo, así como por la adopción de posiciones inadecuadas del cuerpo en la realización de algún trabajo.
- **Riesgos por vibraciones.** Están provocados por las vibraciones que el trabajador recibe en su anatomía por la utilización de maquinaria que produce movimiento de retroceso, empleadas en determinadas actividades, como: al utilizar equipos para homogeneizar el hormigón vertido; compactado del terreno después de haber procedido a cerrar una excavación, mediante máquinas compactadoras; cuando se utilicen equipos de trabajo para la perforación del terreno, martillos rompedores, máquinas taladradoras, perforadoras, etc.
- **Riesgos producidos por proyección de partículas.** Estos riesgos derivan por la realización de trabajos que conllevan el desprendimiento de pequeñas partículas que pueden impactar o penetrar en partes sensibles del cuerpo, sobre todo en los ojos, como son: fragmentos cerámicos, estingas, astillas, virutas, partículas metálicas de soldaduras, fragmentos pétreos y polvo.
- **Riesgos producidos por inhalación o contacto con sustancias peligrosas.** La naturaleza de los agentes causantes de este tipo de riesgos es de variada procedencia, derivados por tener que trabajar en presencia de elementos de origen químico y biológico, que penetran en el organismo del trabajador por inhalación o contacto de agentes nocivos, provocando el accidente o la enfermedad. Manifestaciones de ello, son: cánceres, lesiones en órganos vitales, alergias, dermatosis, bronquitis crónicas, anemia, cefaleas y fatiga crónicas, etc.
- **Riesgos producidos por la exposición al ruido.** El ruido está presente por la utilización de un gran número de equipos de trabajos generadores de este contaminante físico ambiental. Producen ruido todas las máquinas cortadoras, cepilladoras, perforadoras, rompedoras, compresores y compactadores.
- **Riesgos producidos por el ambiente térmico y fenómenos atmosféricos.** El ambiente térmico produce riesgos al tener los trabajadores que realizar su actividad con bajas temperaturas en períodos invernales, y soportar altas

temperaturas en tiempo caluroso, que pueden originar en condiciones extremas, en trabajos que exijan un alto esfuerzo, situaciones de estrés térmico.

- **Riesgos derivados por trabajos por trabajos en inmersión.** Se presentan en trabajos que hay que realizar en zonas cubiertas de agua: ríos, pozos, pantanos y mar, como son las obras para la construcción de diques, puertos, puentes, o plataformas marinas, actividades que por la naturaleza del medio donde se realizan, pueden provocar el peligro de ahogamiento.
- **Riesgos producidos por contacto térmico e incendios.** Tienen lugar cuando los trabajadores entran en contacto con elementos presentes en la obra que se encuentran con altas temperaturas, bien de forma accidental o porque el calor es elemento del propio proceso utilizado, o cuando son alcanzados por llamas procedentes de combustión de sustancias o materiales inflamables o explosivos.

A continuación, tras el análisis de los principales riesgos laborales que se dan en este sector, procederemos conociendo la normativa legal, tanto general como específica, que le resulta aplicable, así como las medidas de prevención y protección que deben realizarse para impedir que los riesgos mencionados anteriormente se materialicen. Este análisis lo haremos siguiendo la **Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción** del INSHT, que da las claves para interpretar y aplicar el **R.D. 1627/1997**, una de las leyes que se aprobó en el año 1997.

6.4.1 LEGISLACIÓN EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA CONSTRUCCIÓN

Partiendo como base de referencia de los antecedentes normativos habidos sobre la materia, analizaremos en el presente apartado la significación que tienen la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 en la regulación de la seguridad y salud en la construcción. Se hará también enumeración de un conjunto de normas, diferentes a las mencionadas hasta ahora, de naturaleza preventiva que pueden tener una mayor incidencia, así como los efectos que hasta la fecha ha tenido la negociación colectiva de cara a la seguridad y salud en el sector.

Como antecedente de la normativa específica de prevención de riesgos laborales que afectan al sector de la construcción señalamos el Decreto 555/1986, de 21 de febrero, por el que se implantan la obligatoriedad de la inclusión de un estudio de seguridad e higiene en el trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas, modificado por el Real Decreto 84/1990, de 19 de enero. Tiene la importante significación, no sólo por ser el antecedente en el tiempo del actual Real Decreto

1627/1997, sino porque anticipándose a la propia Directiva de la Comunidad Económica sobre obras temporales o móviles 92/57/CEE, aborda la necesidad por primera vez, de desarrollar una planificación preventiva específica para cada obra.

La regulación normativa actual de la seguridad y salud en la construcción está contenida en el LPRL y en las disposiciones del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, que establece de forma específica las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Son también aplicables las normas contenidas en las disposiciones sobre condiciones de trabajo en materia preventiva dictadas para el desarrollo normativo de la seguridad en el trabajo, tanto anterior como posterior a la LPRL y que tengan incidencia en los riesgos de las obras. Igualmente hay que considerar las normas del ordenamiento jurídico de significación preventiva y naturaleza técnica, que aunque no vayan dirigidas de forma expresa al ámbito laboral, son de aplicación ante riesgos presentes en el centro de trabajo, como así establece el art. 1 LPRL.

A) Ley de Prevención de Riesgos Laborales

Para algunos, la LPRL supuso el inicio de un *nuevo enfoque* en la aplicación de la prevención del daño en el trabajo, en el que la tutela de la Administración Pública, se sustituía, en parte, por la actuación de entidades privadas relacionadas con la empresa y los representantes de sus trabajadores, en búsqueda de una mayor eficacia preventiva.

Esta ley es de aplicación general y, por tanto, afecta a todos los sectores productivos, inclusive la construcción.

El objetivo general y principal de la LPRL era y sigue siendo el de “determinar un cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados del trabajo y de sus condicionantes”.

El propósito de la LPRL no es otro que fomentar una auténtica *cultura preventiva* promocionando la Formación en esta materia en todos los niveles educativos, involucrando a la sociedad en su conjunto.

Como resumen de la LPRL, mencionaremos algunos de los derechos y los deberes de empresarios y trabajadores que conforman esos objetivos mencionados anteriormente.

Los trabajadores tienen derecho a: una protección eficaz, ser informados e formados, paralizar su actividad en caso de riesgo grave e inminente para su integridad física, reconocimientos de su estado de salud con la correspondiente confidencialidad, recurrir a los cuerpos de inspección de trabajo cuando no sea suficientes las medidas de seguridad adoptadas en el entorno del trabajo, etc. pero, para efectuarse correctamente estos derechos deben cumplir con anterioridad algunos deberes tales como velar por su propia seguridad, usar adecuadamente el equipamiento, contribuir al cumplimiento de las normas y disposiciones de seguridad y cooperar con el empresario en alcanzar unas condiciones de trabajo seguras.

Al igual que los trabajadores, los empresarios deben velar por la seguridad de estos, sin escatimar en gastos, perfeccionando los niveles de protección existentes mediante la aplicación de los principios de la acción preventiva, evaluando los riesgos, investigando las causas de los accidentes, buscando y proporcionando equipos adecuados de trabajo e informando de daños a la salud.

Además, estos deben garantizar la formación y la vigilancia de la salud de los trabajadores, notificar los daños para la salud y designar un Servicio de Prevención y trabajadores cualificados para actuar en casos de emergencia.

Cumpliendo con todo lo indicado en los párrafos anteriores, empiezan a tener también derecho a practicar reconocimientos médicos en los casos necesarios, sancionar a los trabajadores que incumplan sus obligaciones, asumir funciones del servicio de prevención en ciertos casos, impugnar la paralización del trabajo por riesgo grave e inminente establecido por la Autoridad Laboral y levantar la paralización, cuando la anomalía esté subsanada.

A fin de poder cumplir con todos los requisitos que la LPRL plantea, pero de manera especial con respecto a la integración de la actividad preventiva y la obligación formal del empresario de elaborar un **Plan de Prevención de Riesgos**, se dio curso al Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, el primero que desarrollaba la LPRL, que aprobaba el Reglamento de los Servicios de Prevención, siendo desarrollado posteriormente por Orden del 27 de junio de 1997.

El Reglamento de los Servicios de Prevención, incluyó en diversos capítulos, todo lo preciso para que se pudiera llevar a cabo los principios de la acción preventiva, eje sobre el que gira toda la LPRL. En concreto son los que siguen¹⁶⁴:

- Evaluación de los Riesgos y Planificación Preventiva.

¹⁶⁴ MOLINA BENITO, José Antonio. *Op. cit.*, p. 167-168

- Conceptos, contenidos, procedimientos y documentación.
- Organización de recursos para las actividades preventivas.
 - Modalidades y recursos materiales, técnicos y humanos.
- Acreditación de entidades especializadas como Servicios de Prevención Ajenos a las empresas.
- Auditorías.
- Funciones y niveles de cualificación de los Técnicos de Prevención
- Colaboración de los Servicios de Prevención con el Sistema Nacional de Salud.

Como desarrollo de la citada Ley aparece el **RD 1627/1997, de 24 de octubre**, sobre condiciones mínimas de seguridad en las obras, que a su vez es transposición de la Directiva 92/57 conocida como de obras móviles o de duración temporal que ha causado y sigue causando notable revuelo en el sector.

B) El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre

El Real Decreto 1627/1997 es fruto de las obligaciones reglamentarias que se exigen al Gobierno para el desarrollo de la normativa de prevención y salud, como instrumento para elevar el nivel de seguridad y salud de los trabajadores de la construcción.

También se da cumplimiento de la obligación de transposición de la Directiva 92/57/CEE al derecho interno, sobre **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción temporales y móviles**, dentro del proceso de armonización de las condiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores, emprendido en todos los estados de la Unión Europea a partir de la firma de la Acta Única Europea de 17 de febrero de 1986.

El Real Decreto 1627/1997 está constituido por 19 artículos, una disposición transitoria, una disposición derogatoria y tres disposiciones finales y por cuatro anexos. El anexo primero señala con carácter no exhaustivo las obras de construcción e ingeniería civil afectadas por la norma; el anexo segundo, los trabajos que implican riesgos especiales; el anexo tercero marca el contenido del aviso previo, y el anexo cuarto, mediante tres partes diferenciadas, A, B y C, señala los requisitos mínimos de seguridad operativa que deben ser obligatoriamente aplicados en las obras.

El Real Decreto 1627/1997 tuvo su antecedente en el Real Decreto 555/1986. Aunque marca una línea semejante en cuanto a la forma de abordar el plan de seguridad y salud, derivado del estudio de seguridad para la planificación de la acción

preventiva, y mantener el libro de incidencias como documento de control sobre el cumplimiento del plan, supone un serio avance sobre la situación anterior. También, a tenor del Real Decreto 1627/1997, se marca la exigencia de incluir medidas de emergencia que han de ser adoptadas en caso de necesidad. En grandes líneas se puede condensar las funciones en lo siguiente¹⁶⁵:

LAS FUNCIONES DE(L)...	
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD O ESTUDIO BÁSICO	<ul style="list-style-type: none"> - Forma parte del proyecto de ejecución - Identifica y evalúa los riesgos que no han podido ser evitados en el proyecto - Diseña la planificación preventiva de la obra en su conjunto - Señala las medidas preventivas que han de establecerse ante los riesgos - Cuantifica el importe de las medidas preventivas que han de aplicarse
PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	<ul style="list-style-type: none"> - Constituye la evaluación de riesgos de la Empresa actualizada para esa obra - Desarrolla la planificación diseñada en el estudio de seguridad y salud - Concreta y detalla con un sentido dinámico, la forma de aplicar las medidas preventivas señaladas en el estudio - Especifica el presupuesto económico de la seguridad en base al contenido del estudio de seguridad y salud
LIBRO DE INCIDENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> - Constituye el control y seguimiento del plan de seguridad y salud - Medio de comunicación e información al contratista cuando se aprecien incumplimientos preventivos o proceda la paralización de trabajo por situación de riesgo grave e inminente - Dispuesto permanente en la obra, bajo custodia del coordinador de seguridad o de la dirección facultativa - Las anotaciones serán conocidas por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, en el plazo de 24 horas
MEDIDAS DE EMERGENCIA	<ul style="list-style-type: none"> - Salvamento de trabajadores - Primeros auxilios sanitarios a trabajadores - Evacuación de trabajadores a centros de urgencia - Diseño de un plan de evacuación - Lucha contra incendios, cuando exista riesgo en la obra

Cuadro 6.3.- Funciones del Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, Plan de Seguridad y Salud, Libro de Incidencias y Medidas de Emergencia.

¹⁶⁵ PÉREZ GUERRA, Alfonso; BARCELONA SÁNCHEZ, Juan. *La Seguridad y Salud en las obras de construcción. Análisis crítico de responsabilidades de los diferentes agentes implicados. Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en el Proceso de Edificación*. Bilbao: Asemas, 2010, p. 92-94

Este Real Decreto amplía el ámbito de las obras de construcción afectadas por el Real Decreto 555/1986 y condiciona el contenido del proyecto de ejecución, al cumplimiento de los principios generales de prevención. Aparece también la figura de los promotores de las obras de construcción como sujetos sometidos a obligaciones en materia preventiva, como titulares del lugar donde se realiza la obra y receptores de la misma y crea las figuras de los coordinadores de seguridad y salud, en las fases de proyecto y ejecución de las obras, para el ejercicio de unas funciones determinadas. Además, obliga al promotor presentar un aviso previo a la autoridad laboral antes del inicio de los trabajos, con la finalidad de facilitar la labor de control; a la vez que determina los trabajos considerados de especial riesgo. Y por último, establece disposiciones mínimas de seguridad que tienen que estar presentes en las obras de construcción.¹⁶⁶

Este RD 1627/1997, de 24 de octubre, ha sido modificado, en varias ocasiones, por:

- 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 trabajos, en materia de trabajos temporales en altura. (BOE nº 274, de 13 de noviembre)
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, 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, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (BOE nº 127, de 29 de mayo)
- 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. (BOE nº 204, de 25 de agosto)
- 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; el 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 las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. (BOE nº 71, de 23 de marzo)

¹⁶⁶ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 64-65

C) Otras disposiciones legales, reglamentarias y de naturaleza jurídico-técnica con incidencia preventiva en las obras de construcción.

Es merecedor de nuestra atención la **Ley 38/1999, de 5 de noviembre, Ordenadora de la Edificación** (BOE 6 de noviembre de 1999), conocida popularmente como la **LOE**, ya que en ella se identifica y se realiza el análisis de las funciones y competencias de los distintos agentes intervinientes en el proceso constructivo, con carácter general y específicas en materia de prevención de riesgos laborales.¹⁶⁷

Las normas tecnológicas, como las indicadas en el siguiente cuadro, aportan también a la seguridad en obra, regulando aspectos específicos de la misma como el procedimiento a seguir en cuanto a movimiento de tierra, el estudio geotécnico y sobre cubiertas y tejados, haciendo que la realización de estos trabajos sea más seguro.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-ADD/1975, sobre acondicionamiento del terreno, desmontes y demoliciones, OM 10 de febrero de 1975 (BOE 15 y 22 de febrero de 1975).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-CEG, sobre estudios geotécnicos del terreno, OM 10 de diciembre de 1975 (BOE 28 de diciembre de 1975).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-ADV/1976, sobre acondicionamiento del terreno, vaciado y desmontes, OM 1 de marzo de 1976 (BOE 6 y 13 de marzo de 1976).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-QTF/1976, sobre cubiertas y tejados, OM 1 de marzo de 1976 (BOE 6 y 13 de marzo de 1976).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-ADZ/1976, de acondicionamiento del terreno, desmontes, zanjas, y pozos, OM 29 de diciembre de 1976 (BOE 8 y 15 de enero de 1977).
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Norma Tecnológica de Edificación, NTE-CCT/1977, sobre cimentación, contenciones y taludes, OM 22 de diciembre de 1977 (BOE 3 diciembre de 1977).

Cuadro 6.4.- Normas tecnológicas de Edificación.

Otros reglamentos como el Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión, Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre (BOE 26 y 28 de marzo de 1969) y el Reglamento electrotécnico de baja tensión, Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre (BOE 9 de octubre de 1973), modificado por Real Decreto 2295/1985, de 9 de octubre (BOE 12 de diciembre de 1985) y su desarrollo por Instrucciones Técnicas Complementarias MI BT 20, 21, 27, 28, 31, 32, 39, 40, por OM 31 de octubre de 1973 (BOE 27, 28, 29, 30 y 31 de diciembre de 1973) contribuyeron a hacer más seguros

¹⁶⁷ PÉREZ GUERRA, Alfonso; BARCELONA SÁNCHEZ, Juan. *Op. cit.*, p. 25

los trabajos relacionados con la electricidad, evitando de esta manera accidentes por electrocución.

Hay muchos más reglamentos que regulan las medidas preventivas a tener en cuenta a la hora del empleo de aparatos o maquinarias de estancia frecuente en las obras de construcción de las que haremos mención de algunos de ellos más adelante.

6.4.2 SUJETOS QUE INTERVIENEN EN UNA OBRA DE CONSTRUCCIÓN

Una de las particularidades más significativas que tiene una obra de construcción es la presencia de una pluralidad de sujetos con unas obligaciones que les son propias. Cada uno de los cuales van a estar presentes en las diferentes fases o momentos del desarrollo de la misma, comenzando desde que existe la intención de realizar la obra, hasta la finalización de los trabajos. Esos sujetos son:

- El promotor
- Contratistas y subcontratistas
- Trabajadores autónomos
- Trabajadores por cuenta ajena
- Los coordinadores de seguridad y salud
- El proyectista
- La dirección facultativa
- Fabricantes, importadores y suministradores de equipos de trabajo y sustancias utilizadas en las obras de construcción

Esta pluralidad de sujetos supone un abanico de obligaciones que derivan de su propia participación en una obra de construcción. Cada sujeto participa en un plano distinto y con un contenido propio, obligaciones que se encuentran en el Real Decreto 1627/1997, así como las que resulten de la normativa general de prevención y salud, que a continuación se pasarán a analizar, centrándonos principalmente en las que atañen a la seguridad y salud de las obras.

A) El promotor

Por promotor hay que considerar a *“cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra”*. Esta definición generalista de la figura del promotor que establece el art. 2.1 c del Real Decreto 1627/1997, aparece reflejada en forma más detallada con un sentido semejante en el art. 9 LOE, como *“cualquier persona*

física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa, financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título”.

De cara a la seguridad y salud en una obra, el promotor tiene la obligación de designar a las personas que le resulten más idóneas para la concepción, dirección, control y supervisión de la obra en todos sus aspectos, asumiendo las responsabilidades que pueden derivar de la *culpa in eligiendo*.

Esas obligaciones tienen su origen legal en el contenido del art. 24.2 LPRL, al establecer que: *“el empresario titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en ese centro de trabajo reciban información, y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes...”*.

Las obligaciones exigibles al promotor están contenidas también en el articulado del Real Decreto 1627/1997. Son el punto de partida para el desarrollo de actuaciones informativas e instrucción dirigidas a las empresas que van a realizar la obra, necesarias para desarrollar una actividad tan específica como es la construcción, siendo las siguientes:

- Encargar a un proyectista un proyecto en las construcciones en que sea exigible.
- Encargar a un técnico competente, el estudio de seguridad y salud, o el estudio básico de seguridad y salud.
- Nombrar el coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto, cuando intervengan varios proyectistas.
- Nombrar de los componentes de la dirección facultativa.
- Nombrar el coordinador de seguridad y salud para la ejecución de la obra, cuando en los trabajos de la obra van a participar más de una empresa.
- Presentar ante la autoridad laboral el aviso previo, con el objeto de dar a conocer la iniciación de unos trabajos en el lugar que se señala, para facilitar el control del cumplimiento de sus obligaciones.¹⁶⁸

¹⁶⁸ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 86-89

B) Contratistas y subcontratistas

Los contratistas y subcontratistas son los sujetos sobre los que recae el deber de seguridad hacia sus propios trabajadores, siendo las empresas las que desarrollan su actividad de construcción en la obra, mediante la práctica de su objetivo económico y empresarial.

Según las definiciones que realizan el art. 2.1 del Real Decreto 1627/1997, contratista es “la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor. Con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato” y, subcontratista es “la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes de la obra o de sus instalaciones, con sujeción al proyecto por lo que se rige su ejecución”.

La figura de un contratista corresponde en sus términos más propios a una empresa de construcción que contrata la realización de una obra de construcción con un promotor. Los trabajos contratados serán realizados en forma directa por sus propios trabajadores o bien por empresas subcontratistas con las que subcontraten de forma parcial o total trabajos en la obra, o con trabajadores autónomos.

En determinadas situaciones, el promotor por su participación activa en la construcción puede asumir la posición de un contratista a los efectos de determinados obligaciones establecidas en el Real Decreto 1627/1997.

Las obligaciones preventivas hacia sus propios trabajadores y sobre los que se encuentran dentro de su ámbito de organización preventivo están determinadas en las normas que será desarrollado dentro del contenido del deber de seguridad, siendo parte esencial las condiciones materiales de seguridad que impone la normativa, cuyo contenido mínimo está reflejado en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997. De forma específica para la obra de construcción esas obligaciones, según el art. 11 del Real Decreto 1627/1997, deben ser abordadas del siguiente modo:

- Cumplir los principios generales de acción preventiva establecidos en el art. 15 LPRL, proyectándolas hacia las particularidades señaladas en el art. 10 del Real Decreto 1627/1997, presentes en las obras. Algunos de ellos son:
 - Mantener la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y las vías de circulación.
 - Manipulación de materiales y la utilización de los medios auxiliares.

- Mantenimiento, control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra.
 - Delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular las sustancias peligrosas.
 - Recogida de los materiales peligrosos utilizados.
 - Almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - Adaptación en función de la evolución de la obra, del tiempo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos.
 - Cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
 - Interacciones e incompatibilidades con otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal las normas preventivas contenidas en el plan de seguridad y salud.
 - Cumplir las obligaciones preventivas contenidas en la normativa de seguridad y salud que estén dirigidas hacia algún aspecto de riesgo presente en la obra.
 - Cumplir las instrucciones e informaciones recibidas del coordinador de seguridad y de la dirección facultativa.

Cuando se produzca un incumplimiento con respecto a sus trabajadores de las obligaciones contenidas en las normas, estos sujetos estarán sometidos a las responsabilidades administrativas, civiles y penales que establece la legislación vigente.¹⁶⁹

C) Trabajadores autónomos

Es frecuente la intervención de los trabajadores autónomos en determinados trabajos a realizar en las obras. Incluso, en obras de pequeña magnitud es frecuente que la totalidad de la misma esté realizada a través de éstos, directamente contratados por el promotor, adquiriendo el promotor en este caso el papel de contratista con la totalidad de las obligaciones que esa situación conlleva, con excepción del particular que contrata con un trabajador autónomo trabajos para la construcción o reparación de su propia vivienda.

¹⁶⁹ CAMACHO VEGA, J.C.; GÓMEZ JURADO, F.J. Los jefes de obra, los grandes desconocidos. Revista Gestión práctica de Riesgos Laborales [en línea]. Octubre, 2009, n. 64, p. 42. Consultada el 20 de julio de 2014. Disponible en web: <<http://riesgoslaborales.wke.es/articulos/los-jefes-de-obra-los-grandes-desconocidos>>

Los trabajadores autónomos son trabajadores por cuenta propia en virtud de la naturaleza y características de su actividad. Trabajan en obra de forma directa y personal para la realización de trabajos contratados bajo forma mercantil, bajo un contrato de prestación de servicios con el promotor, con los contratistas o con los subcontratistas.

Cuando el trabajador autónomo tenga trabajadores asalariados para la realización del trabajo contratado, tendrá la consideración de empresa, asumiendo la condición que le corresponda como contratista o subcontratista.

Son obligaciones de los trabajadores autónomos las siguientes:

- Aplicar en su trabajo los principios de acción preventiva del art. 15 LPRL y en particular los señalados en el art. 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, durante su trabajo en la obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el art. 29 LPRL.
- Coordinar su trabajo con las restantes de actividades empresariales que se desarrollan, participando en las medidas de actuación coordinada que se hubieran establecido.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, que establece las disposiciones mínimas de seguridad de los equipos de trabajo.
- Utilizar equipos de protección individual adecuados según Real Decreto 773/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Cumplir las indicaciones e instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o de la dirección facultativa.
- Cumplir el contenido del plan de seguridad y salud de la obra en cuanto a su trabajo a realizar en la obra.¹⁷⁰

D) Trabajadores por cuenta ajena

Los trabajadores por cuenta ajena son los receptores del deber de seguridad que sus empresas respectivas les deben garantizar en la realización de su trabajo, sin

¹⁷⁰ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 96-98

perjuicio de las responsabilidades solidarias que correspondan a las empresas que asuman la condición de empresa principal.

Tienen los trabajadores el derecho a una protección eficaz ante todos los riesgos que deriven de su prestación laboral, y para ello sus empresas deberán dar cumplimiento a todas las obligaciones contenidas en el Capítulo III de la LPRL, sin que el coste que implique la protección puedan recaer nunca en los propios trabajadores.

Junto con los trabajadores autónomos, son las personas que desarrollan de forma directa y personal la actividad constructiva en la obra, vinculados por contratos de trabajos con las empresas constructoras.

Estos también están sujetos a obligaciones de naturaleza preventiva, dirigida a su propia seguridad y de aquellas otras personas que puedan afectar su actividad, según sus posibilidades formativas e instrucciones recibidas y mediante el cumplimiento de las medidas que en cada caso sean adoptadas, señalando el art. 29 LPRL, las siguientes obligaciones:

- Usar adecuadamente los medios instrumentales con lo que desarrollen su trabajo de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, tales como: máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y de elevación.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección individual facilitados por el empresario y de acuerdo con las instrucciones recibidas.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes, o que estén instalados en los lugares de trabajo.
- Informar de inmediato a su superior y a los trabajadores designados para labores preventivas o del servicio de prevención, sobre cualquier situación que a su juicio entrañe un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Cooperar con el empresario para mantener unas condiciones de trabajo seguras.

E) Los coordinadores de seguridad y salud

Los coordinadores de seguridad y salud suponen una novedad creada por el Real Decreto 1627/1997 para el desarrollo de unos cometidos específicos y concretos, estableciendo de forma independiente un coordinador de seguridad y salud durante la

elaboración del proyecto, y un coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto, y un coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Aunque el Real Decreto 1627/1997 no determina quiénes pueden tener la condición de técnicos competentes para la realización de esa función, la disposición adicional 4º LOE ha establecido que son técnicos competentes para ser coordinadores de seguridad y salud, tanto durante la elaboración del proyecto como durante la ejecución de la obra, *“los arquitectos, arquitectos técnicos, ingenieros o ingenieros técnicos, de acuerdo con sus competencias y especialidades”, por ser “las titulaciones académicas y profesionales habilitantes para desempeñar la función de coordinador de seguridad y salud en las obras de edificación durante la elaboración del proyecto y durante la ejecución de la obra”.*

En el art. 1.3 del Real Decreto 1627/1997 se establece que el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) es de aplicación en las obras de construcción. Según el contenido del art. 37.1 RSP, para la realización de funciones equivalentes a las que corresponden a los coordinadores, sería preciso contar con una formación preventiva equivalente de nivel superior, formación que se obtiene mediante una acreditación de al menos 600 horas, aunque hay un caso especial en el que el número de horas se podría reducir. Sobre la acreditación de formación preventiva que deberán tener los coordinadores, la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo se ha pronunciado por la conveniencia de al menos disponer de 200 horas de formación preventiva, habiéndose elaborado un programa sobre el contenido de los conocimientos necesarios.

1) El Coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto

Se designa un coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto cuando en la elaboración del proyecto de la obra haya intervenido más de un proyectista. En la confección del proyecto se pueden dar diversas situaciones, como¹⁷¹:

- No habrá coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto cuando esté a cargo de un solo proyectista (aunque en el mismo colaboren otros).
- Se exigirá coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto cuando se encarga a varios proyectistas de forma independiente diferentes partes del proyecto o cuando se encarga de forma colectiva la realización del mismo a varios proyectistas.

¹⁷¹ PÉREZ GUERRA, Alfonso; BARCELONA SÁNCHEZ, Juan. *Op. cit.*, p. 67-70

Los cometidos del coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto son:

- Lograr una coordinación entre los diversos proyectistas que intervienen en el proyecto.
- Coordinar las alternativas del proyecto para que su contenido sean acordes con los principios generales de prevención contenidos en el art. 15 LPRL
 - Al tomar las decisiones constructivas
 - Al determinar las técnicas a emplear
 - Al organizar los trabajos
 - Planificar los distintos trabajos que se desarrollen.
- Elaborar el estudio de seguridad y salud, o en su caso el estudio básico, evaluando los riesgos que conlleva la realización de la obra que no han podido evitarse en el proyecto, deberá planificar la prevención y determinar las medidas de protección que hay que aplicar, anteponiendo las colectivas sobre las individuales, para la confección del plan de seguridad y salud.
 - Puede encargar a otra persona su realización, pero la responsabilidad del documento le corresponde de forma exclusiva al coordinador.

2) El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra

Antes del inicio de la obra, el promotor nombrará un coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, cuando en su realización vayan a intervenir más de una empresa, una empresa y trabajadores autónomos o varios trabajadores autónomos.

Cuando no exista la obligación de nombramiento de un coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, sus funciones serán realizadas por la dirección facultativa.

Según el art. 9 del Real Decreto 1627/1997, son cometidos del coordinador los siguientes:¹⁷²

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen los principios de la acción preventiva que se recogen en el art. 15 LPRL durante la ejecución de

¹⁷² *Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción* [en línea]. Marzo 2012. Consultada el 30 de junio de 2014. Disponible en web: <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/normativa/guiastecnicas/ficheros/g_obras.pdf>

la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el art. 10 del Real Decreto 1627/1997.

- Se exige su presencia habitual y constante en obra, al menos en determinadas fases críticas cuando se efectúen en algún lugar de la obra trabajos comprendidos en el anexo II del Real Decreto referidos a los de especial peligrosidad.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y las modificaciones introducidas en el mismo.
- Supervisar el cumplimiento del plan de seguridad y salud, mediante la información e instrucción a las empresas, las derivadas del control que debe realizar sobre: la correcta instalación de las medidas de protección; la comprobación de la aplicación de la aplicación de unidades presupuestadas para la prevención; la utilización de equipos de trabajo, sustancias; métodos de trabajo, etc.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el art. 24 LPRL.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- Advertir al contratista incumplimientos de medidas de seguridad y salud.
- Paralización de trabajos en situación de riesgo grave e inminente.

Como conclusión, consideramos que todos los cometidos de supervisión y control preventivo derivado del proyecto de ejecución facultativa, en el cual está integrado el coordinador de seguridad y salud, y no siendo exclusivas de éste, sin perjuicio de las obligaciones específicas cada para uno contenidas en el art. 9.

F) El proyectista

El proyectista es definido en el Real Decreto 1627/1997 como el autor o autores que por encargo del promotor, efectúa la totalidad o parte del proyecto de la obra, entendiendo por proyecto el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias constructivas de la obra. Para ser proyectista, se tiene que estar en posesión de la titulación académica y profesional exigible en función de la naturaleza del proyecto, siendo titulaciones habilitantes las de: arquitecto, arquitecto

técnico, ingeniero, ingeniero técnico, según corresponda, como establece el art. 10 LOE.

En el proyecto, se justificarán técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas en la normativa aplicable, teniendo que redactarse como integrante del mismo, un estudio de seguridad y salud o estudio básico, según proceda.

El Real Decreto 1627/1997 en su art. 8 señala que el proyecto de obra contemplará para su elaboración los principios generales de acción preventiva que señala el art. 15 LPRL, en la idea fundamental de evitar el riesgo.¹⁷³

G) La dirección facultativa

En el Real Decreto 1627/1997 se define como *“el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra”*. Pero en el Real Decreto 129/1985, de 23 de diciembre, encontramos una definición más detallada sobre redacción de proyectos y dirección de obras, al determinar que la dirección técnica de las obras es *“la actividad que controla y ordena la ejecución de la edificación en sus aspectos técnicos, económicos y estéticos, coordinando las intervenciones de otros profesionales técnicos cuando concurren en la misma”*, señalando como funciones, *“velar por la adecuación de la edificación en construcción al proyecto y, a tal efecto, harán las comprobaciones oportunas del mismo, e impartirán al constructor las instrucciones precisas, suministrando gráficos, planos y cuantos datos sean necesarios para interpretar y llevar a la práctica las especificaciones de aquél. En consecuencia, tendrán obligación de asistir la obra cuantas veces fuese necesario, de acuerdo con la naturaleza y complejidad de la misma”*.

Debe ser completado con el contenido del Decreto 265/1971, de 19 de febrero, sobre las competencias y facultades de los arquitectos técnicos, como miembros de las direcciones facultativas. Se señala, que les corresponde *“ordenar y dirigir la ejecución material de las obras e instalaciones... y controlar las instalaciones provisionales, las medidas auxiliares de construcción y los sistemas de protección, exigiendo el cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la seguridad en el trabajo”*.

¹⁷³ PÉREZ GUERRA, Alfonso; BARCELONA SÁNCHEZ, Juan. *Op. cit.*, p. 28-38

El art. 2.1 f del Real Decreto 1627/1997 señala que el coordinador de seguridad durante la ejecución de la obra *“estará integrado en la dirección facultativa... para llevar a cabo las tareas que se mencionan en el art. 9”* y tienen como obligación:

- El seguimiento y control en la obra en su totalidad.
- El deber de advertir al contratista los incumplimientos que observen mediante diligencia en el libro de incidencias.
- Proceder a la paralización de los trabajos cuando se dan circunstancias para ello.

Con respecto a la formación preventiva que han de tener los integrantes de la dirección facultativa, está ya expresado en el tratamiento dado a la coordinadores. Si importante es para el coordinador, no deja de ser menos para los restantes miembros, los cuales han de asumir aún mayores obligaciones en la dirección preventiva en la obra.

Desde un plano administrativo, los integrantes de la dirección facultativa no son sujetos con responsabilidad de esta naturaleza ante deficiencias en sus actuaciones en materia preventiva sino que será asumida por los promotores de los cuales depende su designación.¹⁷⁴

H) Fabricantes, importadores y suministradores de máquinas, equipos de trabajo y sustancias empleadas en las obras de construcción

El Real Decreto 1627/1997 no señala nada con respecto a estos sujetos, que también tienen una incidencia en la seguridad y salud en las obras. Hay que acudir a las obligaciones generales que impone el Capítulo VI de la LPRL. El art. 41 LPRL establece que los fabricantes, importadores, suministradores de maquinaria, equipos de trabajo, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y fines recomendados.

Las sustancias químicas a utilizar en una obra deberán estar envasadas y etiquetadas de forma que permitan su conservación y manipulación en condiciones de seguridad e identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores por su almacenamiento o utilización.

¹⁷⁴ FERNÁNDEZ REDONDO, Mario. *Agentes de la Edificación. Ley Orgánica de la Edificación L. 38/99* [en línea]. Consultada el 15 de julio de 2014. Disponible en web: <<http://agaca.coop/docs/AGENTES%20DE%20LA%20EDIFICACION.pdf>>

Los fabricantes, importadores, suministradores deben aportar información que señale la forma correcta de utilización, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven, siendo el empresario el responsable en garantizar que la información que facilitan los fabricantes y distribuidores sea comprensible por los trabajadores.

Con respecto a la fabricación y comercialización de máquinas, deben dar cumplimiento a la normativa específica, teniendo especial incidencia: el Real Decreto 1435/1992 modificado por el Real Decreto 56/1995, sobre aproximación de las legislaciones sobre máquinas, donde se encuentra regulada la obligación del marcado CE en todas las maquinas como primer requisito de control; el Real Decreto 1407/1992, modificado por el Real Decreto 159/1995, sobre condiciones de comercialización intercomunitaria de los equipos de protección individual, así como el Real Decreto 1620/1992, de 29 de diciembre, sobre normas para la libre circulación de productos de la construcción. En cuanto a las sustancias peligrosas que se puedan encontrar en las obras de construcción, los suministradores deberán tener en consideración, entre otras, el Real Decreto 2216/1985 sobre declaración, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, modificado por el Real Decreto 363/1995, de 23 de octubre.

Es recomendable, para garantizar la seguridad de los equipos de trabajo, contar con la certificación de cumplir con los requisitos contenidos en las disposiciones de normalización.¹⁷⁵

Resumiendo las responsabilidades de los diferentes agentes presentes en la construcción, podríamos decir que el correcto cumplimiento de sus correspondientes deberes contribuiría, en gran manera, a una prevención de riesgo más eficaz.

6.4.3 CONDICIONES MATERIALES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

En este apartado van a ser estudiadas las disposiciones de seguridad mínimas y generales, que como medidas preventivas de naturaleza operativa han de ser aplicadas para eliminar los riesgos que están presentes. También serán analizadas las condiciones que deberán tener las dependencias e instalaciones en obra que han de ser utilizadas por los trabajadores para el bienestar e higiene personal de los mismos.

¹⁷⁵ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 107-108

Para la realización de este apartado, a parte del Real Decreto 1627/1997, se harán muchas referencias a las disposiciones preventivas de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica (OLC) por la naturaleza convencional otorgada por el Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción (CGSC) para las empresas incluidas en su ámbito.

El hecho de que los equipos de trabajo, procesos y medios de protección utilizados por las empresas tengan su reflejo en disposiciones de normalización, mediante las cuales se pretende que los fabricantes y suministradores doten a sus productos de unas óptimas condiciones de seguridad mediante el cumplimiento unas exigencias, resulta favorable de cara a la prevención de riesgos. En España, estas exigencias son establecidas por **AENOR**, a través de las normas UNE-EN y UNE.

A) Requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción

Partiendo de la referencia del tratamiento normativo que se hace en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, vemos que las situaciones que se pueden dar en una obra que impliquen la adopción de medidas de seguridad son muchas. Dentro de este Decreto se describen las exigencias preventivas que pueden resultar más significativas derivadas de las normas aplicables. Por su magnitud y complejidad, se hará un breve análisis de ello en este proyecto.¹⁷⁶

1) Ubicación del entorno de la obra, vías de circulación y señalización

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte A, norma, 11, 19*
- *OLC, arts. 184, 191*
- *NTE. ADV/76, OM 1 de marzo de 1976*
- *Real Decreto 485/1997*
- *I 8.3-IC, OM 31 de agosto de 1987*

El primer requisito de seguridad que se tiene que cumplir es el que presenta la propia ubicación de la obra. Tanto puede afectar a la seguridad o derivar en daños para terceras personas no vinculadas con la misma como a trabajadores de obras contiguas. Las medidas preventivas obligatorias a cumplir son las siguientes:

- El perímetro y los accesos estarán correcta y visiblemente señalizados.
- Se prohibirá el acceso a todas las personas ajenas a la obra.
- Se delimitará los contornos de la obra con una valla de al menos 2 metros de altura (fig. 6.2)¹⁷⁷.

¹⁷⁶ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 164-165

¹⁷⁷ Vallas Arte (2012). *Instalación y venta de vallas para cercados*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://www.vallasarte.com/VallasArte_Tienda_Online_de_Cerramientos/Valla_Opaca.html



Figura 6.2.- Modelo de vallado de chapa opaca metálica en obra. Cerramientos provisionales de obras, anclados al suelo.

- Señalizaciones en los lugares apropiados de la obra. De esta forma, según el R.D. 485/1997, servirá de información para todos de los riesgos especiales que puedan existir, equipos de protección individual que hay que utilizar, y conocimiento de la ubicación de los lugares de socorro, vías de circulación y de emergencia.
- Se mantendrán los accesos libres de obstáculos y con visibilidad a las diversas zonas de la obra y las vías serán de dimensiones adecuadas para el tránsito de personas y de vehículos, que a poder ser, estarán separadas entre ellas.
- Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles de carga deberán estar calculadas, situadas, acondicionadas y preparadas para su uso con toda la seguridad.
- Se señalizará, acotará la zona a utilizar, y se colocarán marquesinas que protejan contra los riesgos de caída de objetos fuera del recinto de la obra, siendo obligatoria esta disposición cuando los trabajos puedan tener una incidencia para trabajadores de obras contiguas, transeúntes, vehículos ajenos a la obra, entre otros (fig. 6.3)¹⁷⁸.

¹⁷⁸ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Seguridad y salud. Fichas gráficas de información y formación*. Barcelona: Guinovart & OSHSA, 2002, p. 117-118

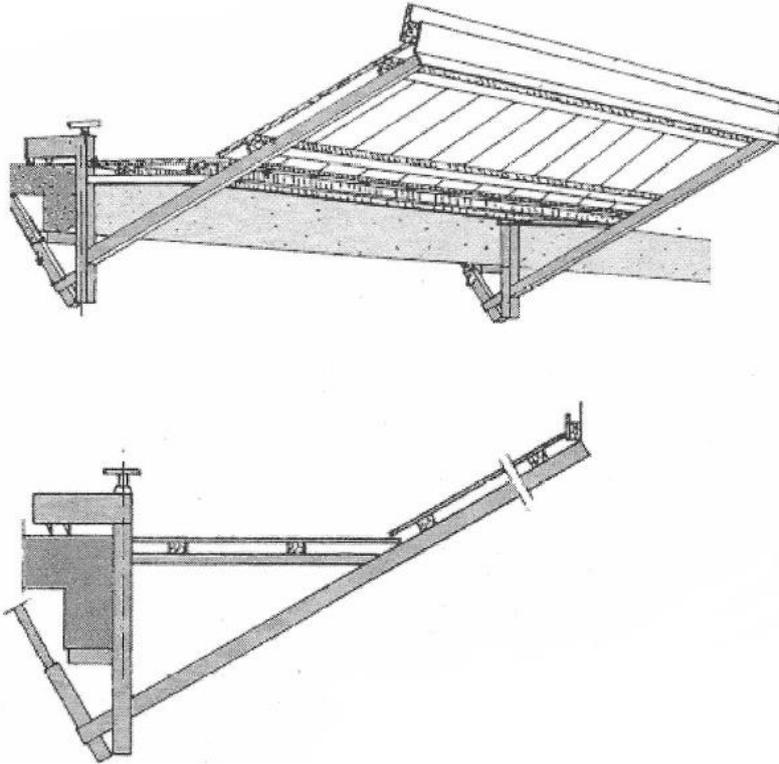


Figura 6.3.- Marquesina de protección fijada con elementos de tipo de “sargento”

2) Estabilidad y solidez de los lugares de trabajo

- Real Decreto 1627/1997, parte C, norma 1
- OLC arts. 183 y 189

La falta de estabilidad y solidez de los lugares de una obra por donde se transita o desde donde se trabaja, puede dar lugar a riesgo de caída a diferente nivel y de impacto por la proyección de objetos sobre trabajadores que se encuentran en niveles inferiores. Son requisitos de seguridad frente a esos riesgos:

- La resistencia y solidez de los lugares accesibles.
- La fijación garantizada de elementos que no dispongan de estabilidad propia.

Los lugares donde se está trabajando o se tenga que transitar deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta las cargas que tendrán que soportar derivadas de los pesos de los propios trabajadores, de los materiales de trabajo y de los diferentes factores externos que pudieran estar presentes, debiendo quedar garantizada su resistencia.

En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no dispongan de estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte del mismo,

debiéndose verificar de manera apropiada la estabilidad y la solidez y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

Un técnico competente deberá calcular y documentar por escrito la resistencia del terreno y garantizar la estabilidad y solidez de los puestos de trabajo afectados por el mismo. Lo mismo se aplicará para calcular la estabilidad y solidez de las estructuras definitivas y auxiliares, que sólo deberán emplearse para el fin estipulado.

Si se emplean estructuras auxiliares fabricadas de acuerdo con normas (UNE, ISO, etc.), se instalarán, utilizarán, mantendrán y desmontarán conforme al contenido del manual de instrucciones del fabricante.

También el requisito de estabilidad y solidez ha de ser dirigido a las estructuras que se utilicen como medios auxiliares de trabajo, como pueden ser los diferentes tipos de andamios que se utilizan en las obras, que se analizará más adelante.¹⁷⁹

3) Caídas de objetos sobre los trabajadores

- *Real Decreto 1627/1997, parte C, norma 2 y norma 5.b*
- *Real Decreto 1215/1997, anexo II punto 3 norma 1*
- *Real Decreto 773/1997, anexo III, norma 1*
- *OLC, art. 190*

En obra, el riesgo de caídas de objetos está presente a lo largo de todos los procesos y puede deberse a: desplome o derrumbamiento, manipulación y desprendimiento. Para la protección de los trabajadores se deberá¹⁸⁰:

- Utilizar, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva: vías de circulación cubiertas, barreras, plintos o rodapiés, marquesinas, pantallas o redes, etc. y se impedirá el acceso a las zonas peligrosas por caída de objetos.
- Considerando el riesgo que implica el transporte de cargas mediante grúas-torres sobre lugares de trabajo, se procurará no transportar objetos o materiales por encima de los puestos de trabajo.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.
- Dotar a los trabajadores de equipos de protección individual (fig. 6.4)¹⁸¹, siendo obligación de todos los trabajadores que permanecen en la obra utilizar casco de seguridad.

¹⁷⁹ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 166

¹⁸⁰ PIZARRO GARRIDO, Nuria et al. *Op. cit.*, p. 547-548



Figura 6.4.- Equipos de protección individual para los posibles riesgos en obra.

4) Caídas de altura de trabajadores

- Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 3
- Real Decreto 773/1997, anexo III
- OLC, arts. 184, 186, 187, 188, 193 y 194

Se protegerá a los trabajadores contra este riesgo, mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente para plataformas, andamios, pasarelas de tránsito, desniveles, bordes de las plantas, bordes de excavaciones y zanjas, escaleras de comunicación, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras que supongan una caída de altura superior a 2 m., estas barandillas serán resistentes, con altura mínima de 90 cm y un rodapié, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.



Figura 6.5a.- Sistema provisional de protección de huecos verticales mediante puntales telescópicos.¹⁸²

¹⁸¹ Jomar (2011). *Equipos de protección individual*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://jomarextintore.e.telefonica.net/ropa_laboral.htm

¹⁸² Línea Prevención (n.d.). *Los sistemas provisionales de protección*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS35/html/2-2-2/2_2_2_1.html

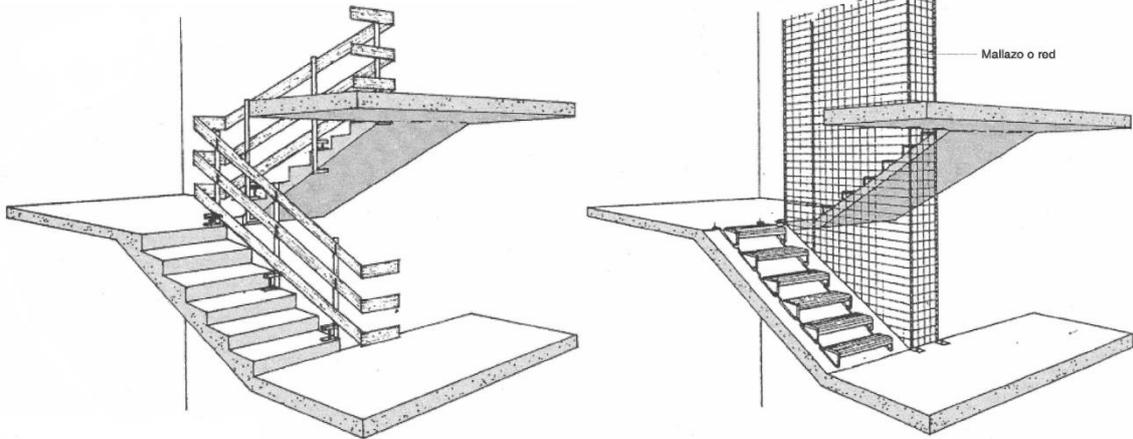


Figura 6.5b.- Protección de hueco de escalera mediante barandillas con soportes tipo mordaza “sargento” y protección del hueco de la escalera mediante red, telón, entre zancas de la escalera.¹⁸³

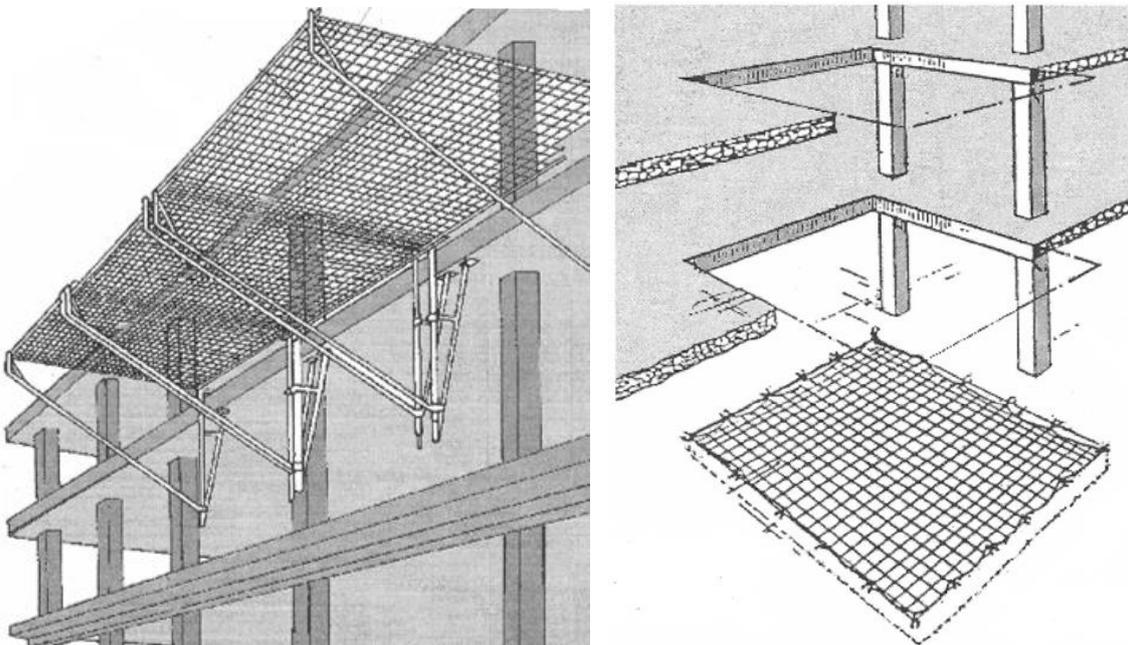


Figura 6.5c.- Protección de huecos verticales con redes horizontales o inclinadas y protección de huecos horizontales con red o malla.¹⁸⁴

¹⁸³ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 106, 107

¹⁸⁴ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 99, 108

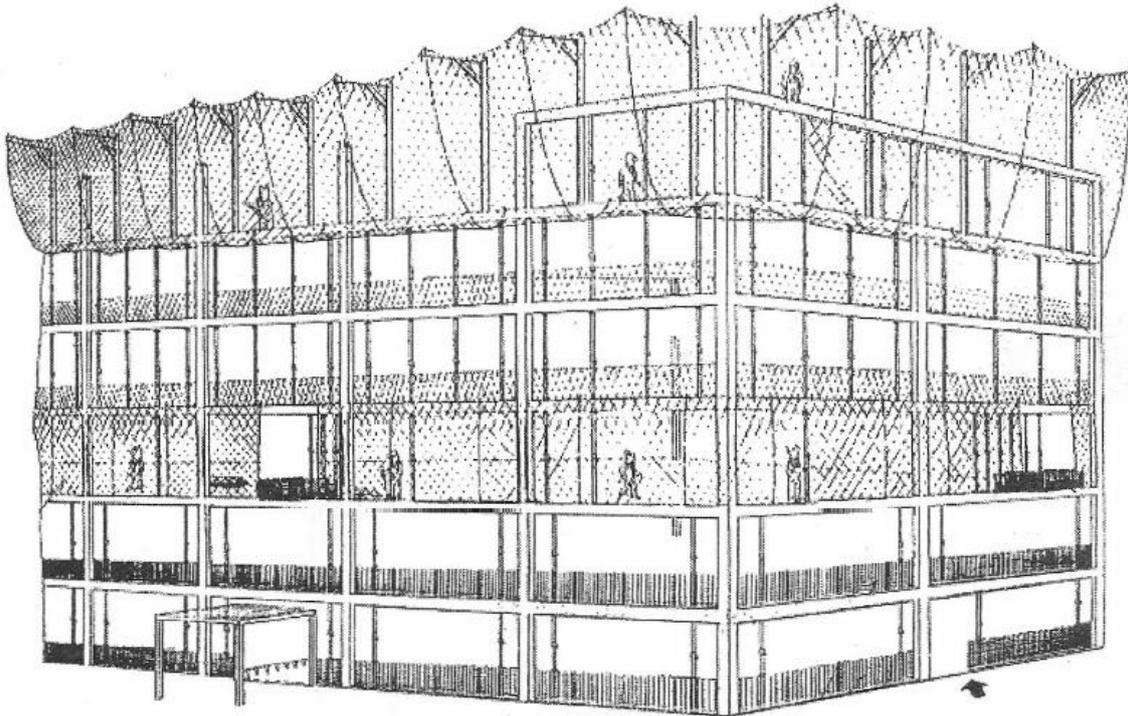


Figura 6.5d.- Protección con redes verticales y pescante tipo horca para la ejecución del forjado superior. Redes horizontales sujetas al forjado inferior a modo de ménsula.¹⁸⁵

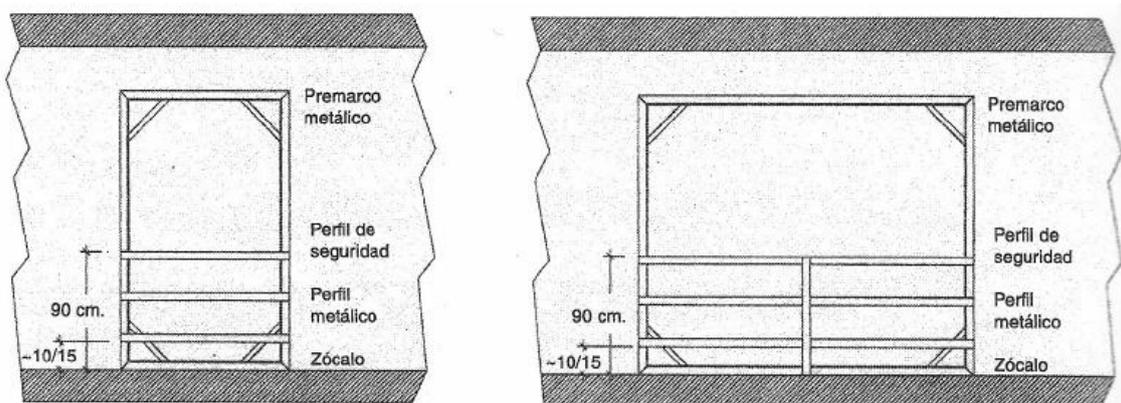


Figura 6.5e.- Protección mediante perfiles metálicos soldados en taller a los premarcos de la carpintería metálica.

Sólo se realizarán trabajos en altura con la ayuda de equipos concebidos para tal fin como plataformas elevadoras, andamios, etc., o utilizando protecciones colectivas como barandillas, redes de seguridad, etc. Si esto resultara imposible, se utilizarán cinturones de seguridad u otros medios de protección individual equivalente (fig. 6.6)¹⁸⁶.

¹⁸⁵ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 98

¹⁸⁶ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 142



Figura 6.6.- Equipos de protección individual contra caídas en alturas.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse antes de su uso, de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia como impactos, climatología, etc.¹⁸⁷

5) Factores atmosféricos que afectan a los trabajadores durante el trabajo

- Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 4
- OLC, art. 337

La lluvia, el frío, el calor, la nieve, el hielo, el granizo, etc. pueden comprometer la seguridad y salud de los trabajadores, por lo que habrá que protegerlos contra estas inclemencias atmosféricas. Éstas pueden actuar directamente sobre el trabajador, o sobre las condiciones de los puestos de trabajo en los que se encuentran. A modo de ejemplo, el fuerte viento podría originar pérdida de equilibrio al trabajador, incluso podría llegar a afectar la estabilidad de equipos de trabajo utilizados y la lluvia podría afectar, por una parte, al estado físico del trabajador y, por otra, podría influir en la estabilidad de un talud de tierras.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y salud, usando ropa y calzado adecuada de trabajo para el frío y humedad. Además, se podrá paralizar los trabajos en caso de extremos factores climatológicos y resguardarse en las instalaciones de la obra.

¹⁸⁷ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 170-176

En todo caso, se dará prioridad a las protecciones colectivas (toldos, sombrillas, pararrayos, etc.) sobre las individuales (ropa de abrigo o impermeable, gafas, viseras, etc.), aunque ambas podrían ser complementarias.

6) Andamios

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 5*
- *Real Decreto 1215/1997*
- *Real Decreto 1435/1992*
- *OLC, arts. 196 al 245*

En el R.D. 1627/1997 se refiere a los andamios, de forma genérica, como equipos de trabajo que con una plataforma, hacen posible el trabajo en altura.

Los andamios deben ser instalados y utilizarse en la forma establecida por el fabricante; cuando se utilicen andamios no normalizados, o andamios que no dispongan de instrucciones de montaje y uso del fabricante, es obligatorio redactar un proyecto de instalación antes de la evaluación de los riesgos que presenta dicho andamio.

Antes de la puesta en servicio, los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente, durante intervalos regulares y después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad, debiendo quedar constancia de la misma.

Los requisitos esenciales de seguridad de todos los andamios se podrían indicar brevemente así¹⁸⁸:

- Los elementos de apoyo de las plataformas serán sólidos y estables.
- Las plataformas de trabajo estarán protegidas por barandillas, protección intermedia y rodapiés.
- La anchura mínima de las plataformas será de 60 cm.
- Las plataformas serán de resistencia y naturaleza antideslizante.
- No deben estar sobrecargados de materiales ni por trabajadores, sin superar en cualquier caso el peso máximo previsto por el fabricante.
- Se protegerán las zonas inferiores de caídas de materiales mediante viseras, cubiertas o redes.
- El montaje se realizará por trabajadores con formación para ello.

¹⁸⁸ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 177

- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios, estableciendo mecanismos especiales de anclaje para evitar los movimientos espontáneos o accidentes (fig. 6.7).¹⁸⁹

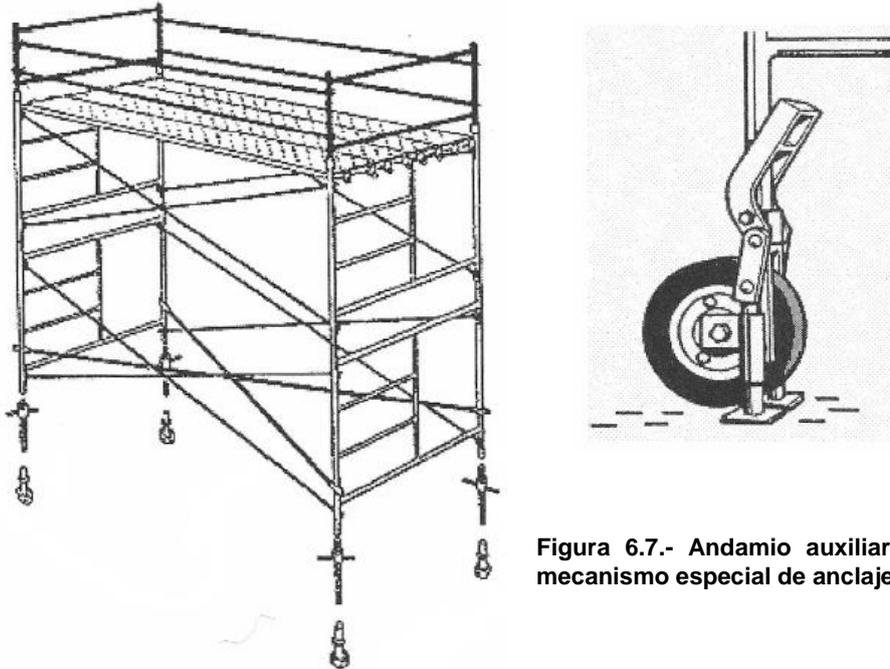


Figura 6.7.- Andamio auxiliar móvil con mecanismo especial de anclaje.

A continuación, se analizarán las condiciones de seguridad propias que deberán cumplir los andamios de borriquetas, los metálicos apoyados y los colgados. Aunque la OLC describe más tipologías de andamios, actualmente la mayoría están en desuso por el avance técnico desarrollado, cuya utilización incumpliría por su propia concepción, los principios generales de la prevención contenidos en el art. 15 LPRL.

1. Andamios de borriquetas

Estarán constituidos por una sola plataforma de trabajo que se apoya en sus extremos en dos elementos de soporte o borriquetas, no siendo la separación máxima entre dichos elementos superior a 3,50 m.

Este andamio está destinado a ser un medio auxiliar de trabajo para alturas inferiores a 3 metros y, cuando la plataforma se encuentre a más de 2 metros es obligatorio que todo su contorno esté protegido por una barandilla rígida a 90 cm, protección intermedia a 45 cm y rodapiés a 15 cm (fig. 6.8)¹⁹⁰.

¹⁸⁹ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 30

¹⁹⁰ Euskadi (2009). *Seguridad práctica en la construcción*. Consultada el 19 de diciembre de 2014, en https://www.euskadi.net/contenidos/libro/seguridad_200930/es_200930/adjuntos/Seguridad_practica_en_la_construccion.pdf y POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 28

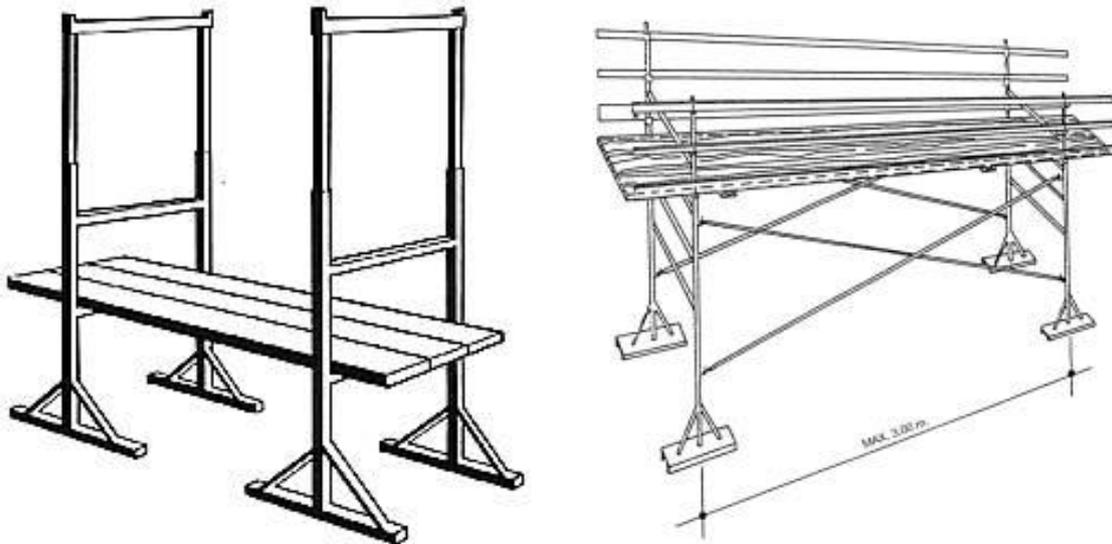


Figura 6.8.- Andamio de borriquetas de madera y de metal a 2 metros de altura.

Cuando el andamio supere los 3 metros, saldrá del concepto de andamio de borriquetas. Será un andamio que dispondrá de unas especiales condiciones de resistencia, solidez y estabilidad, constituido por elementos metálicos arriostrados mediante crucetas en sentido vertical por ambos lados que garantice su indeformabilidad.

II. Andamios tubulares apoyados en fachadas de edificios

Dispondrán de elementos de arriostramiento mediante crucetas que eviten la deformidad de la estructura colocada constituyendo un conjunto estable. Esta misma estructura metálica se apoyará sobre base firme y con resistencia mediante placas de base, niveladas mediante dispositivos como los husillos.

Se fijará el andamio a la estructura vertical de la construcción mediante amarres a puntos resistentes de fachada cada 3 metros, tanto vertical como horizontalmente. Además, la separación entre la plataforma y la fachada no podrá, en ningún caso, superar los 20 cm para no favorecer la caída del trabajador por dicho hueco. Como se ha mencionado anteriormente, las plataformas de trabajo estarán protegidos por barandillas en todo su perímetro a 90 cm, protección intermedia, y rodapiés a 15 cm.

El acceso a las plataformas se realizará, por ejemplo, desde el interior de la plataforma mediante un sistema de escaleras interiores especialmente diseñadas por fabricante, que garantice la seguridad del trabajador (fig. 6.9)¹⁹¹.

¹⁹¹ Sermaco (n.d.). *Andamio multidireccional con sistema ADAPT*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en <http://www.sermaco.com/product/andamio-multidireccional-sistema-adapt/>



Figura 6.9.- Andamio tubular multidireccional con sistema ADAPT. Protección colectiva.

III. Andamios colgados

El andamio colgado es un conjunto de elementos que constituye una máquina, como equipo de trabajo de elevación de trabajadores, que se utiliza para trabajos de cerramientos de fachadas, revoco y pintura.

Estos andamios están constituidos de forma integral por: plataforma de trabajo, tirantes o cables de acero, pescantes o elementos de sujeción de los cables al edificio, y una trócola o elemento mecánico manual que permite el desplazamiento en vertical de la plataforma. Según el R.D. 1215/1997, es obligatorio la instalación de un cable con un coeficiente de seguridad reforzado (fig. 6.10)¹⁹².

¹⁹² POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 37 y Vulcano (2014). *Andamios colgantes*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en <http://www.vulcanosl.com/andamios-colgantes/>

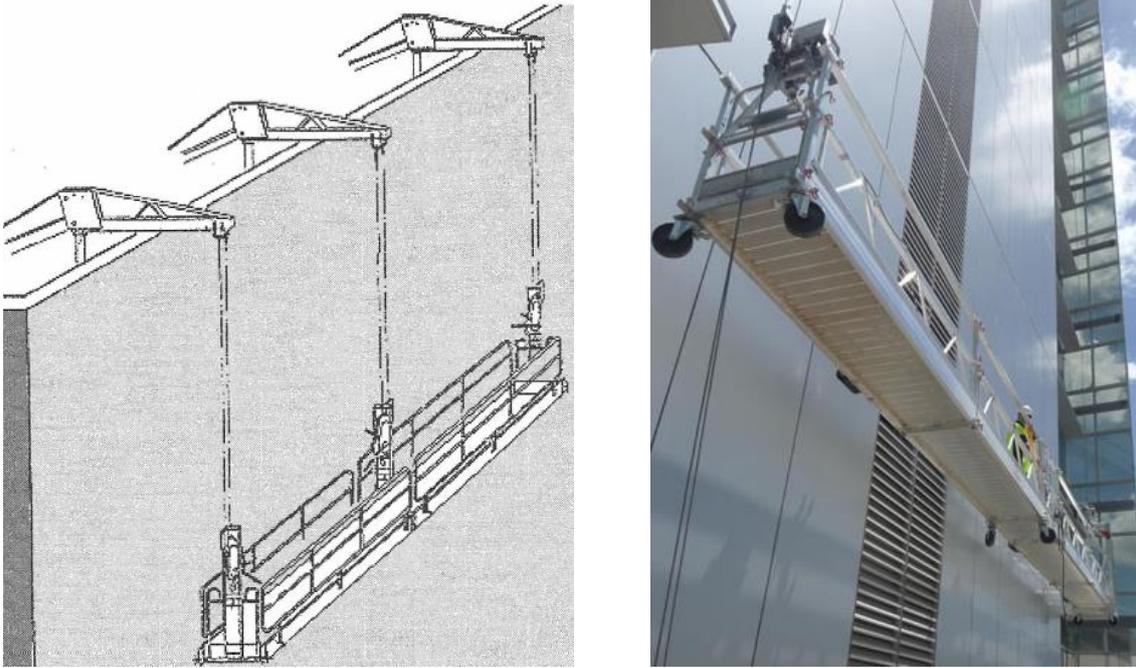


Figura 6.10.- Andamios colgados para trabajos de cerramientos de fachadas.

Sobre éstos es aplicable, a parte de las normativas indicadas al principio de este apartado, la UNE-EN 1808/1999, de plataformas suspendidas de nivel variable, que marca las características que deberán tener estos equipos de trabajos para que puedan cumplir los requisitos exigibles por las disposiciones de normalización, para garantizar seguridad.

Las exigencias de seguridad, instalación y uso estarán marcadas por el fabricante sobre todos los elementos que configuran el andamio y, tanto la instalación como las pruebas estáticas y dinámicas que se efectuarán bajo la supervisión y control de un técnico competente. Partiendo de esto, los requisitos de seguridad serán¹⁹³:

- Los pescantes estarán anclados en el forjado de la planta superior, soportando su tensión a dos o más nervios o vigas de la estructura a través de una pletina, mediante un pasador que atraviesa el forjado y la separación máxima de los pescantes o elementos de sujeción no debe superar los 3 metros.
- Los cables de sujeción, así como su gancho, deben tener el coeficiente de seguridad adecuado al peso a soportar y comercializados para ese uso según instrucciones del fabricante, sin presencia de roturas o deformaciones.
- Las trócolas, elementos de elevación manual de la plataforma, tendrán un sistema de descenso autofrenante, y dispositivo de parada para evitar la sobrecarga de la plataforma.

¹⁹³ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 178-182

- Se mantendrá la horizontalidad de las plataformas mediante un movimiento simultáneo de las dos trócolas con el andamio descargado de materiales y esta máquina dispondrá de un sistema de fijación que evite el movimiento de oscilación de la plataforma.
- Aunque las plataformas de trabajo tendrán un diseño específico para su utilización en andamios colgados, su anchura mínima será, como las anteriores, de 60 cm, debiendo contar en todo su contorno barandillas de al menos 90 cm, protección intermedia y rodapiés a 15 cm. Sin embargo, la UNE-EN 1808 señala que las barandillas serán de 1 m. como mínimo en todo su perímetro.
- Para poder utilizar andamiadas formadas por varias plataformas con sus correspondientes pescantes, deberán estar unidas mediante articulaciones con cierre de seguridad. La longitud total no será mayor a 8 metros.
- La separación entre la pared del edificio y la plataforma de trabajo no deberá ser excesiva; siempre inferior a los 45 cm. según marca el art. 235 OLC para evitar posiciones forzadas del trabajador y el riesgo de caída desde la plataforma.
- Será obligatorio el uso de medidas de protección individual por el trabajador al realizar trabajos en andamios colgados al ser un elemento sin estabilidad propia, entre los que destacamos el arnés de seguridad, sujetándose una cuerda salvavidas proyecta desde un elemento de la estructura de la parte superior de la edificación sobre la plataforma.

7) Escaleras de mano a utilizar en las obras

- *Real Decreto 486/1997, anexo I, norma 9*

En el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, que las condiciones de diseño y utilización de escaleras de mano deberán cumplir, debiendo guardar los siguientes requisitos¹⁹⁴:

- Los materiales que la configuran serán lo suficientemente resistentes para que su utilización no suponga un riesgo de caída por rotura o desplazamiento, sin olvidar revisar periódicamente y utilizarlo de la forma y con las limitaciones señaladas por el fabricante, quedando prohibido el uso de escaleras de mano de construcción improvisada y escaleras de madera pintadas.

¹⁹⁴ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 184-85

- En el caso de escaleras simples, la parte superior se sujetará a la pared sobre la que se apoya y cuando ésta no permita un apoyo estable se sujetará a la misma mediante una abrazadera u otros dispositivos equivalentes y se utilizarán formando un ángulo de 75 grados con la horizontal (fig. 6.11)¹⁹⁵.

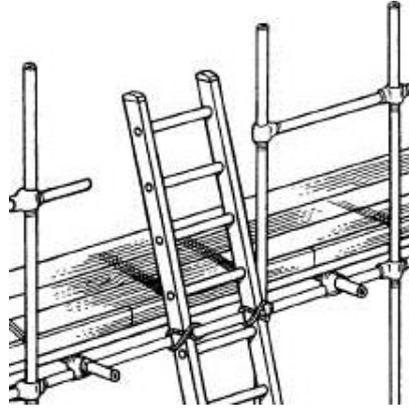


Figura 6.11.- Escalera de mano amarrada y sobresaliendo por encima del lugar de acceso.

- Cuando se quiera acceder mediante escaleras a lugares elevados, sus largueros deberán sobrepasar al menos en 1 metro el punto de apoyo superior.
- El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se harán de frente a las mismas, prohibiéndose el transporte y manipulación de cargas desde escaleras y su uso simultaneo por dos o más trabajadores.
- Las escaleras de tijera dispondrán de elementos de seguridad que impidan su apertura al ser utilizadas (fig. 6.12)¹⁹⁶.

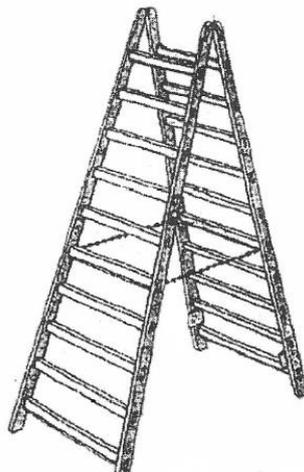


Figura 6.12.- Escaleras de tijera con elemento de seguridad que limite su máxima apertura.

¹⁹⁵ OIT (2014). *Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción. Manual de capacitación.* Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/cinte/main.htm

¹⁹⁶ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 22

- No se emplearán escaleras de mano de más de 5 metros de longitud, al menos que se garantice su utilización sin riesgo.
- Antes de utilizar una escalera de mano, se comprobará que la base queda sólidamente asentada para asegurar su estabilidad.
- Por último, se utilizará cinturón de seguridad o se adoptarán otras medidas de protección adecuadas en trabajos que se efectúen a más de 3,5 m de altura desde escaleras y que impliquen movimientos o esfuerzos.

8) Aparatos de elevación utilizados en las obras

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 6*
- *Real Decreto 1215/1997, anexo I y II*
- *Real Decreto 1495/1989, modificado por Real Decreto 830/1991*
- *Real Decreto 1435/1992, modificado por Real Decreto 56/1995*
- *OM 23 de mayo de 1977*
- *OM 28 de junio de 1988 ITC MIE-AEM 2*
- *OM 26 de mayo de 1989 ITC MIE-AEM 3*
- *Real Decreto 2370/1996, ITC MIE-AEM 4*
- *OLC, arts. 277 al 291*
- *OM 9 de marzo de 1971 (de forma transitoria a determinados equipos hasta 5 de diciembre de 2002)*

Los equipos de elevación y sus accesorios que se utilizan en una obra como grúas-torres, grúas móviles, montacargas para elevación de materiales, maquinillos, ascensores de obras, carretillas automotoras, plataformas elevadoras, etc., pueden tener una incidencia grande en la seguridad por incumplimientos de los requisitos preventivos que tienen que disponer y por una incorrecta utilización.

Para determinar estos requisitos de seguridad aplicables, entre otras, hay que acudir a las disposiciones contenidas en el Real Decreto 1215/1997, en la que se señalan las condiciones de utilización de equipos de trabajo para la elevación de cargas.¹⁹⁷

Entre dichos requisitos destacamos los siguientes:

- Los equipos de trabajo para la elevación deberán estar diseñados adecuadamente para su uso y tener la resistencia necesaria para llevar a cabo dicha función, garantizando de esta manera la solidez y estabilidad que se le exige.
- En las máquinas deberán figurar una indicación de su carga nominal y una placa de carga nominal de cada configuración de la máquina, siendo obligatorio en caso de un equipo de elevación destinado solamente a la elevación de

¹⁹⁷ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 186-191

materiales, fijar una señal adecuada que determine la prohibición de utilización por personas.

- No se sobrepasarán las cargas por lugares de trabajo no protegidos, que estén ocupados por trabajadores y se adoptarán medidas para evitar la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas, salvo que ello fuera necesario para efectuar correctamente esos trabajos.
- Se adoptarán medidas para evitar el balanceo, vuelco, colisión, desplazamiento y deslizamiento de los equipos de trabajo, tanto móvil como fijo, para la elevación de cargas, así como comprobarse la correcta realización de las mismas.
- Las operaciones de levantamiento deberán estar correctamente planificadas, vigiladas y efectuadas con miras a proteger la seguridad de los trabajadores. Por ello, cuando el operador no pueda observar de forma directa el trayecto completo de la carga, ni mediante los dispositivos auxiliares facilitados, deberá designarse un encargado de señales para guiar al operador y se adoptarán medidas de organización para evitar colisiones de la carga que puedan causar accidentes.
- Se paralizará el empleo de equipos de trabajo para la elevación de cargas cuando las condiciones meteorológicas puedan causar deficiencias de funcionamiento y provocar riesgos de accidentes.

Por la incidencia de cara a la seguridad que tienen las grúas-torre en una obra de construcción, se hará una especial referencia a ellas (fig. 6.13)¹⁹⁸:



Figura 6.13.- Aparato elevador, grúa-torre.

¹⁹⁸ Línea Prevención (n.d.). *Grúa - torre*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en <http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS41/html/cap-1/cap5.htm>

- Previamente a su instalación, que se realizará por un personal especializado y según las instalaciones del fabricante, se exige la elaboración de un proyecto técnico por un académico con la necesaria titulación y visado por el correspondiente colegio profesional y autorización de instalación por la autoridad administrativa competente.
- Deberá contar también con el marcado CE, el certificado de conformidad y el libro de instrucciones.
- Una vez finalizado su instalación, se suscribirá un documento de certificación de montaje y la empresa instaladora deberá acreditar mediante el documento de puesta en servicio que la instalación se ha realizado cumpliendo los requisitos exigibles y que se hace entrega al usuario de la grúa una vez comprobada en su presencia el correcto funcionamiento de sus dispositivos de seguridad, firmándose su recepción.
- Se someterá a revisiones periódicas, comprobando el correcto funcionamiento de los limitadores con los que cuenta la grúa, el estado en que se encuentran los cables de sujeción y el estado de conservación del gancho que la grúa utiliza.
- El gancho de sujeción de los elementos a transportar dispondrá de pestillo de seguridad y coeficiente de seguridad (fig. 6.14)¹⁹⁹ y los cables de sujeción tendrán los coeficientes de seguridad aplicados por el fabricante en función de las cargas a transportar.

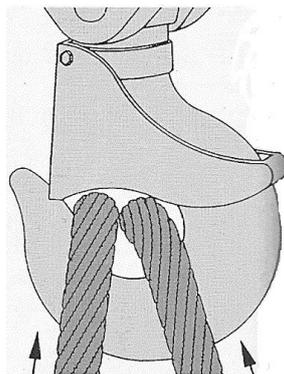


Figura 6.14.- Gancho con pestillo de seguridad, medio auxiliar para la elevación de cargas.

- Al finalizar la jornada de trabajo, se pondrá la grúa en posición de veleta, elevándose el gancho, colocándose lo más próximo a la torre, en parada y cerrándose el circuito de alimentación eléctrica.

¹⁹⁹ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 60

- La grúa dispondrá de una puesta a tierra, así como un cuadro eléctrico propio provisto de interruptor diferencial.
- Cuando las grúas estén instaladas sobre raíles con la adecuada cimentación, los mismos se encontrarán en buen estado de conservación, presentando una superficie que garantice el perfecto acople de la grúa, disponiéndose de topes en los extremos, dejando un metro de vía libre después de sus topes.
- Un trabajador con acreditada formación es quien se hará cargo del manejo de las grúas.
- Cuando se presente viento con una velocidad superior a los 50 km/h, se deberá suspender el trabajo de las grúas, ante el riesgo de tormentas por la atracción de los rayos por las grúas-torre y cuando exista niebla que dificulte una perfecta visión.

9) Maquinaria móvil para movimiento de tierras y manipulación de materiales

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 7*
- *Real Decreto 1215/1997, anexo I y II*
- *Real Decreto 1435/1992, modificado por Real Decreto 56/1995*
- *OM 9 de marzo de 1971 (de forma transitoria a determinados equipos hasta 5 de diciembre de 2002)*

En esta clasificación estarían las retro-excavadoras, palas-cargadoras, motoniveladoras, mototraíllas, compactadoras, desbrozadoras, dumper, vehículos de transportes, etc. que, según establecen las normas citadas arriba, deberán cumplir los siguientes requisitos para favorecer la seguridad de los trabajadores al usarlos en la obra:

- Estarán proyectados y construidos para favorecer la ergonomía en el trabajo.
- Se mantendrán en buen estado de funcionamiento y se utilizarán el vehículo adecuado para el tipo de trabajo que se desee realizar.
- Los conductores de estas máquinas deberán recibir una formación especial.
- Para evitar que los vehículos o maquinarias caigan en las excavaciones o en el agua, se adoptarán medidas preventivas y estarán equipadas con estructuras para proteger al conductor, contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.
- Se dispondrá de un sistema de seguridad que impida la puesta en marcha de forma accidental de las máquinas e irá previsto de una señalización acústica de advertencia cuando actúen en proximidad a lugares donde se pueden encontrar trabajadores.

10) Máquinas y equipos utilizados en las obras, distintos a los de elevación de cargas y movimiento de materiales

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 8*
- *Real Decreto 1215/1997, anexo I y II*
- *Real Decreto 773/1997*
- *Real Decreto 1435/1992, modificado por Real Decreto 56/1995*
- *OM 28 de junio de 1988 ITC MIE-AP 17 y Real Decreto 1244/1997*
- *OM 1 de septiembre de 1982 ITC MIE-AP 7*

Las máquinas y equipos de trabajo más frecuente en una obra son: hormigonera, cortadoras de cerámica, sierra circular de mesa para madera, vibrador, martillo rompedor, martillo picador, taladradores, grupo electrógeno, grupo de soldadura eléctrica y oxiacetilénica, sierra radial portátil, lijadoras, herramientas manuales, etc.

Estarán diseñados conforme a los principios de ergonomía y se utilizarán exclusivamente para los trabajos para los que hayan sido diseñados, por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Al igual que lo señalado para los equipos de trabajo analizados en los anteriores puntos, entre las medidas de protección más esenciales que deben tener las máquinas y equipos que se utilizan en construcción se encuentran:

- Disponer de resguardos y protecciones frente a los elementos agresivos de los equipos de trabajo.
- Disponer de un sistema que evite la puesta en marcha de forma involuntaria; tener un sistema de parada inmediata y total en caso de necesidad.
- Contar con señalizaciones y advertencias indispensables para garantizar la seguridad.
- Estar diseñado de forma que se evite el contacto directo e indirecto con la electricidad.
- Contar con dispositivos que limiten o reduzcan el riesgo producido por el ruido y vibraciones.

Con respecto a las herramientas manuales, estarán construidas con material resistente, con mangos y empuñaduras de dimensiones adecuadas y sin bordes agudos ni superficies resbaladizas, y en su caso aislante.²⁰⁰

²⁰⁰ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 193-194

11) Movimientos de tierras, excavaciones, pozos y trabajos subterráneos

- *Real Decreto 1627/1997*
- *OLC arts. 246 al 265*
- *OM 10 de diciembre de 1975. NTE-CEG/75*
- *OM 1 de marzo de 1976. NTE-ADV/76*
- *OM 29 de diciembre de 1976. NTE-ADZ/76*
- *OM 22 de noviembre de 1977. NTE-CCT/77*

Ante los riesgos que inciden en los trabajos deben ser adoptadas las siguientes medidas preventivas:²⁰¹

I. Medidas ante el riesgo de contactos con líneas eléctricas y conducciones

En vista del riesgo hipotético de contacto con una línea eléctrica subterránea o con canalización de productos combustibles o explosivos, se adoptarán medidas para localizarlas y esas medidas se deberán llevar a cabo en la fase de proyecto para abordar la acción preventiva en caso de su existencia, solicitando información a las diferentes compañías suministradoras y, en su caso, proceder mediante las técnicas adecuadas a comprobar la inexistencia de conducciones.

II. Medidas ante riesgos de sepultamiento en excavaciones, pozos o túneles

El sistema de entibación, blindaje, apeo, taludes, etc. son las protecciones más comunes frente a los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos.

El riesgo de sepultamiento por desprendimiento de las paredes de las zanjas es importante a partir de 1,30 m de profundidad, por lo que es preciso que antes del comienzo de los trabajos, en la fase de proyecto se lleve a cabo un estudio geotécnico del terreno a fin de conocer la composición del mismo de cara a las excavaciones que se van a efectuar y el comportamiento del terreno ante las cargas que va a tener que soportar.

El talud natural es la medida más sencilla, siempre que la inclinación del talud sea la adecuada en función de la naturaleza del terreno y profundidad de la zanja, bajo la determinación y cálculo marcado en el proyecto o en su caso por la dirección facultativa (fig. 6.15)²⁰².

²⁰¹ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 195-198

²⁰² Grupo Herce (2013). *Presentación segunda fase 144 viviendas en CLUJ Napoca, Rumanía 26-11-2013*. Consultada el 13 de diciembre de 2014 en <http://grupoherce.blogspot.com.es/2013/11/presentacion-segunda-fase-144-viviendas.html>



Figura 6.15.- Protección colectiva. Talud natural para la realización de la cimentación.

Cuando no resulte factible adoptar el talud natural, por exigencias técnicas, por falta de espacio o porque existen edificios próximos, como medidas de protección frente a los desprendimientos de tierras y materiales en los vaciados del terreno, resulta obligatorio la instalación de apeos y apuntalamientos (fig. 6.16)²⁰³. También esa situación se puede prevenir mediante la construcción de bataches, muros pantallas, o micropilotes, según la determinación que contenga el proyecto de ejecución.

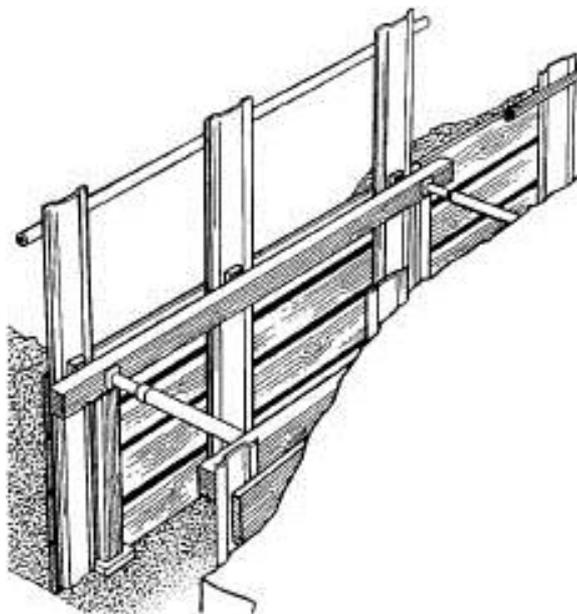


Figura 6.16.- Apuntalamiento para prevenir el derrumbe de los costados de una excavación, consistente en marcos de madera o acero con entablado estrecho entre ellos.

²⁰³ OIT (2014). *Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción. Manual de capacitación*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/cinte/main.htm

La entibación consiste en establecer un sistema de sujeción de tierras de forma que se evite la posibilidad del desplome, mediante planchas o elementos de soporte instalados a ambos lados de la zanja, sujetas por la presión que ejerce en sentido perpendicular unas piezas transversales o codales; el reborde de la entibación sobrepasará en 20 cm. el borde de la zanja. En cambio, el blindaje (fig. 6.17)²⁰⁴ es un revestimiento total de las paredes de la excavación con una estructura metálica indeformable que se introduce en el interior de la misma para que el trabajador trabaje en su interior.



Figura 6.17.- Entibación de zanja mediante paneles de blindaje.

III. Medidas preventivas frente a los riesgos por penetración de agua, fugas de gases y emanación de productos tóxicos

Frente a los riesgos que existen por la penetración en las zanjas de vías de agua, o por la emanación de gases en el interior de algunos pozos, así como de posibles fugas que en contacto con una fuente calorífica pueden explotar o incendiarse, habrá que realizar la correspondiente investigación higiénica, adoptando, en función a los resultados obtenidos, las medidas adecuadas tanto de protección individual, como la no realización de trabajos que resulten incompatibles ante las posibles sustancias combustibles, explosivas o tóxicas que puedan detectarse.

²⁰⁴ Ischebeck Titan (2008). *Blindajes de acero gigante*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en <http://www.ischebeck.de/es.home/entibaciones-de-zanjas/blindajes-de-acero-tipo.html> y Euskadi (2009). *Seguridad práctica en la construcción*. Consultada el 19 de diciembre de 2014, en https://www.euskadi.net/contenidos/libro/seguridad_200930/es_200930/adjuntos/Seguridad_practica_en_la_construccion.pdf

Otra medida es la de garantizar la ventilación en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud, así como medidas que posibiliten que los trabajadores puedan ponerse a salvo rápidamente en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

IV. Medidas ante otros factores que inciden en la seguridad de las excavaciones

Además de la solidez y dureza del terreno, hay otros factores que tienen incidencia para su estabilidad como la sobrecarga estática y dinámica. Ante esto, las medidas de protección que han de ser adoptadas son:

- Las tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o tomarse las medidas adecuadas, como la construcción de barreras para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno, así como establecimiento de vías de entrada y salida de la excavación.
- Las tierras procedentes del interior de la zanja se alejarán de los bordes al menos a una distancia igual a la mitad de la profundidad de la misma, no permitiéndose la presencia de máquinas, ni de elementos pesados en la proximidad de la excavación.

12) Instalaciones de distribución de energía

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte A: norma 3, parte C, norma 10*
- *Real Decreto 614/2001*
- *Decreto 3151/1968*
- *Decreto 2413/1973*
- *ITC-MI BT 20, 21, 27, 28, 31, 32, 39, 40*

Dentro de esta clasificación, deben estar comprendidas las instalaciones de energía eléctrica, petrolífera y de gas.

Según las normativas citadas, antes del comienzo de la obra o de la fase de proyecto, las posibles líneas aéreas, subterráneas y otras instalaciones existentes en la zona de trabajo o en sus cercanías deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

Esto se llevará a cabo al efectuar una labor de mantenimiento regular de las instalaciones de distribución de energía presentes, en particular las que estén sometidas a factores externos, comprobando que todas las instalaciones presentes en

la obra destinadas a su utilización deberán encontrarse conformes a los requisitos de seguridad para cada fuente de energía establecidos en sus propias normativas.

Cuando se identifique una línea subterránea, se podrá señalar por señales de aviso, mediante cintas de atención enterradas en el propio terreno en todas sus direcciones o mediante hitos (dados de hormigón o picas de madera) pintados de rojo en la parte superior que sobresale entre 10 y 15 cm del suelo, por encima de donde discurre la línea.

En caso de la existencia de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si no fuera posible, se colocarán barreras y avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. Si vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura (fig. 6.18)²⁰⁵.

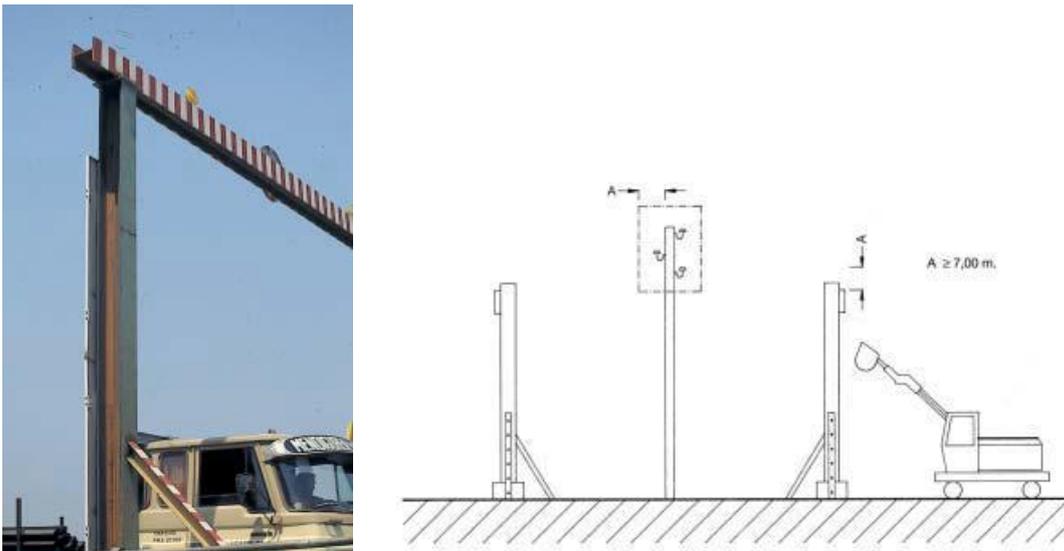


Figura 6.18.- Pórtico de balizamiento de un tendido eléctrico aérea.

Ante la existencia de una línea eléctrica próxima al lugar por donde tengan que realizar algún trabajo y no sea posible el corte o desviación de la línea, es obligatoria la colocación de pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes cuyas características y forma de instalación garanticen su eficacia protectora. Estas operaciones serán marcadas y vigiladas por un trabajador cualificado o autorizado.²⁰⁶

²⁰⁵ Euskadi (2009). *Seguridad práctica en la construcción*. Consultada el 19 de diciembre de 2014, en https://www.euskadi.net/contenidos/libro/seguridad_200930/es_200930/adjuntos/Seguridad_practica_en_la_construccion.pdf

²⁰⁶ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 198-201

I. Medidas preventivas ante las instalaciones eléctricas en las obras

Con respecto a la instalación eléctrica en la obra se tiene que dar cumplimiento a las disposiciones mínimas de seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Las exigencias más importantes de esta naturaleza en una obra son:

- La acometida eléctrica a través de la compañía suministradora irá dirigida hacia un armario eléctrico general de la obra, que permanecerá cerrado, y de encontrarse en el exterior, deberá estar protegido por cubierta que los aisle de la lluvia y humedad.
- En el cuadro eléctrico se encontrarán ubicados los elementos de protección de la instalación, señalado con señal informadora de peligro eléctrico, disponiendo a la entrada de la línea de un interruptor general de corte onnipolar teniendo cada una de las líneas de alimentación sus propios interruptores.
- Cuando sean metálicos tendrán toma de tierra, que estará identificada siempre con los colores amarillo-verde, saldrá del cuadro eléctrico y tendrá que conectar a una pica de cobre que deberá permanecer clavada en el terreno, siendo revisada periódicamente para comprobar su resistencia.
- Los cables que alimenten las diferentes máquinas, deberán disponer de un aislamiento apropiado, homologado para tensión a 1000 V, siendo posible cuando se encuentren en el interior de los locales, en ambientes no húmedos que tengan un aislamiento de 400 V, sin presentar empalmes, salvo con conexiones normalizadas que garanticen su aislamiento. Estarán también protegidos frente a acciones mecánicas, no debiendo permanecer por el suelo, ni por lugares de paso de personas o de vehículos.
- Cuando se utilicen portátiles de alumbrado, estarán alimentados con tensión inferior a 24 V, salvo que el ambiente sea seco, en el cual es posible que dicha tensión sea de 50 V.
- La instalación eléctrica de la obra deberá ser realizada por un técnico instalador autorizado cuando se utilice potencia superior a 50 kW, emitiendo la correspondiente certificación una vez realizada.

Cuando se utilicen en la obra equipos de generación de energía, debe cumplir la instalación a la que esté conectada los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Esos generadores han de cumplir con la normativa de equipos de trabajo y dispondrán de marcado CE y libro de instrucciones.

13) Condiciones de seguridad especiales entre determinados trabajos de construcción, señaladas por el Real Decreto 1627/1997

A parte de todas las medidas preventivas mencionadas hasta ahora, el R.D. 1627/1997 establece también medidas específicas y complementarias para algunos trabajos que por la naturaleza del riesgo que presentan:²⁰⁷

I. Trabajos en estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y con elementos prefabricados pesados

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, normas 3 y 11*
- *Real Decreto 773/1997, anexo III*
- *OLC, arts. 183 y 193*

Al realizar los trabajos de construcción de estructuras metálicas, encofrados y colocación de prefabricados pesados, los trabajadores pueden verse sometidos a riesgos como caída de altura, riesgo de impacto con objetos, etc., por lo que se establecen condiciones de seguridad específicas para prevenirlos.

La vigilancia, control y dirección constante durante el montaje o desmontaje de los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos por persona competente (debiera ser el coordinador de seguridad y salud), tras haberlos proyectado y calculado, ayudarán en este propósito de prevenir los riesgos mencionados anteriormente.

Se adoptarán medidas para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra, utilizando equipos de trabajo adecuados a la actividad que se realiza, estableciendo medidas de protección colectiva frente al riesgo de caída y utilizando equipos de protección individual anticaídas de manera adecuada por los trabajadores, con anterior previsión de los puntos de anclaje.

II. Trabajos de derribo o en demoliciones

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, normas 2, 3 y 11*
- *Real Decreto 773/1997, anexo III*
- *OLC, arts. 266 al 272*
- *OM 10 de febrero de 1975, NTE-ADD-75*

Los trabajos de derribo pueden suponer un peligro para los trabajadores, por lo que se deberán estudiar, planificar y emprender bajo la supervisión de una persona competente y se realizarán adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.

²⁰⁷ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 202-210

Igual que lo señalado en el apartado a, durante la realización de estos trabajos ha de estar presente una persona competente, para que bajo su supervisión pueda llevarse a cabo.

La OLC establece medidas preventivas que han de ser adoptadas en los trabajos de derribo y demoliciones y el orden en que se llevarán a cabo los trabajos, garantizando la seguridad de los trabajadores que se encuentren en niveles inferiores y, por otra parte, el R.D. 1627/1997 establece la presencia de la dirección técnica de la obra, en todas las partes del edificio para apreciar las resistencias de cada una y ordenar que se lleven a cabo los apeos necesarios.

Por último, los escombros serán retirados a través de tolvas o trompas, estando prohibido arrojarlos desde lo alto. Cuando en el derribo participen más de 10 trabajadores, la OLC establece que se designará a un jefe de equipo por cada 12 trabajadores que participen en el mismo.

III. Trabajos en tejados

- Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, normas 3 y 12
- Real Decreto 773/1997, anexo III
- OLC, arts. 184, 192 y 194
- OM 16 de marzo de 1976, NTE-QTF/76

Frente al riesgo de caída de trabajadores, herramientas o materiales de tejados, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, se adoptarán las medidas de protección colectivas necesarias.

Una protección colectiva es la protección perimetral de toda la cubierta de la edificación, mediante barandilla rígida que tenga una altura no inferior a 90 cm. desde la horizontal de la terminación de la pendiente inclinada, recomendable que sea de un metro como mínimo, protección intermedia y rodapiés a 15 cm (fig. 6.19)²⁰⁸.

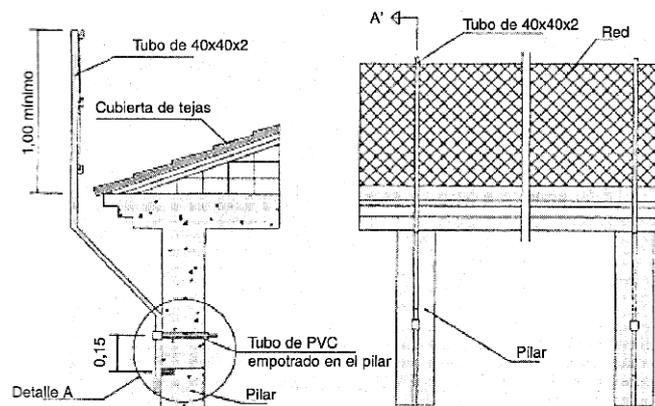


Figura 6.19.- Barandilla perimetral. Protección colectiva de los bordes de cubiertas y tejados.

²⁰⁸ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 115

Cabe la posibilidad de llevar a cabo esta protección mediante la instalación de una plataforma volada de forma perimetral a nivel ligeramente inferior al alero, mediante plataformas de anchura adecuada instaladas y protegidas en toda su extensión en la forma anteriormente señalada, cuyos puntos de sujeción a la estructura estarán calculados técnicamente para garantizar su estabilidad y solidez (fig. 6.20)²⁰⁹.

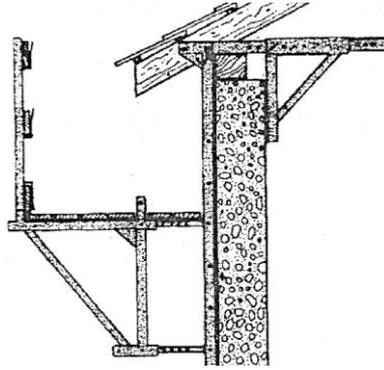


Figura 6.20.- Plataforma perimetral. Protección colectiva de los bordes de cubiertas y tejados.

Ante la posibilidad de estar sometido al riesgo por caída derivado de pisar superficies frágiles, se adoptarán medidas como instalar pasarelas de 60 cm. de anchura de forma que se logre no pisar directamente sobre las mismas e incidir en un reparto de cargas hacia los soportes que hay por debajo de las placas (fig. 6.21)²¹⁰.



Figura 6.21.- Pasarelas de trabajo y de acceso para trabajos en pendiente o en superficies frágiles.

También será necesario la instalación de redes horizontales o elementos resistentes por debajo del lugar de trabajo, que irán acompañados del arnés de seguridad que se tiene que utilizar anclado a un punto de la estructura con suficiente resistencia, para lo cual habrá que instalar un cable fijador de acero, fijado a puntos de

²⁰⁹ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 115

²¹⁰ OIT (2014). *Seguridad, salud y bienestar en las obras en construcción. Manual de capacitación*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/cinte/main.htm

la estructura, donde el trabajador debe anclar el dispositivo anticaídas de forma inmediata al acceso a la cubierta.

IV. Trabajos con explosivos

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 12*
- *Real Decreto 230/1998, Real Decreto 836/85*
- *OM 20 de marzo de 1986, ITC-MIE SM: 10.01.01-10.0.02-10.2.02-10.4-01, modificada OM 29 de abril de 1987, existiendo una pluralidad de ITC sobre Seguridad Minera que pueden resultar de aplicación*
- *OLC, arts. 273 al 276*

Normalmente los explosivos son de utilización en obras de construcción cuando no es posible el empleo de maquinarias de movimiento de tierras para desbastar o incidir en terrenos rocosos (fig. 6.22)²¹¹.



Figura 6.22.- Explosivos. Usados cuando no es posible el empleo de maquinarias.

Como medidas de seguridad se establece que sólo podrán realizar estos trabajos trabajadores que, teniendo un certificado de aptitud expedido por la Administración competente en materia minera, estén expresamente designados por la Dirección facultativa, estableciéndose requisitos de cómo hay que efectuar la carga de los barrenos, la preparación de los cartuchos, cebos, el confinamiento del explosivo de forma que nunca será menor a 20 cm., los requisitos para llevar a cabo los disparos y las medidas que hay que adoptar frente a los barrenos fallidos.

El responsable de la voladura está obligado a vigilar que todo el personal se encuentre resguardado antes del disparo, siendo el último en abandonar su puesto antes de acudir al refugio, estableciéndose un sistema de avisos y señales. Se podrá limitar por la autoridad minera el número máximo de personas presentes durante la voladura.

²¹¹ Euskadi (2009). *Seguridad práctica en la construcción*. Consultada el 19 de diciembre de 2014, en https://www.euskadi.net/contenidos/libro/seguridad_200930/es_200930/adjuntos/Seguridad_practica_en_la_construccion.pdf

También se establecen otras muchas medidas que no serán objetivo de estudio en esta ocasión, como son: los requisitos de seguridad para llevar a cabo el transporte de los explosivos, la forma de almacenamiento, la composición del explosivo y el control de las voladuras por la Administración.

V. Trabajos en cajones de aire comprimido

- Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 12
- OM 20 de enero de 1956

Los cajones de aire comprimido son utilizados para la realización de trabajos de construcción bajo el agua, siendo un medio que se ha empleado para la cimentación de puentes o de plataformas. Están constituidos por piezas metálicas o de hormigón que forman las paredes del cajón, conformando en su interior un espacio hermético al cual inyectan desde el exterior con ayuda de una bomba de aire comprimido. Permite que los trabajadores puedan en su interior realizar trabajos, estando coronado por una superficie a modo de dique, desde la cual se apoya a los trabajos que se efectúan en el interior del cajón a través de conductos verticales o chimeneas, coronadas con una esclusa de aire; sala intermedia que se encuentra entre la chimenea y el exterior (fig. 6.23)²¹².

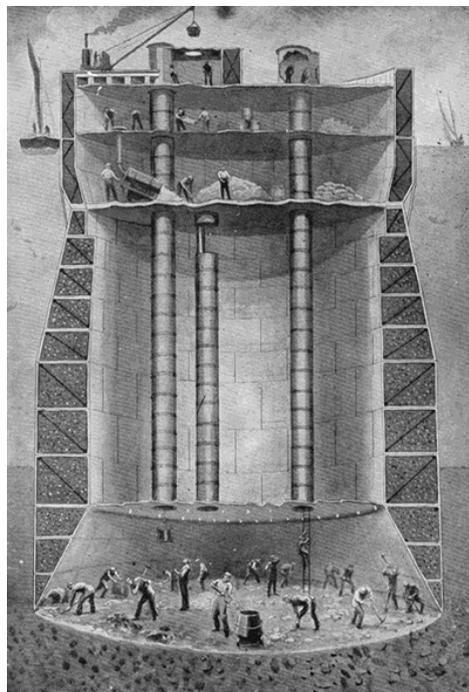


Figura 6.23.- Cajón de aire comprimido para la realización de trabajos que supone la construcción de un puente.

²¹² El tesoro de la juventud (2011). *Los comienzos de un gran puente*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en <http://www.eltesorodelajuventud.com/Cosas-que-Debemos-Saber/Los-Comienzos-de-un-Gran-Puente.php>

En la norma se señalan como requisitos de seguridad y salud de los trabajadores que realizan trabajos en el interior de los cajones de aire comprimido los siguientes:

- Todos los trabajos se realizarán bajo la dirección y vigilancia de un técnico competente con título que le capacite para ello.
- Los trabajadores tendrán que superar un reconocimiento médico específico.
- Las dimensiones de las cámaras estarán en función de la naturaleza de los trabajos a efectuar y del número de trabajadores a utilizar, siendo su altura mínima de 2 metros.
- El caudal mínimo de aire fresco será de 40 m³ por trabajador por hora de trabajo, sin que la proporción de anhídrido carbónico sea superior a 1 por 1000.
- El diámetro de las chimeneas será como mínimo de 1 metro.
- La escala de acceso será de material resistente y sólidamente fijada a la pared.
- La cámara de esclusa tendrá una altura no inferior a 2 metros, estando señalizando el número máximo de trabajadores que pueden permanecer en la misma.
- Se establecerán medidas para garantizar la no apertura simultánea de la tapa interior y exterior de la cámara de esclusa.
- El cajón contará con una cámara de equilibrio donde se llevará a cabo la compresión y descompresión al entrar o al salir los trabajadores del mismo.
- Contará también con una cámara de recompresión cuando se prevea que los trabajos han de realizarse a una presión superior a 1,5 kg/cm².
- Se instalará alumbrado supletorio, teléfono que ponga en comunicación todas las cámaras con el exterior, así como otros medios de aviso óptico o acústico.
- Existirán en las cámaras, manómetros, termómetros y relojes.
- Se adoptarán medidas que garanticen el perfecto funcionamiento de la instalación del aire comprimido.

VI. Trabajos en ataguías

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte C, norma 12*

Las ataguías constituyen defensas que se realizan en zonas cubiertas por las aguas, con la finalidad de facilitar la realización de trabajos de construcción que se efectuarán en sus proximidades. Como normas de seguridad para los trabajos de formación de ataguías se establecen:

- Deberán estar bien construidas, con materiales apropiados, sólidos, con una resistencia suficiente.

- Los trabajadores estarán previstos de un equipamiento adecuado para que puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.
- La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente.
- Tienen que ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

14) Otros requisitos de seguridad que han de ser contemplados en las obras

En este apartado nos referimos a las disposiciones mínimas sobre señalización de seguridad, manipulación manual de cargas, y pantallas de visualización de los equipos de trabajo, que han de estar presentes en las obras de construcción.

I. Señalizaciones

- Real Decreto 485/1997
- OM 31 de agosto de 1987, ITC MOPU 8.3

Las señalizaciones en la obra deben ser utilizadas con la finalidad de informar de: riesgos existentes en determinadas zonas de la obra, medios de protección individuales que se deben utilizar en cada parte de la obra o actividad, prohibiciones de realizar determinadas conductas, formas de comunicación y avisos que deben utilizarse, que pueden ser luminosas, acústicas, gestuales y verbales e indicadores de la ubicación de lugares significativos de cara a la seguridad, como pueden ser, el local de primeros auxilios, las vías de emergencias y evacuación, y los servicios contra incendios, etc. (fig. 6.24)²¹³

TIPOS	PROHIBICIÓN	ADVERTENCIA	OBLIGACIÓN	SITUACIÓN DE SEGURIDAD	INTERNAL CONTRA INCENDIOS
SIGNIFICADO No se debe hacer nada. FORMA Y COLOR Prohibido: círculo rojo con barra diagonal. Advertencia: triángulo amarillo. Obligación: círculo azul. Situación de seguridad: triángulo verde. Señales contra incendios: triángulo rojo.	PROHIBICIÓN No se debe hacer nada. Prohibido: círculo rojo con barra diagonal. No fumar, No beber, No comer, No beber y comer, No fumar y beber, No fumar y comer y beber, No fumar y beber y comer y beber, No fumar y beber y comer y beber y comer.	ADVERTENCIA Peligro de lesiones por objetos pesados, Peligro de lesiones por objetos volantes, Peligro de lesiones por electricidad, Peligro de lesiones por ruido, Peligro de lesiones por vibración, Peligro de lesiones por temperaturas extremas, Peligro de lesiones por radiación, Peligro de lesiones por gases, vapores y neblinas, Peligro de lesiones por superficies resbaladizas, Peligro de lesiones por bordes cortantes, Peligro de lesiones por partes móviles, Peligro de lesiones por maquinaria, Peligro de lesiones por herramientas, Peligro de lesiones por cables, Peligro de lesiones por cables eléctricos, Peligro de lesiones por cables de alta tensión, Peligro de lesiones por cables de baja tensión, Peligro de lesiones por cables de fibra óptica, Peligro de lesiones por cables de acero, Peligro de lesiones por cables de aluminio, Peligro de lesiones por cables de cobre, Peligro de lesiones por cables de plomo, Peligro de lesiones por cables de zinc, Peligro de lesiones por cables de níquel, Peligro de lesiones por cables de titanio, Peligro de lesiones por cables de tungsteno, Peligro de lesiones por cables de molibdeno, Peligro de lesiones por cables de cromo, Peligro de lesiones por cables de manganeso, Peligro de lesiones por cables de hierro, Peligro de lesiones por cables de cobalto, Peligro de lesiones por cables de plata, Peligro de lesiones por cables de oro, Peligro de lesiones por cables de platino, Peligro de lesiones por cables de iridio, Peligro de lesiones por cables de rutenio, Peligro de lesiones por cables de rodio, Peligro de lesiones por cables de paladio, Peligro de lesiones por cables de selenio, Peligro de lesiones por cables de telurio, Peligro de lesiones por cables de bismuto, Peligro de lesiones por cables de antimonio, Peligro de lesiones por cables de arsénico, Peligro de lesiones por cables de telurio, Peligro de lesiones por cables de selenio, Peligro de lesiones por cables de bismuto, Peligro de lesiones por cables de antimonio, Peligro de lesiones por cables de arsénico, Peligro de lesiones por cables de telurio, Peligro de lesiones por cables de selenio, Peligro de lesiones por cables de bismuto, Peligro de lesiones por cables de antimonio, Peligro de lesiones por cables de arsénico.	OBLIGACIÓN Usar casco, Usar guantes, Usar zapatos de seguridad, Usar cinturón de seguridad, Usar chaleco reflectante, Usar botas de seguridad, Usar gafas de seguridad, Usar mascarilla, Usar protector auricular, Usar protector ocular, Usar protector facial, Usar protector de manos, Usar protector de pies, Usar protector de cabeza, Usar protector de cuello, Usar protector de espalda, Usar protector de hombros, Usar protector de codos, Usar protector de muñecas, Usar protector de tobillos, Usar protector de rodillas, Usar protector de caderas, Usar protector de muslos, Usar protector de pantorrillas, Usar protector de talones, Usar protector de dedos, Usar protector de pulgares, Usar protector de meñiques, Usar protector de anillos, Usar protector de dedos pequeños, Usar protector de dedos anillos, Usar protector de dedos meñiques, Usar protector de dedos anillos, Usar protector de dedos meñiques, Usar protector de dedos anillos, Usar protector de dedos meñiques.	SITUACIÓN DE SEGURIDAD Señales de seguridad: triángulo verde. Señales de evacuación: triángulo verde con flecha blanca. Señales de primeros auxilios: triángulo verde con cruz blanca. Señales de incendios: triángulo rojo con flecha blanca.	INTERNAL CONTRA INCENDIOS Señales contra incendios: triángulo rojo. Señales de evacuación: triángulo verde con flecha blanca. Señales de primeros auxilios: triángulo verde con cruz blanca.
Otros ejemplos de					
Normativa de referencia					

Figura 6.24.- Señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo.

²¹³ *Señales de seguridad* [en línea]. En: Seguridad industrial (n.d.). Consultada el 30 de septiembre de 2014, en <http://www.tibisayescalona.blogspot.com.es/>

II. Manipulación manual de cargas

- *Real Decreto 487/1997, de 14 de abril*

Con respecto a la manipulación manual de cargas, se establece la necesidad de vigilancia de la salud de los trabajadores que de forma habitual deban manipular cargas, cuando concurren algunos de estos factores: las características de la carga, el esfuerzo físico necesario, las características del medio de trabajo, la exigencia de la actividad y los factores individuales de riesgo.

Es importante notar que la Guía Técnica elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo ha fijado las cargas máximas recomendables que los trabajadores pueden levantar ante factores que se han de tener en consideración.

La consideración de estos aspectos es importantes porque en la construcción se producen elevación, transporte de elementos pesados y repetición de movimientos de carga. La Guía Técnica aconseja el límite de 25 kg como carga máxima, y de forma excepcional, ocasional, hasta 40 kg en trabajadores entrenados y sanos.

III. Pantallas de visualización

- *Real Decreto 488/1997, de 14 de abril*

Además de la importancia que tiene la vigilancia de la salud de los trabajadores que utilizan equipos de trabajo con pantallas de visualización, presentes en las obras en sus oficinas donde se desarrolla la gestión administrativa; el Real Decreto 488/1997, señala los requisitos que han de cumplir la pantalla, el teclado, la mesa de trabajo, el asiento, el espacio, la iluminación, los reflejos, el ruido, el calor, las emisiones y la humedad.

B) Requisitos mínimos de higiene exigibles en una obra en construcción

A través del presente título se van a señalar los requisitos de naturaleza higiénica ambiental que son exigibles en las obras de construcción.

La primera medida preventiva que hay que adoptar es la identificación de todos los agentes higiénicos que van a estar presentes durante la obra, realizando esta labor a partir del estudio de seguridad y salud y del plan de seguridad y salud.

1) Ventilación

- *Real Decreto 486/1997*

Los trabajadores deberán disponer siempre de aire limpio en cantidad suficiente, tanto en el interior como en el exterior de los locales, teniendo en cuenta los métodos

de trabajo y las cargas físicas impuesta a los trabajadores. Para ello, se utilizarán, si es necesario, medios de protección colectiva como extracción localizada, ventilación general, filtración del aire exterior, etc. o, cuando ello no sea posible, o como elementos complementarios, equipos de protección individual (autónomos, filtrantes, etc.). Otras medidas complementarias pueden ser la rotación de trabajadores, delimitación del área de trabajo, etc.

Las instalaciones de ventilación tendrán un mantenimiento y revisión adecuados, y se impedirá que los trabajadores se expongan a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Si fuera preciso, habrá un sistema de control que indique cualquier avería.²¹⁴

Es esencial prever el cumplimiento de ese requisito, sobre todo en los trabajos a realizar en galerías, túneles y pozos, de forma que esté garantizada la ventilación y renovación de aire, bien de forma natural cuando sea posible, o mediante la instalación de sistemas para ventilación mecánica. También se tendrá en cuenta la ventilación y renovación de aire en zonas de la obra donde se produce el funcionamiento de maquinaria productora de gases.²¹⁵

2) Temperatura

- *Real Decreto 486/1997*

Cuando se trabaje en condiciones ambientales muy calurosas y el trabajo físico suponga un consumo metabólico por encima de 100 W/m², puede darse el caso de efectos agudos de las altas temperaturas como golpes de calor, aturdimiento y mareos que, a su vez, pueden originar accidentes. Los trabajadores expuestos al calor deben consumir agua con regularidad, ya que existe una pérdida importante de ella a través de la sudoración.

En caso de los trabajos en ambientes fríos que pueden provocar hipotermia y enfriamiento localizado de los tejidos expuestos, se dotará al trabajador de prendas de abrigo para la neutralización del mismo, teniendo en cuenta que la temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo.

En las instalaciones de utilización de los trabajadores, vestuarios, aseos, comedores, así como los espacios habilitados para oficinas de obra, será un requisito imprescindible el mantener una temperatura ambiental adecuada. La temperatura en invierno debería estar entre los 17 a los 24 grados, y en verano entre los 23 a 27 grados.

²¹⁴ PIZARRO GARRIDO, Nuria et al. *Op. cit.*, p. 531

²¹⁵ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 214

3) Iluminación

- *Real Decreto 486/1997*

Deberá existir una luz natural suficiente y adecuada en los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra y se usará iluminación artificial sustitutoria o complementaria cuando esta no sea suficiente y durante la noche. Se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque.

Las señales o paneles de señalización deberán disponer de iluminación propia que garantice su identificación, cuando sea necesario utilizar otra iluminación que pueda alterar la percepción de las mismas.

La iluminación deberá estar colocada de tal manera que no suponga riesgo de accidente para los trabajadores. En los lugares en que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, deberá existir una iluminación de seguridad suficiente.

Se tomará como referencia el Anexo IV del R.D. 486/1997 para determinar los niveles de iluminación, colocación, etc. necesarios para cada trabajo, ya que en ella se señala el número de luz en función de la exigencia visual requerida en cada trabajo.²¹⁶

Para los trabajos que se realizan en la construcción por lo general se requiere una exigencia visual moderada, para lo cual sería precisos 200 lux. En zonas que un error visual pudiera derivar en accidente grave se precisan 400 lux y no menos de 100 lux en las vías de circulación y tránsito donde no se den esas circunstancias, reduciéndose la exigencia mínima a 50 lux cuando no entrañe ningún riesgo el paso por esas zonas.

4) Exposición a otros riesgos higiénicos presentes en una obra

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte A*
- *Real Decreto 2414/1961*
- *OM 31 de octubre de 1984 modificada por OM 7 de enero de 1987 y OM 22 de diciembre de 1987*
- *OM 9 de abril de 1986*
- *Real Decreto 1316/1989*
- *Real Decreto 664/1997*
- *Real Decreto 665/1997*
- *Real Decreto 1078/1993, modificado por Real Decreto 363/1995*

Antes de adoptar cualquier medida protectora, se identificarán las sustancias presentes en el ambiente de trabajo que por efectos de vapores, gases, humos, polvos, ruido o contaminantes biológicos pudieran causar riesgos en las obras; y en

²¹⁶ PIZARRO GARRIDO, Nuria et al. *Op. cit.*, p. 534-535

función de los valores obtenidos de las evaluaciones ambientales, se efectuarán las comparaciones con los valores marcados de concentraciones máximas tolerables.

Tras la obtención de los resultados de los estudios higiénicos realizados se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros, ni a factores externos nocivos, tales como vapores, polvo, etc., cuyas concentraciones sean superiores a las máximas permitidas por la normativa aplicable.
- Cuando sea necesario realizar trabajos en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, se controlará dicha atmósfera confinada y se aplicarán medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro para el trabajador.

Estos trabajos se realizarán siempre bajo vigilancia permanente desde el exterior y se tomarán todas las medidas necesarias para que se pueda prestar auxilio eficaz e inmediato en caso de necesidad.

1. Contaminantes específicos que pueden estar presentes en las obras

Son agentes nocivos que pueden estar presentes en las obras de construcción que disponen de normativa propia, reguladora de forma específica de medidas preventivas y dosis de concentraciones máximas permisible, son el ruido, el amianto, los productos cancerígenos y el plomo metálico.

a) Ruido

Ya que el ruido es el contaminante higiénico con mayor intensidad en el ambiente de las obras, el Reglamento de protección frente al ruido, Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, señala como obligación previa la evaluación de ruido de todos los puestos de trabajo sometidos y su repetición periódica.

Las medidas preventivas adoptadas contra este contaminante están en función del número de decibelios presentes en cada puesto de trabajo²¹⁷:

- Si el nivel de ruido diario equivalente está entre 80 - 85 decibelios, la empresa deberá informar a los trabajadores sobre ese agente y facilitarles protectores auditivos a los que los soliciten. En cambio, los trabajadores se

²¹⁷ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 217

someterán a un reconocimiento de la función auditiva antes de acceder al trabajo y se repetirán las audiometrías cada 5 años.

- Cuando el nivel de ruido esté comprendido entre 85 - 90 decibelios, se tomarán las mismas medidas que en el caso anterior pero, se repetirán las audiometrías cada 3 años.
- Si el nivel de ruido diario equivalente resulta superior a 90 decibelios o de 140 de nivel pico, será obligatorio el uso de los protectores auditivos, colocando la preceptiva señal informativa. Además, previo al inicio de los trabajos, se realizará el reconocimiento de la función auditiva, que se repetirá cada año. La zona estará delimitada y el acceso será restringido. También se adoptarán medidas técnicas para su reducción.

b) Amianto

Es frecuente la presencia de amianto en los trabajos de demolición de naves industriales, en las planchas de fibrocemento que se utilizan en las cubiertas. Dispone de regulación específica, contenida en su Reglamento, OM 31 de octubre de 1984, modificado por la OM 7 de enero de 1987 y OM 22 de diciembre de 1987.

Su reglamento exige entre otras medidas las siguientes:

- La realización obligatoria de un plan específico de trabajo.
- La utilización de medidas de protección individual, control ambiental, control médico y medidas de higiene personal (fig. 6.25)²¹⁸.



Figura 6.25.- Equipos de protección individual para trabajos de especial riesgo.

²¹⁸ Euskadi (2009). *Seguridad práctica en la construcción*. Consultada el 19 de diciembre de 2014, en https://www.euskadi.net/contenidos/libro/seguridad_200930/es_200930/adjuntos/Seguridad_practica_en_la_construccion.pdf

- Se documentará, se archivará y se comunicará a la autoridad laboral.
- Habrá un máximo de concentración permisible y se limitará el tiempo de exposición al agente de riesgo.
- A los trabajadores se les instruirá y recibirán una formación específica sobre este agente cancerígeno.

c) Productos cancerígenos

Los hidrocarburos aromáticos de los alquitranes y breas de hulla son otros productos cancerígenos que se pueden encontrar en obras con una regulación preventiva propia. El Real Decreto 665/1997 regula medidas particulares, como son: evaluaciones específicas, sustitución por otros productos, reducción de la exposición, medidas de higiene personal, reconocimientos médicos, documentación para el seguimiento, equipos de protección personal, información a la autoridad laboral y sanitarias, información y formación a trabajadores.

d) Plomo metálico

Otro agente de riesgo que tenía una regulación propia, aunque actualmente está derogada, es el plomo metálico, que puede encontrarse en determinados trabajos como son: trabajos de demolición, de oxicorte de materiales recubiertos con pinturas de plomo, o trabajos de soldadura en plomo en lugares cerrados.

En la actualidad, el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre medidas de protección contra agentes químicos es el que contiene el valor límite frente al contaminante y el resto de las medidas preventivas.²¹⁹

C) Requisitos mínimos de los locales de utilización por los trabajadores y de primeros auxilios

- *Real Decreto 1627/1997, anexo IV, parte AOLC, arts. 334 al 344*

En este apartado se van a analizar las medidas preventivas dirigidas al bienestar, higiene y descanso de los trabajadores, en cuanto a la obligación de instalar vestuarios, servicios, aseos, locales de descanso o alojamiento y primeros auxilios en las obras que señalan las normas indicadas arriba.

1) Vestuarios

En la obra es obligatorio disponer de vestuarios cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo. Estos vestuarios deberán estar dotados con

²¹⁹ SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 218

taquillas con cerradura y asientos, tener buena ventilación e instalación eléctrica para alumbrado y ser de fácil acceso. Aunque la norma no indica las dimensiones mínimas de los vestuarios, deberán tener las suficientes para que los trabajadores puedan cambiarse de ropa sin ningún apuro.

La anterior normativa contenida en la derogada Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo fijaba que los vestuarios tendrían al menos una superficie mínima de 2 m² por cada trabajador que haya de utilizarlos simultáneamente.

2) Aseos y servicios higiénicos

Por la suciedad de los trabajos en las obras de construcción y para que los trabajadores puedan realizar sus necesidades fisiológicas de forma adecuada, estas instalaciones son imprescindibles.

I. Aseos

El R.D. 1627/1997 establece que deberán disponerse en todas las obras, lavabos en números suficientes y apropiados con agua corriente y caliente si fuera necesario, habiendo un grifo por cada diez trabajadores.

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, también se dispondrán de duchas apropiadas y en número suficiente, siendo el mínimo uno por cada diez trabajadores, y al menos una cuarta parte de éstas se instalarán en cabinas individuales.

II. Servicios higiénicos

En cuanto a los servicios higiénicos, la norma señala que se dispondrá de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos. Dichos retretes estarán en las proximidades de sus puestos de trabajo, de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos.

Aunque la normativa no incide sobre el número de retretes que debe existir en una obra, podemos tomar como referencia la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo que marcaba uno por cada 25 trabajadores (fig. 6.26)²²⁰.

²²⁰ UNIC (n.d.). *Casetas de obra*. Consultada el 14 de diciembre de 2014 en <http://www.catunic.com/construccion/venta/casetas-de-obra-102.html>



Figura 6.26.- Instalaciones de bienestar. Caseta sanitaria.

3) Comedor y locales de descanso o de alojamiento

I. Comedor

Según la normativa, los trabajadores deberán de disponer de instalaciones para poder comer y para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud. Sólo por acuerdo con los trabajadores o con sus representante se podrá suprimir la obligación que tiene la empresa de instalarlos, y sustituirlas por otra alternativa de cara a facilitar la comida a los trabajadores (fig. 6.27)²²¹.

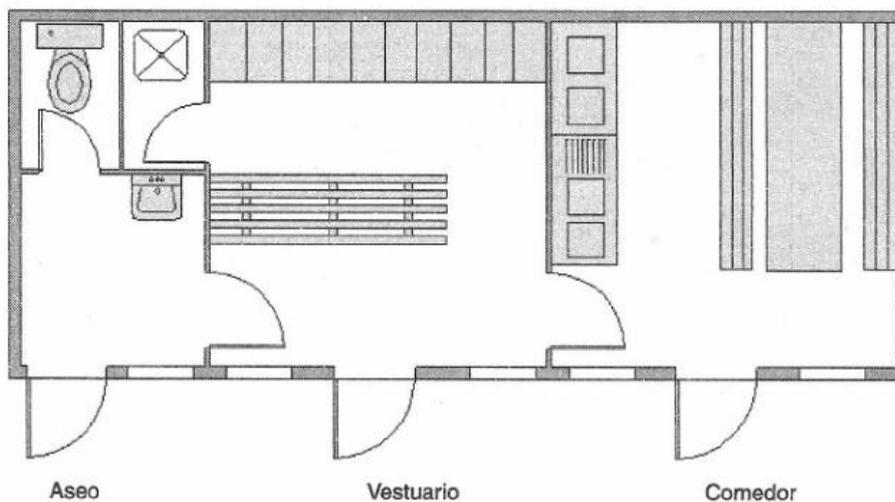


Figura 6.27.- Instalaciones de bienestar. Construcciones de uso múltiple.

También dispondrán los trabajadores de agua potable, o de otras bebidas no alcohólicas en cantidad suficiente, tanto en las instalaciones, como en cercanía de los puestos de trabajo.

²²¹ POCH, Oriol; CABRERA, Rosario; MONTANERA, Jaime M. *Op. cit.*, p. 48

II. Locales de descanso o de alojamiento

En cuanto a esto, la norma señala que cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, se deberá de disponer de locales de descanso o de alojamiento de fácil acceso que deberán tener unas dimensiones suficientes y estar equipados con un número de mesas y de asientos con respaldo en función al número de trabajadores, y deberán tomarse medidas para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

Cuando no sea preciso la instalación de este tipo de locales, se deberá tener algún tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

En los locales de alojamiento fijos se dispondrán de salas para comer, esparcimiento y descanso, que estarán dotados de servicios higiénicos y equipados con camas, armarios, mesas y sillas con respaldo para todos los trabajadores.²²²

4) Locales de primeros auxilios

Los primeros auxilios se prestarán por personas con la suficiente formación para garantizar la mejor asistencia médica.

Los locales para primeros auxilios estarán dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tendrán fácil acceso para las camillas. Conforme al Real Decreto 485/1997, deberán estar señalizados y se dispondrá de forma clara y visible de la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

La existencia de un local de primeros auxilios dependerá del número de trabajadores presentes en la obra y de la peligrosidad de los trabajos que se realicen. Se dotará dichos lugares de un botiquín con elementos higiénicos y fármacos esenciales para proceder a una primera cura de urgencia (gasas estériles, algodón, desinfectantes, analgésicos, etc.), camilla y agua. También es necesario tener previsto un vehículo o medio de transporte que se podrá utilizar para el traslado urgente de algún trabajador en caso de necesidad.

Cuando el número de trabajadores sea superior a 250, habrá un ayudante técnico sanitario al frente del lugar donde se prestarán los primeros auxilios pero, en caso contrario, la empresa proveerá trabajadores con conocimientos adecuados para prestar esos primeros auxilios, como medidas de emergencia que son.

²²² SÁNCHEZ DE LA ARENA, Miguel Ángel. *Op. cit.*, p. 219-221

6.4.4 NUEVOS MATERIALES Y LA SEGURIDAD

La evolución de la arquitectura y de su seguridad viene marcada, a parte de la existencia de abundantes legislaciones que los regulan, también por la utilización de nuevos materiales, como son el hierro y el hormigón en esta época.

A) Hierro

El uso de hierro en la construcción se remonta a los tiempos de la Antigua Grecia. En la Edad Media se empleaban elementos de hierro en las naves laterales de las catedrales. Pero, no fue hasta principios del siglo XIX que se comenzó a emplear el acero en la construcción de estructuras, debido a su gran resistencia, funcionalidad y la posibilidad de crear espacios libres sin necesidad de arcos ni cúpulas, llegando a su auge con la producción estandarizada de piezas, dando nacimiento a una nueva arquitectura, la arquitectura del hierro.

Existen tres obras significativas del siglo XIX exponentes de esa revolución: La primera es el Palacio de Cristal, de Joseph Paxton. Un edificio de enorme capacidad (70.000 m²) construida en Londres en 1851 para la Exposición Universal. En su concepción establece de manera premonitoria la utilización del vidrio como piel principal de sus fachadas.

En la Exposición de París de 1889, el ingeniero Duter presenta su diseño la Galerie des Machine, un edificio que descubre las ventajas plásticas del metal con una estructura ligera y mínima que permite alcanzar grandes luces con una transparencia nunca lograda antes.

Otra obra ejecutada con hierro fue la famosa Torre Eiffel (París, Francia), levantado por Gustave Eiffel entre los años 1887 y 1889, que se convertiría en símbolo de la nueva arquitectura.

Entre las variadas gamas de aceros existentes, se utilizan los laminados y perfilados, como las barras normalizadas, que responden a rigurosos criterios. Al tratar de elevar sus cualidades de resistencia pueden encontrarse en combinación con pequeños porcentajes de los siguientes elementos: manganeso, cromo, silicio y cobre.

En lo referente a la seguridad en construcción podríamos decir que este material tiene una gran importancia. Debido a sus características, como su gran resistencia mecánica y dureza, se ha utilizado para la fabricación de diversas herramientas (martillos, cinceles, punzones, cizallas, etc.), equipos o medios auxiliares (puntales metálicos, escaleras de mano, plataforma de soldador, torreta o castillete de

hormigonado, andamios, etc.) y maquinarias (mesa de sierra, grúa, retroexcavadora, motoniveladoras, bulldozer, dumper, pala cargadora, etc.) que contribuyen a un desarrollo seguro de las obras. Incluso, se ha llegado a utilizar como barras para darle mayor resistencia a nuestras edificaciones al armar las estructuras de hormigón con ellas, agregándole otra aplicación, la de seguridad de utilización.

B) Hormigón

Otra innovación importante fue la invención del hormigón armado y ambas innovaciones juntas – las estructuras metálicas y el hormigón permitieron que se levantaran por primera vez edificios de más de veinte plantas.

El hormigón armado tuvo su origen en Francia. En 1854 el industrial Lambot descubre el aumento de resistencia del hormigón al armarlo con hierro y construye la primera embarcación con estos materiales, que aún se conserva y se exhibe en el Parque de Miraval.

Los almacenes Carson también responden a la construcción por esqueleto basada en la utilización de los nuevos materiales, como el hormigón armado, cuyas características son: mayor compresión, más plasticidad y capacidad de adaptación a los moldes donde se vierte, y gran resistencia al fuego, exigencia casi imprescindible en los edificios de este momento.

La estabilidad que le confiere al edificio el hecho de emplear hormigón armado y, a diferencia de las estructuras puramente metálicas, el hecho de que es un material resistente al fuego contribuye a la seguridad de utilización de nuestras obras.

Ante la necesidad de proteger el acero frente al fuego en las estructuras metálicas se ha visto como una buena protección el hormigón (fig. 6.28)²²³.

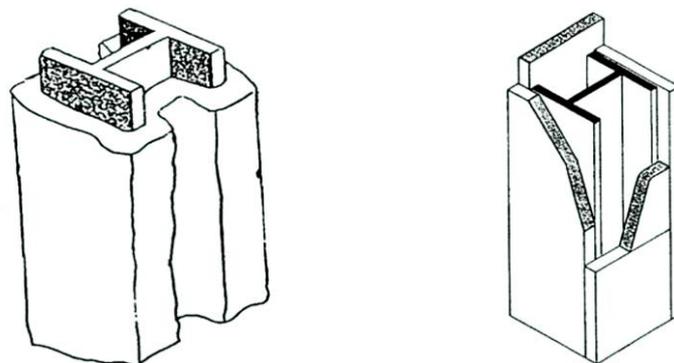


Figura 6.28.- Resistencia al fuego del hormigón. Protección para el acero.

²²³ Ingemecánica (n.d.). *Comportamiento del acero con la temperatura*. Consultada el 15 de enero de 2015, en <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn107.html>

Al igual que las estructuras metálicas, la grúa torre tiene necesidad de una cimentación superficial de hormigón para su anclaje (fig. 6.29)²²⁴ cuando no es viable el uso de chasis de base, para así prevenir su vuelco.



Figura 6.29.- Grúa torre anclada en hormigón.

6.4.5 LOS MEDIOS AUXILIARES Y LA “SEGURIDAD INTEGRADA” EN CONSTRUCCIÓN

La sola aplicación de un conjunto de normas no garantiza la integridad de la vida humana ni la seguridad de las instalaciones. Por lo tanto, es necesario entonces dedicar esfuerzos para el desarrollo de métodos y técnicas conducentes a complementar la aplicación de dichas legislaciones.

La aplicación exitosa de toda norma presupone que todos sus requerimientos serán cumplidos completamente y que el sistema es seguro mientras los sistemas de protección operen cuando sean requeridos. Consecuentemente, se establece como buena práctica de Seguridad Integral el uso conjunto de los códigos y normas de diseño y operación, criterios de seguridad, análisis cuantitativo de riesgos, criterios de diseño por niveles de seguridad y adecuadas operaciones.

El concepto de “Seguridad Integrada” en construcción introduce el empleo de técnicas y sistemas constructivas que utilizan medios auxiliares, en cuyo estudio y diseño va incorporado los requerimientos de seguridad.

Aunque desde el comienzo de esta época hasta nuestros días, hemos avanzado mucho en el campo de la prevención de accidentes en obra, utilizando de forma masiva los sistemas de protección tales como las redes de horca, barandillas, etc. que

²²⁴ Gruas Potain (2012). *La gran duda, anclaje o chasis de base*. Consultada el 15 de enero de 2015, en <http://gruaspotain.mforos.com/1808267/10537795-la-gran-duda-anclaje-o-chasis-de-base/>

nos permiten disminuir el riesgo de caída de altura; pero en determinadas operaciones tales como el cambio de posición de las redes, sustitución de horcas o paños de red averiados, los trabajos de desencofrado, etc. persiste un alto riesgo de accidentes debido a que las dificultades de protección de estos procesos nos llevan a tener que recurrir a la protección personal, a veces poco efectiva. Por lo que concluimos que estos sistemas no han sido lo suficientemente eficaces para erradicar los posibles accidentes, como sería de desear.

Esto hace que la incorporación de los sistemas de prevención de accidentes en los medios auxiliares desde su diseño y fabricación, vienen a mejorar notablemente la eficacia de dichos sistemas.

Los primeros pasos hacia adelante en este camino en el sector de la construcción se han dado en Francia, donde se ha conseguido que los procesos de este tipo tengan aplicación satisfactoria y estén en constante perfeccionamiento. Esto ha permitido su rápida implantación por todos los países de la Unión Europea, y su introducción al principio del siglo XX en España de manos de arquitectos de reconocido prestigio y de empresas de rango internacional con una gran experiencia en este campo.

Este sistema se ha implantado, mayormente, en los encofrados (fig. 6.30)²²⁵. Como sabemos, este medio auxiliar es un elemento caro por cuanto su diseño es complejo y los materiales son costosos. Por lo tanto, cualquier sofisticación que se introduzca debe ser considerada previamente desde el aspecto costo-rendimiento. La contrapartida del mayor costo hay que buscarla en la aplicabilidad generalizada y repetitiva de los moldes, en la seguridad durante el manejo y en la calidad del producto terminado.



Figura 6.30a.- Encofrado de un pilar con protección de plataforma de trabajo a base de barandillas.

²²⁵ PERI (2014). *Encofrado para pilares y columnas*. Consultada el 10 de enero de 2015, en <http://www.peri.es/productos.cfm/fuseaction/anwendungen/subaction/anwendung/id/3.cfm> y ULMA (2014). *Encofrados y andamios para la construcción*. Consultada en <http://www.ulmaconstruccion.es/es-es/encofrados/encofrado-muros-pilares>



Figura 6.30b.- Encofrado vertical a una cara y a dos caras con medidas de protección incorporadas en el propio sistema.



Figura 6.30c.- Sistema de encofrado trepante con protecciones perimetrales integradas.



Figura 6.30d.- Sistema de encofrado modular para ejecución de puentes con seguridad integrada.



Figura 6.30e.- Carro de encofrado para túneles con seguridad integrada.

Con esta técnica se minimizan los tiempos y los costes de la construcción y, además, al incorporar a todos los elementos utilizados el principio de la seguridad integrada, y tener mano de obra especializada en obra, logramos una organización del trabajo muy controlada.

Podemos concluir diciendo que con este tipo de construcción, presentes ya en nuestras obras, se da un paso definitivo hacia adelante en la prevención de accidentes, al permitirnos introducir la Seguridad integrada en los propios medios auxiliares.

Ello nos permite también encarar el futuro de la prevención con cierto optimismo al comprobarse que estos sistemas constructivos vienen a resolver determinados riesgos, tales como el de caídas de altura, que parecían enquistados en nuestra tradicional forma de construir.²²⁶

6.4.6 APLICACIÓN DE LAS NORMAS EN LA SOCIEDAD ACTUAL

Tras el análisis de las disposiciones de seguridad y salud de todas las normas anteriormente mencionadas, podíamos concluir que en materia de prevención de riesgos en las obras se ha conseguido bastante, al menos en comparación con las predecesoras épocas pero, en la práctica, ¿cómo nos está yendo? Veámoslo en el este apartado.

A pesar de todas las normativas de prevención de riesgos que tenemos, actualmente a nuestro alcance, no se ha logrado disminuir o erradicar, tanto como se esperaba, muchos de los riesgos presentes en obra.

²²⁶ CARRETERO ROMERA, Juan Antonio. La aplicación de los sistemas industriales en la construcción y la seguridad integrada. En *Salud y trabajo* [en línea]. Madrid. Consultado el 20 de diciembre de 2014 en http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n%20/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1016673 ISSN 0210-6612, Nº 104, 1994, p. 48-56

Aunque en el siglo XXI se consiguió una evidente reducción de accidentes en los puestos de trabajo de la construcción, se podría decir que, en cierto modo, que la aplicación de estas normas han sido un fracaso al no conseguir llegar a la optimización de su aplicación.

La razón de este gran fracaso es difícil de determinar, pero podríamos achacarlo, principalmente, a la naturaleza humana de comportamiento temerario, al suponer que las medidas de seguridad son ineficaces o que entorpecen el desenvolvimiento del trabajo. También debido al hecho de que los agentes del sector se limitan solamente a disponer aquellos elementos de seguridad mínimos marcados por la ley.

A continuación, basándonos en esto, analizaremos casos reales de incidencias presentes en las obras actuales, provocando la aparición de riesgos en ellas, a pesar de la existente de normativas que las regulan:

A) Cierre de la obra

En las siguientes imágenes se observan irregularidades en el vallado perimetral. No se ha ejecutado con el tipo de valla adecuada para ella y se encuentra en muy mal estado. Hay una falta evidente de señalización o, en caso de haberla, no está a la vista para la correcta visualización de los trabajadores de la obra (fig. 6.31).



Figura 6.31.- Irregularidades en el vallado perimetral. Obra nueva en Ares, A Coruña. Fuente propia.

Según la normativa, el vallado debería estar hecho con chapa plegada, madera o fábricas de bloque o ladrillo; no con valla móvil sobre pies de hormigón. Al cumplir con esto, los transeúntes y los obreros no se distraerían, lo que posiblemente resultaría en menos accidentes o daños para su salud.

B) Condición ambiental de la obra

Esta obra se realiza en condiciones pésimas de limpieza, lo que podría suponer nuevos riesgos en el tajo de trabajo. Además, hay una clara ausencia de señalización de las vías de circulación. Incluso hay presencia de una hoguera en la zona de paso, aumentando de esta manera la posibilidad de incendio en la obra (fig. 6.32).



Figura 6.32.- Condiciones pésimas de limpieza y riesgo de incendio. Obra nueva en Ares, A Coruña. Fuente propia.

Con esto se está incumpliendo lo expuesto en el RD 1627/97 Anexo IV Parte B-8 que dice: *“El trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado”*. Para eliminar o reducir los riesgos a lo que están expuestos los trabajadores al estar la obra en estas condiciones, se deberá poner la señalización adecuada en cada tajo de trabajo, indicando con claridad la zona de paso.

También se mantendrá en todo momento el orden y limpieza en obra y para prevenir incendio, quedaría prohibido terminantemente fumar en la obra y menos aún, hacer hogueras en ella.

C) Trabajos en cubiertas y en cerramientos de exteriores

Se detecta en la fig. 6.33 un riesgo intolerable, debido a la falta del uso necesario del arnés de seguridad del trabajador, ya que podría dar lugar a un grave accidente. Dicho riesgo grave e inminente es la caída de una persona desde distinto nivel.

Esto suele ser causado por la falta de elementos de protección o mala protección a más de 2 m de altura del suelo, creando de esta manera la posibilidad de precipitarse al vacío.

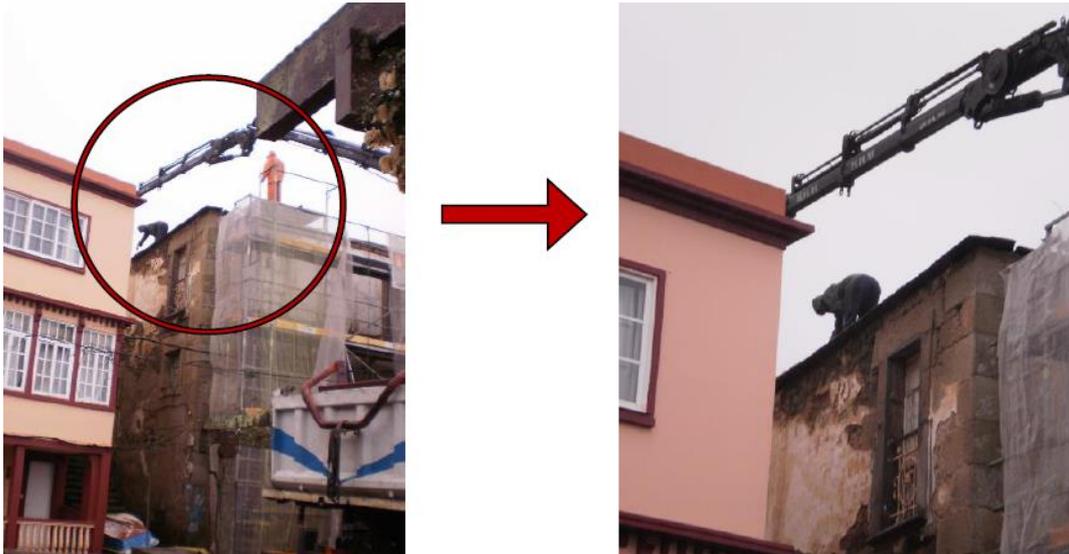


Figura 6.33.- Riesgo de caída de personas a distinto nivel. Falta del uso necesario del arnés de seguridad. Obra de rehabilitación en Mugardos, A Coruña. Fuente propia.

Es obvio la ausencia de protección, tanto colectiva (andamio, redes de seguridad, etc.) como individual (arnés de seguridad anclados a puntos seguros, etc.), algo que es imprescindible en este tipo de trabajos, incumpliendo la normativa RD 1627/97, Anexo IV, Parte C - 3.

D) Instalación y mantenimiento de elementos de protección

En la obra de Ares se aprecia la falta de piezas del andamio ya que la plataforma no es de 60 cm tal como indica la norma y, además, la plataforma inferior está mal asentada al estar colocada sobre un ladrillo, facilitando la pérdida de equilibrio, creando de esta manera riesgos igual de graves que las que intentaban subsanar al colocar el andamio, por ejemplo el riesgo de caída por derrumbamiento del andamio (fig. 6.34).



Figura 6.34.- Riesgo por mal montaje de andamio. Obra de nueva construcción en Ares, A Coruña. Fuente propia.

En cambio, en la obra de reforma de Cambre, el andamio está mal montado, faltan diversas piezas y las que hay son de distintos fabricantes. Este elemento está a punto de derrumbarse (fig. 6.35).



Figura 6.35.- Riesgo de derrumbamiento del andamio. Obra de reforma en El Seijal, Cambre (A Coruña). Fuente propia.

En la tercera obra, al igual que los otros dos andamios, este está mal montado y le faltan piezas. También se apoya una de las plataformas sobre una bolsa de escombros en la cubierta, que, a su vez, podría ocasionar daños graves en el futuro a la cubierta (fig. 6.36).



Figura 6.36.- Riesgo causado por falta de piezas del andamio. Obra nueva en Santa Cecilia, Narón (A Coruña). Fuente propia.

Al observar estas imágenes es evidente el incumplimiento del RD 1627/97, Anexo IV, Parte C-5, en el que se dice que el andamio debe proyectarse, construirse y

mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.

La única manera de neutralizar este riesgo presente en estos casos es realizando una revisión urgente del montaje y estado del andamio, por especialistas conocedores del sistema y tipo de andamio a montar. Se asegurarán que este lleva explícito el marcado CE y homologados, repondrán también las piezas en mal estado o las que faltaban con anterioridad.

E) Trabajos con uso necesario del EPI

En este apartado es patente la falta de uso de los equipos de protección individuales adecuados a cada actividad que se estaba realizando por parte de los trabajadores, tanto los que están en un tajo de trabajo que conlleva riesgos intolerables como los de riesgos triviales.

En la fig. 6.37 se observa como el trabajador no hace uso de las gafas de protección o pantalla facial como establece la norma UNE-EN 175 “Protección individual del ojo. Protectores oculares y faciales para la soldadura y técnicas afines” de noviembre de 1997, arriesgándose a sufrir quemaduras y lesiones oculares.



Figura 6.37.- Riesgo por falta de uso del EPI apropiado. Obra nueva en Plaza de España, Ferrol. Fuente propia.

La ausencia del uso del equipo de protección individual necesario como guantes, cascos, etc. podría dar lugar a síntomas como alteraciones vasculares, alteraciones neurológicas y a trastornos musculares y óseos (fig. 6.38).



Figura 6.38.- Riesgo por ausencia del EPI apropiado. Obra nueva en Plaza de España, Ferrol. Fuente propia.

En este caso hay riesgo de caída de personas a distinto nivel, ya que el trabajador no hace uso de arnés de seguridad ni usa el equipo de protección individual necesario. Incluso, en vez de llevar puesto el casco, lo vemos apoyado sobre las armaduras (fig. 6.39).

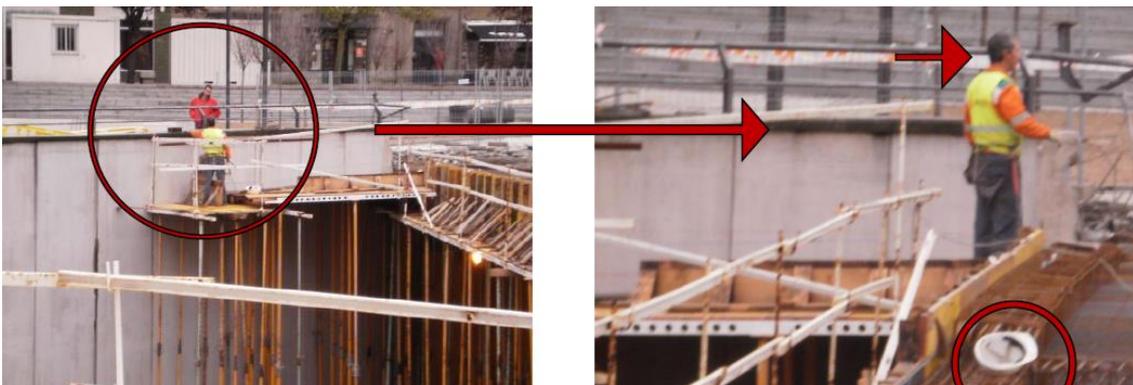


Figura 6.39.- Falta de uso del EPI. Obra nueva en Plaza de España, Ferrol. Fuente propia.

En las siguientes figuras se observa como los trabajadores están cortando las piezas del pavimento y madera sobre la mesa de corte sin hacer uso de las gafas de protección como lo establece el art. 29.2 de la Ley 31/1995, a pesar de que hay un riesgo por proyección de fragmentos o partículas (fig. 6.40 y 6.41).



Figura 6.40.- Ausencia de gafas de protección. Obra nueva en Plaza de España, Ferrol. Fuente propia.



Figura 6.41.- Ausencia de gafas de protección. Obra nueva en Plaza de España, Ferrol. Fuente propia.

Para conseguir una mayor seguridad en obra, los operarios deberán estar provistos de casco y guantes homologados, ya que existen riesgos de caída de objetos por manipulación, cortes y golpes. También existe riesgo de pisadas sobre objetos, subsanado con una obra ordenada y el uso de calzado protector adecuado (RD 773/1997 Equipos de Protección Individual).

Estos EPIs serán de marcado CE y acorde a las categorías de riesgos correspondientes y se obligará su uso en todo momento dentro de la obra, asegurándose del correcto mantenimiento de las mismas.

Observando la mesa de corte que usan los encofradores vemos que la misma no cumple con las medidas de seguridad obligatorias según RD 1215/1997 Anexo II Equipos de Trabajo y NTP-96 INSHT ya que la sierra circular no está homologada (anterior a 01/01/1995), ya que la carcasa no cierra con la mesa y falta el empujador, no cumpliendo con las especificaciones exigidas por norma.

Por lo que se exigirá a la empresa subcontratista el cambio inmediata de la mesa de corte por otra unidad que cumpla las medidas obligatorias de seguridad, ya que existe un riesgo importante de cortes, golpes y contactos con la máquina y con los materiales a cortar y contactos eléctricos indirectos.

F) Trabajos con instalaciones eléctricas

Se detecta un posible riesgo grave por contacto eléctrico directo o indirecto de las líneas de alimentación de los equipos con el andamio, ya que los cables están en mala condición y reparada con papel aluminio (fig. 6.42).

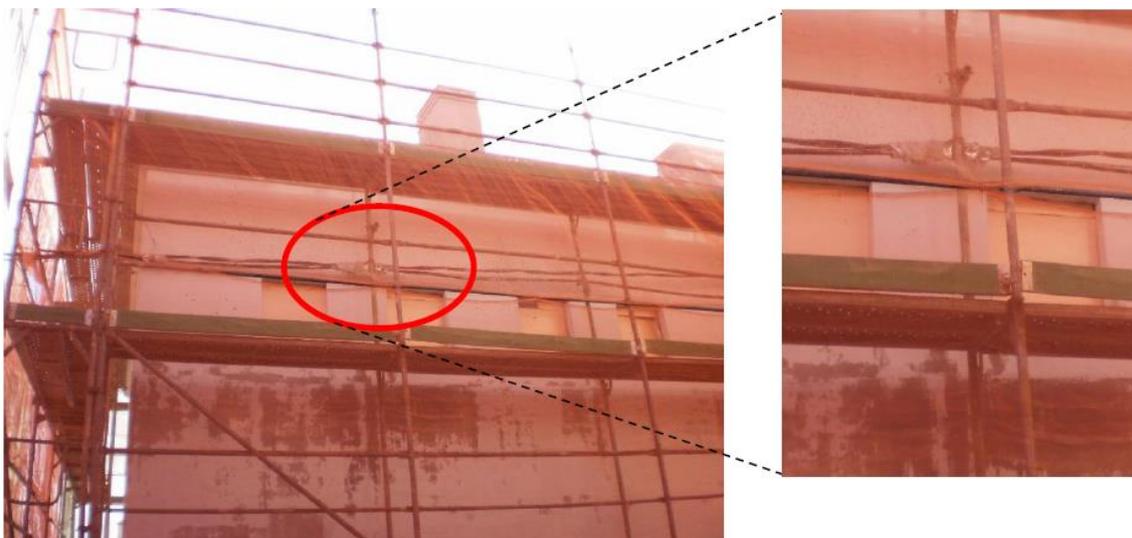


Figura 6.42.- Riesgo por contacto eléctrico. Obra nueva en Ares, A Coruña. Fuente propia.

Esto se ha de corregir procediendo según lo dispuesto en el RD 614/2001 Riesgo Eléctrico.

En primer lugar se procederá al corte de las fuentes de tensión, se bloquearán los órganos de corte, se verificará la ausencia de tensión previa a los trabajos y se verificarán que la puesta a tierra del andamio está correctamente instalada de manera periódica. Sin olvidar alejar los cables conductores y conexiones de las zonas de paso,

recubrir las partes en tensión con material aislante, utilizar tensiones de seguridad y delimitar y señalizar la zona de trabajo.

Todos los trabajos eléctricos serán realizados por personal capacitado y con la debida autorización de trabajo. Durante la duración de los mismos se utilizarán equipos de protección individual con la certificación CE y el grado de aislamiento correspondiente a las tensiones utilizadas.

G) Trabajos con maquinarias

En la fig. 6.43 existe un riesgo grave e inminente por caída de materiales cargados por materiales suspendidos sobre los trabajadores sin ningún tipo de atado, fijación o confinamiento de los mismos. Además, hay un riesgo potencial de contacto eléctrico por la interferencia de una línea eléctrica en el campo de acción de la grúa.



Figura 6.43.- Riesgo por caída de materiales y por contacto eléctrico. Obra nueva en Santa Cecilia, Narón (A Coruña). Fuente propia.

Por lo tanto, se insta al personal de la obra el cumplimiento de las medidas preventivas conforme a Real Decreto 1314/1997 de 1 de agosto, que modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por R D 2291/1985 de 8 noviembre y Manutención, aprobado por R. D. 2291/1985 de 8 noviembre y R.D. 836/2003 de 27 de junio, Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones, disponiendo una jaula para el transporte de materiales sueltos con grúa torre.

En cuanto al riesgo de contactos eléctricos, debido a la posible interferencia de la grúa con una línea eléctrica aérea en el radio de acción de la grúa, se insta a la

contrata a la verificación que el dispositivo limitador del giro de la grúa está correctamente configurado y calibrado.

A continuación (fig. 6.44) vemos a un operario en el radio de acción de la cuchara de la retroexcavadora en movimiento, lo que supone un riesgo grave e inminente.



Figura 6.44.- Riesgo por golpe en el radio de acción de la cuchara. Obra nueva en Santa Cecilia, Narón (A Coruña). Fuente propia.

Con la presencia de un trabajador en el fondo de un vaciado, acción que requiere de la debida autorización para el trabajo de especial riesgo que supone trabajar en zanjas o pozos con peligro de sepultamiento y con el trabajador en el radio de acción de la retroexcavadora, se dará la orden de parada inmediata del tajo y se reiniciará el trabajo una vez que se haya comprobado la situación y subsanado los riesgos.

En ese tajo, se observa una plataforma de elevación móvil estacionada sin calzos y a una distancia inferior a 2 m del borde de un talud, lo cual supone el riesgo por desprendimiento de tierras, resultando en sepultamiento en caso de que haya trabajadores en el interior del vaciado y vuelco de máquina (fig. 6.45).



Figura 6.45.- Riesgo por vuelco del equipo. Obra nueva en Santa Cecilia (A Coruña). Fuente propia.

Ante esto se tomarán las medidas correctoras conforme a lo establecido en la legislación aplicable como son el RD 1627/97 del 24 de octubre, NTE-ADV/1976 de Acondicionamiento del terreno desmontes (vaciado) y NTE-CCT/1977, de cimentaciones, contenciones y taludes.

En la siguiente imagen, durante el izado de los paneles de encofrado, se ve al gruísta en una actitud despreocupada, lo que supone un riesgo inminente por golpe de objeto, puesto que el trabajador está en el rango de acción de la grúa. También se detecta la falta del EPI en el mismo trabajador (chaleco reflectante), cuyo fin es facilitar la visualización de personas durante los trabajos de elevación de cargas (fig. 6.46).



Figura 6.46.- Riesgo de golpe en el radio de acción de una grúa. Obra nueva en El Pilar, Ferrol. Fuente propia.

Se deberá notificar al representante de la contrata la presencia de trabajadores distraídos, hablando durante el izado de los paneles de encofrado lo que supone un riesgo por golpe de objeto y, en peor de los casos, aplastamiento. Se debe poner solución inmediata a dichas faltas.

Como conclusión diremos que casos como los que hemos visto y otros muchos más peligrosos, son igual de temerarios que las situaciones en las que se tomaron las famosas fotografías históricas realizadas por Charles C. Ebbets a principios de los años 30, que se conservan de la construcción del Empire State Building, un edificio de 102 pisos, en Nueva York (fig. 6.47)²²⁷.

²²⁷ Línea Prevención (n.d.). *Los sistemas provisionales de protección*. Consultada el 13 de diciembre de 2014, en http://www.lineaprevencion.com/ProjectMiniSites/IS35/html/2-2-2/2_2_2_1.html y Sobre Fotos (2012). *Empire State Nueva York*. Consultada el 18 de diciembre de 2014, en <http://sobrefotos.com/2008/09/22/empire-state-building-su-construccion/>



Figura 6.47.- Secuencia de fotos de la construcción del Empire State Building en el año 1931, Nueva York.

Es sorprendente, o mejor dicho, desconcertante si se piensa que 3439 obreros trabajaron sin descanso en su construcción, sin las medidas de seguridad de las que hacemos uso actualmente y sin normas de prevención como es el RD 1627/1997 que hemos analizando en este trabajo. Lo que seguramente causó muchos accidentes y fallecimiento de numerosos obreros.

La mayoría de estas fotos corresponden a escenas cotidianas de los obreros que participaron en la construcción de este edificio, tales eran las condiciones de seguridad que se hicieron estas fotos intentando denunciar esta situación. Incluso el título original que era “Lunch a top a Skyscraper” o sea, “Almuerzo en la cima de un rascacielos” rápidamente se convirtió en “Matador”, ya que diariamente morían de 2 a 3 obreros.

Por lo tanto, al observar situaciones de riesgo, paralizaciones de obra o incumplimientos en materia de seguridad como las mencionadas anteriormente, es apropiado reflejarlas en el Libro de Incidencias que se mantendrá siempre en la obra, previsto para el control y seguimiento de la obra.

Tendrán acceso al libro y podrán hacer anotaciones la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud, contratistas, subcontratistas, trabajadores autónomos, personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, representantes de los trabajadores y técnicos

de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes.

Este libro de incidencias será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud, o por la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

Al efectuar una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o la dirección facultativa (cuando no sea necesaria la designación de coordinador) deberá notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores.

En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como, en el supuesto de paralización de los trabajos, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de 24 horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración o, por el contrario, se trata de una nueva observación.

La persona que hubiere ordenado la paralización del trabajo, deberá dar cuenta de ello a la Inspección de Trabajo, a la Seguridad Social, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como, a los representantes de los trabajadores.

CONCLUSIÓN

Como hemos ido viendo a lo largo de este trabajo, podemos afirmar que la seguridad es tan antigua como la propia humanidad. El ser humano siempre ha tenido ese instinto de autoprotección por el que inconscientemente intenta evitar y alejarse de los posibles peligros que hay a su alrededor. Por desgracia, no siempre es esto posible, ya que los puestos de trabajos, en especial en el sector de la construcción, están ligados la mayoría de las veces a estos peligros para la salud e integridad de la vida humana, sea por falta de seguridad o simplemente por el factor humano que, sin duda alguna, constituye un importante agente a tener en cuenta a la hora de analizar la seguridad en las obras.

A pesar de que el ser humano siempre ha tenido la necesidad de protegerse ante hechos que ponen en riesgo su vida, no fue hasta relativamente poco que se le dio la merecida importancia a la seguridad en el trabajo.

En la Prehistoria, nuestros antepasados no pudieron ni supieron cómo neutralizar estos riesgos a los que estaban expuestos, a pesar de sus esfuerzos en mejorar su modo de vida pasando de una vida nómada a sedimentaria. No obstante, en las antiguas civilizaciones ya se empieza a vislumbrar cierta preocupación por la seguridad y salud de los ciudadanos llegando a culminar esto en legislaciones tan estrictas como es el “Código de Hammurabi” (1700 a.C.) de la civilización de Mesopotamia, una mejora de la Ley del Tali3n y un antecedente del resarcimiento del da3o.

Ya en la sociedad cl3sica, la cultura constructiva adquiri3o gran apogeo, sabiendo que era una actividad arriesgada, fue necesario la creaci3n una legislaci3n espec3fica que regulara algunos aspectos de la construcci3n para prevenir los accidentes de las obras que hasta entonces, seguramente, eran excesivos; en vista de la gran necesidad de mano de obra, generalmente, no especializadas en las obras. Aunque hubo grandes avances en los artilugios constructivos y en los materiales empleados, no sirvieron para combatir los riesgos presentes en las obras de construcci3n, a excepci3n del riesgo del sobreesfuerzo.

En esta misma época, personajes como Hipócrates, Galeno y Plinio profundizaron en las enfermedades profesionales y condiciones de trabajo; identificando las medidas a tomar para prevenirlos.

Las condiciones de trabajo de los trabajadores o esclavos que era verdaderamente precaria, motivaron enfrentamientos que desembocaron en la conocida como la primera huelga general de la historia, resultando luego en la legislación de las leyes de Solón y la ley de las XII Tablas en el siglo V a.C, textos legales que contenían normas para regular la convivencia del pueblo romano.

Aunque en la Edad Media se consideraba los accidentes como resultado de acciones fortuitas y la acción reparadora, ya se veía mediante las cartas pueblas, los fueros, textos jurídicos y las ordenanzas municipales, cierta inquietud por la seguridad de los trabajadores al establecer la jornada, el horario y los descansos de éstos. Fue en esta época cuando los gremios ejercieron cierto control y monopolio sobre las actividades de los trabajadores; contribuyendo a la formación de éstos que dio lugar a un profundo conocimiento de los oficios, y por tanto, de los riesgos que comportaban. Además crearon asociaciones de socorro para los enfermos y para la familia de los muertos.

A pesar del gran repertorio de la maquinaria medieval, no hubo avances significativos en materia de prevención de los riesgos presentes en obra; seguía existiendo riesgos de vuelco de maquinaria, riesgo de caída desde altura, etc.

Llegando a la Edad Moderna, vemos una gran concienciación de los riesgos que atañe a los trabajadores y en especial a los del sector de construcción. Tal como muestra el cuadro del albañil herido de Goya, había ya sensibilidad por las lesiones de estos trabajadores. Esto propició la promulgación del Edicto del Real Consejo de Castilla, el 3 de diciembre de 1758, en el que se contienen normas para atajar el elevado número de accidentes que padecen los albañiles al caer de los andamios. Aunque no hubo avances en el repertorio de maquinarias o herramientas de la época en comparación con la Edad Media, los descubrimientos en materia de seguridad y salud en el trabajo fueron trascendentales.

Fueron en los siglos XVI y XVII cuando encontramos las primeras referencias claras que nos permiten hablar de una cierta regulación de la seguridad en el trabajo. Los gremios pusieron en marcha ciertas actuaciones para evitar el elevado número de accidentes que tenían lugar en los talleres y se promulgaron las Leyes de Indias que van a suponer un cierto freno a los abusos a que eran sometidos los trabajadores suavizándose así las durísimas condiciones de trabajo de los mismos. Las

Ordenanzas prohibían trabajar en domingo, obligaban la fijación de horarios y estipulaban el establecimiento del salario. Incluso, fue en esta época cuando apareció la figura del Veedor o Alarife, cuerpo de inspección que hacía que se cumpliera las Ordenanzas.

Hacia la mitad del siglo XVII, Ramazzini estudió las enfermedades de los trabajadores y artesanos de su comunidad y las relacionó con las condiciones en las que se realizaba el trabajo y los productos y materiales que utilizaba, llegando a contribuir notablemente en el conocimiento de las condiciones de trabajo y de las enfermedades profesionales.

Con la Revolución Industrial en el siglo XIX se incrementaron notablemente los accidentes relacionados con el trabajo, a medida que la industrialización avanzaba, se empezó a apreciar que las ausencias o desapariciones de trabajadores planteaban problemas para la buena marcha de la producción. Esto motivó el Bando promulgado por José Bertrán i Ros, el 7 de septiembre de 1853, dictando normas sobre cómo han de formarse los andamios y dirigiendo las responsabilidades en el caso de accidentes hacia los directores de las obras.

En general, el proceso es siempre el mismo: se incrementa la actividad productiva, aumenta la población trabajadora y suben las cifras que cuantifican los distintos tipos de accidentes. Lo mismo sucedió en esta ocasión, por lo que las Autoridades, preocupadas con las elevadas cifras de siniestralidad, deciden dictar normas para atajar los males.

El 30 de enero de 1900, se promulgó la conocida como “Ley Dato”, y es el punto de partida para las más de 130 Disposiciones vigentes de distinto rango, siendo la última la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, que cambió la reparación del daño por la acción preventiva.

Tras la incorporación de España a la Unión Europea, entre los años 1990 y 1992, se desarrolló una campaña de formación para reciclar los conocimientos en seguridad y capacitar a profesionales para hacer frente al reto que la sociedad les proponía. También se publicaron tratados, modelos, métodos de trabajo, soluciones técnicas, se prodigaron sesiones técnicas, conferencias y cursos para facilitar la mejora de las condiciones de trabajo en las obras.

Con la aprobación de la Directiva 89/391/CEE, la conocida como la ‘Directiva Marco’, que luego se transpone al Derecho Positivo Español mediante la Ley 31/1995, de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, relativa a la aplicación de

medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo, se marcó un antes y un después en la historia de la seguridad en los puestos trabajos y las expectativas de cara a la mejoría de las condiciones de trabajo eran elevadas.

Como desarrollo de la citada ley aparece el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, sobre condiciones mínimas de seguridad en las obras, que a su vez es transposición de la Directiva 92/57 conocida como de obras móviles o de duración temporal que ha causado y sigue causando notable revuelo en el sector.

Sin embargo, los porcentajes obtenidos de los índices de frecuencia y de incidencia que encontramos en la figura 6.2 mostraron que los efectos preventivos tanto de La ley de Prevención de Riesgos Laborales, como del Real Decreto 1627/1997, constituyeron un claro fracaso de las políticas preventivas frente a la siniestralidad en nuestro país, especialmente en la construcción, ya que según la gráfica el índice de incidencia seguía en aumento hasta principios del siglo XXI.

Aunque en el siglo XXI descendieron considerablemente los accidentes en los puestos de trabajo de la construcción gracias a la aplicación de estas normativas, seguían siendo bastante altos en comparación con otros sectores, así lo muestra el siguiente índice de incidencia por sector de 2011 (fig. 6.48).

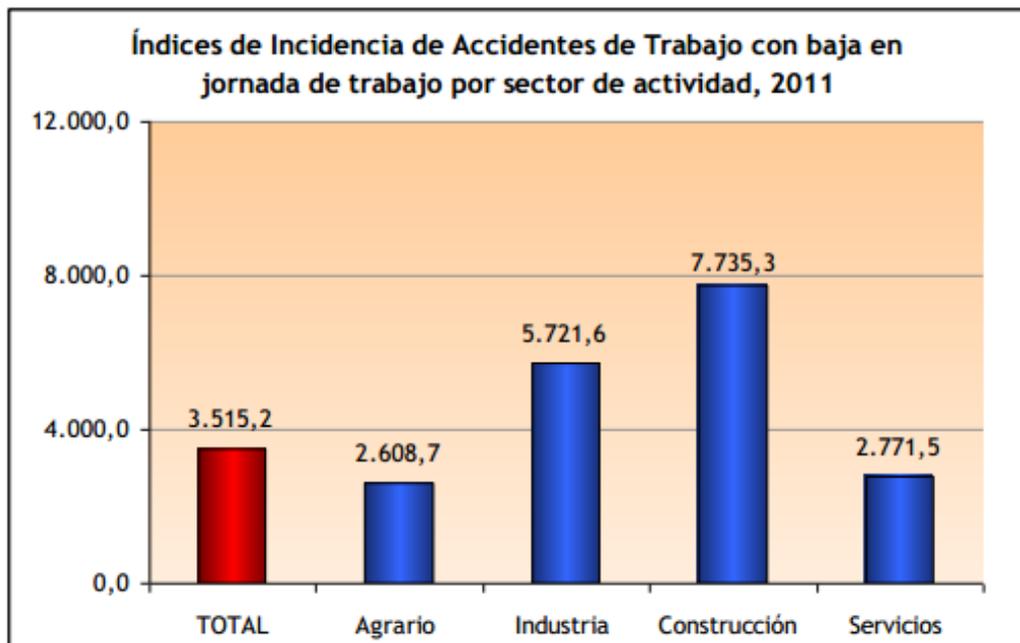


Figura 6.48.- Índices de incidencia de accidentes de trabajo. Fuente: Anuario de Estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales 2011. MEYSS

Esto podría hacer que nos preguntáramos si la seguridad laboral "*optima*" en la construcción es una meta inalcanzable, viendo los resultados de la aplicación de las normas citadas anteriores. Incluso, ante estos datos, podríamos sentirnos tentados a razonar, como se escucha con bastante frecuencia, que los accidentes son una consecuencia inevitable de los trabajos de construcción, ya que estos son intrínsecamente peligrosos; que las medidas de seguridad no son compatibles con la forma que hay que realizar determinados trabajos o que son ineficaces en muchas ocasiones e incluso pueden suponer un entorpecimiento para el correcto desenvolvimiento del trabajador; o por último, concluir que el accidente es consecuencia de la inexperiencia del trabajador que frecuentemente asume un alto nivel de voluntad y predisposición situaciones de elevado nivel de riesgo que no tiene por qué afrontar.

Pero no debemos rendirnos ante el fracaso, sino preguntarnos: ¿cuál sería la solución más eficaz?, ¿qué debe hacerse para que el trabajo no sea contrario a la salud?, ¿cómo reconvertir el trabajo en fuente de vida como en la Edad Media? o, simplemente, ¿qué estamos haciendo mal?

Ha llegado el momento de dar respuesta contundente y definitiva al problema, rompiendo con esa asunción del daño como algo ineludible en la actividad profesional.

Habrà que dar algún golpe de timón para que la cosa cambie. Hemos llegado a un punto en el que sólo es exigible el cumplimiento formal de la documentación generada en materia preventiva, ya que el centrarse en la burocracia suele neutralizar la aplicación eficiente de la normativa reglamentaria en vigor, por lo que el control de la misma, debe practicarse desde el análisis de la situación, que genere recomendaciones prácticas concretas, que puedan hacerse realidad aceptándolas como de interés común o en casos extremos de incumplimiento reiterado, aplicando medidas coercitivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARDONEDO FREIRE**, Antonio José; **BETANCOURT SERNA**, Fernando. *Régimen jurídico de la construcción en las Partidas de Alfonso X El Sabio*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 11-19.
- ALBARDONEDO FREIRE**, Antonio José. *Fuentes legales sobre construcción: las Ordenanzas de Sevilla (1527)*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 1-12.
- ARIAS GALLEGOS**, Walter Lizandro. Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*. 2012, n. 13(3), p. 45-52.
- AROCA HERNÁNDEZ-ROS**, Ricardo; **GONZÁLEZ REDONDO**, Esperanza. *Tipificación de las soluciones constructivas de la edificación doméstica madrileña de los siglos XVIII y XIX*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 49-61.
- BALLESTEROS REYES PÉREZ**, Ricardo; **GARCÍA RIVERA**, Félix N. *Seguridad y Salud en la Construcción, Caso de Estudio: Recomendaciones de Seguridad Aplicadas en el P.H. La Yesca*. Dirigida por Luis Zarate Rocha. Tesis doctoral inédita. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, 2010.
- BASSEGODA NONELL**, Joan. *Tradición e innovaciones técnicas en la arquitectura de Gaudí*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 97-102.
- BENITO PRADILLO**, M^a Ángeles. *La catedral de Ávila: Evolución constructiva y análisis estructural*. Dirigida por José Miguel Ávila Jalvo. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, 2011. 368 p.
- BETANCOURT SERNA**, Fernando. *Normativa y legislación constructiva en la Antigüedad y en la Alta Edad Media*. En Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 76-94.
- CABANILLAS**, M. (2009). *El Panteón de Agripa era usado por los romanos como un enorme reloj solar*. Consultada el 12 de mayo de 2014, Disponible en: <<http://www.culturaclasica.com/>>
- CALAMA RODRÍGUEZ**, José M^a; **GRACIANI GRACÍA**, Amparo. *Sistemas de encimbrado y apeos en la restauración monumental española durante el siglo XIX*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 153-164.
- CAMACHO VEGA**, J.C.; **GÓMEZ JURADO**, F.J. Los jefes de obra, los grandes desconocidos. *Revista Gestión práctica de Riesgos Laborales* [en línea]. Octubre, 2009, n. 64, p. 42. Consultada el 20 de julio de 2014. Disponible en web:

<<http://riesgoslaborales.wke.es/%20articulos/los-jefes-de-obra-los-grandes-desconocidos>>

- CÁMARA MUÑOZ**, Alicia. *Los ingenieros militares de la monarquía hispánica en los siglos XVII y XVIII*. Madrid: Ministerio de Defensa, 2005. 381 p.
- CAPEL**, Horacio; **URTEAGA**, Luis. *Las nuevas geografías*. Barcelona: Salvat Ediciones Generales, S.A. 1991.
- CARRETERO ROMERA**, Juan Antonio. La aplicación de los sistemas industriales en la construcción y la seguridad integrada. En *Salud y trabajo* [en línea]. Madrid. Consultado el 20 de diciembre de 2014 en <http://www.mapfre.com/documentacion/publico/> ISSN 0210-6612, Nº 104, 1994, p. 48-56
- CASALS COSTA**, Vicente. Ciencia, política y territorio: La construcción del paradigma regional en la Península Ibérica. *Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. 2002, n. 5, p. 79-104. ISSN 1138-9788.
- CELMA**, J.J. *Geotecnia e Ingeniería Civil. Una aproximación (reflexión) histórica*. Valencia: Inter Técnica, 2003.
- CENIVAL**, Jean Louis de. *Egipto: Época faraónica*. Barcelona: Garriga, 1964.
- DURAND**, R. *Historia universal*. Arequipa: Faraday, 2005.
- DURÁN**, F. Informe sobre riesgos laborales y su prevención. La seguridad y la salud en el trabajo en España. Madrid: Presidencia del Gobierno, 2001.
- EDWARDS**, I.E.S. *Las pirámides de Egipto*. Barcelona: Crítica, 2011. 317p. ISBN 978-84-9892-212-7.
- ESPEO SANTIAGO**, José Avelino et al. *Coordinadores de seguridad y salud en el sector de la construcción. Manual para la formación*. Valladolid: Lex Nova, 2005. 899 p. ISBN 84-8406-639-8.
- FERNÁNDEZ**, E. *Diagnóstico neuropsicológico*. Arequipa: UNSA, 2000.
- FERNÁNDEZ CABO**, José Luis. *Los criterios de diseño de estructuras entre los siglos XIX y XX. Herramientas lógicas y analógicas*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 285-290.
- FERNÁNDEZ REDONDO**, Mario. *Agentes de la Edificación. Ley Orgánica de la Edificación L. 38/99* [en línea]. Consultada el 15 de julio de 2014. Disponible en web: <[http://agaca.coop/docs/AGENTES %20DE% 20LA%20EDIFICACION.pdf](http://agaca.coop/docs/AGENTES%20DE%20LA%20EDIFICACION.pdf)>
- FINLEY**, M. I. *Los griegos en la antigüedad*. Barcelona: Nueva Colección Labor, 1982.
- FUSCO**, Renato de. *Historia de la arquitectura contemporánea*. Madrid: Celeste Ediciones, 1992. Cap. 1, El eclecticismo historicista, p. 11-96.
- GALLEGO FERNÁNDEZ**, Joan; **ZORRILLA SISNIEGA**, Luis. *Maquinaria de elevación. Procedimientos de trabajos seguros y amarre de cargas*. Madrid: Tornapunta, 2011. 244 p. ISBN 978-84-15205-16-6.
- GARCÍA BALLESTER**, Luis y otros. *Historia de la Ciencia y de la Técnica en la Corona de Castilla*. Junta de Castilla y León. Valladolid, 2002.
- GARCÍA FERRERAS**, Rafael. *Seguridad y salud en las obras*. Barcelona: Ceac, 2002. 239 p. ISBN 84-329-3056-3.

- GEBHARDT**, Víctor. *Los dioses de Grecia y Roma*. Barcelona: Espasa, 1880. Tomo II.
- GÓNZALEZ REDONDO**, Esperanza; **AROCA HERNÁNDEZ-ROS**, Ricardo. *Cimbrado y descimbrado de puentes en el siglo XVIII: Perrinet*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 519-527.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo. *Algunas notas sobre las piezas cerámicas en la construcción mesopotámica*, en Actas del V Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan Herrera. Burgos, junio de 2007 p. 499-512.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo. *Aportaciones de Heródoto de Halicarnaso al conocimiento de la construcción en la antigüedad*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 451-468.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo. *Aportaciones medievales a la maquinaria de construcción*, en Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. A Coruña, octubre de 1998, p. 217-223.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo. *Depósitos fundacionales en las cimentaciones mesopotámicas y egipcias*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 537-546.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo (Ed.). *La técnica de la arquitectura en la antigüedad (2º Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011. 255 p.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo (Ed.). *La técnica de la arquitectura medieval (2º Edición)*. Universidad de Sevilla, 2011. 380 p. ISBN 978-84-472-1287-3.
- GRACIANI GARCÍA**, Amparo. *Una aproximación a las fábricas de albañilería en ladrillo en la construcción mesopotámica. El descubrimiento de la adherencia y la traba*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 547-559.
- IGNACIO VICENS**, Guillermo de; **FLÓREZ DE LA COLINA**, M^a Aurora; **PÉREZ MARTÍN**, José L. J. *Medios de elevación de materiales en la construcción medieval*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 1113-1122.
- La construcción en la antigua Roma* [en línea]. En: El maestro de obras, 2011. Consultada el 29 de mayo de 2014. Disponible en web: <<http://elmaestrodecasas.blogspot.com.es/2011/06/la-construccion-en-la-antigua-roma.html>>
- LEÓN VALLEJO**, Francisco Javier. *Construcción del hábitat en la Edad de Piedra*, en Actas del II Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. A Coruña, octubre de 1998, p. 273-283.
- LÓPEZ MANZANARES**, Gema. *Proyecto y cálculo de cimbras en el siglo XVIII*, en Actas del I Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Madrid, septiembre de 1996, p. 313-315.
- LORDA IÑARRA**, Joaquín; **MARTÍNEZ RODRÍGUEZ**, Angélica. *Las grúas de Juan de Herrera*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 623-628.

- MACHICADO**, Jorge. *Las doce Tablas* [en línea]. En: Apuntes jurídicos, 2014. Consultada el 28 de mayo de 2014. Disponible en web: <<http://jorgemachicado.blogspot.com.es/2009/05/12t.html#top/>>
- MAGRO MORO**, Julián V. *Textos para una historia de la construcción*. Universidad Politécnica de Valencia, 1994. Cap. 2, La construcción en la antigua Grecia, p. 83-86.
- MARÍN SÁNCHEZ**, Rafael. *La construcción griega y romana*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2000. 227 p. ISBN 978-84-7721-857-9
- MARTÍNEZ ALCUBILLA**, M. *Códigos Antiguos de España. Colección completa de todos los códigos de España, desde el Fuero Juzgo hasta la Novísima Recopilación*. 2 volúmenes, Madrid, 1885. 2042 p.
- MATEOS**, Miguel Ángel. *Historia Antigua y Medieval*. Agedime, S.L.: Ed. Mediterráneo, 1991.
- MENJOT**, D. Los trabajos de la construcción en 1400: primeros enfoques, *Miscelánea Medieval Murciana*, 1980 (MENJOT, D. La main d'oeuvre des travaux publics en Castilla Méridionale au Bas Moyen Age: L'exemple de Murcie, *Razo*, nº 14, 1993).
- MOLINA BENITO**, José Antonio. *Historia de la seguridad en el trabajo en España*. Junta de Castilla Y León, 2006. 188 p. ISBN 84-689-8477-9.
- MORALES SEGURA**, Mónica et al. *Los puentes de Madrid en la Edad Media*. Construcción y reconstrucciones, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 705-709.
- MUÑOZ CORBALÁN**, Juan Miguel. Sanidad, higiene y arquitectura en el siglo XVIII. Los ingenieros militares: un eslabón en la política sanitaria y hospitalaria borbónica. *Boletín de Arte*, Málaga, Universidad de Málaga-Departamento de Historia del Arte, 1990, p. 119-135.
- OBREGÓN**, M. G. Una semblanza sobre la seguridad industrial. *Revista de Seguridad Industrial*. 2003, n. 10 (2), p. 9-19.
- ORTIZ DE INSAGURBE**, Mercedes Ponce. *Las fuentes documentales para el estudio de la historia de la construcción militar de los siglos XVIII y XIX*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 859-868.
- PAULA MARTÍNEZ**, Francisco de. *Keops, la gran pirámide: ¿se construyó así?* Sevilla: Visión Libros, 2010. 222 p. ISBN 978-84-9886-870-8.
- PÉREZ GUERRA**, Alfonso; **BARCELONA SÁNCHEZ**, Juan. *La Seguridad y Salud en las obras de construcción. Análisis crítico de responsabilidades de los diferentes agentes implicados. Integración de la Prevención de Riesgos Laborales en el Proceso de Edificación*. Bilbao: Asemas, 2010. 167 p.
- PIZARRO GARRIDO**, Nuria et al. *Seguridad en el trabajo*. Madrid: Fundación Confemetal, 2005. 753 p. ISBN 84-96169-57-X.
- POCH**, Oriol; **CABRERA**, Rosario; **MONTANERA**, Jaime M. *Seguridad y salud. Fichas gráficas de información y formación*. Barcelona: Guinovart & OSHA, 2002. 144 p. ISBN 84-88258-91-7.
- RABASA DÍAZ**, Enrique. *Construcción de una bóveda de crucería en el centro de los oficios de León*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 909-917.

- RAMÍREZ CHASCO**, Francisco de Asís. *La técnica de cimentación de puentes hasta el siglo XVIII*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 879-885.
- RUMEU DE ARMAS**, Antonio. *Historia de la Previsión Social en España*. Ed. Albir, S.A. Barcelona, 1981.
- SÁNCHEZ DE LA ARENA**, Miguel Ángel. *Seguridad y salud en las obras de construcción*. Madrid: La Ley-Actualidad, 2001. 356 p. ISBN 84-9725-118-0.
- SÁNCHEZ GARCÍA**, J.A.; **YÁÑEZ RODRIGUEZ**, J.M. *El aparejador y su profesión en Galicia: de los maestros de obras a los arquitectos técnicos*. Santiago de Compostela: Consello Galego de Colexios de Aparelladores e Arquitectos Técnicos, 2001. 340 p. ISBN 84-607-1519-1.
- SÁNCHEZ LEAL**, José. *Bóvedas extremeñas y alentejanas de rosca y sin cimbra*, en Actas del III Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Sevilla, octubre de 2000, p. 995-1003.
- SANTOS DURÁN**, José Luis; **LUIS CALABUIG**, Ángel. *Riesgos derivados de las condiciones de seguridad. Prevención de riesgos profesionales*. Madrid: Apóstrofe, 2005. 399 p. ISBN 84-455-0251-4
- SEGURA GRAIÑO**, Cristina. *A modo de inventario de fuentes documentales de la Edad Media para la Historia de la construcción*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 1009-1016.
- SERRANO DELGADO**, José Miguel. *Textos para la historia antigua de Egipto*. Madrid: Cátedra, D.L. 1993. ISBN 84-376-1219-5.
- SOWERS**, G.B.; **SOWERS**, G.F. *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa-Wiley, 1972.
- TRAMOYERES BLASCO**, Luis. *Instituciones Gremiales: su origen y organización en Valencia*. Valencia, 1982.
- VAS BEEK**, Gus W. *Arcos y bóvedas del Próximo Oriente*, en Investigación y Ciencia, septiembre de 1987, p. 76-84.
- VELA MARTINS**, Natalia. *Desafío y esplendor en la construcción del primer rascacielos madrileño*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 1065-1075.
- VILLANUEVA DOMÍNGUEZ**, Luis de. *Bóvedas de madera*, en Actas del IV Congreso Nacional de Historia de la Construcción. CEHOPU, CEDEX e Instituto Juan de Herrera. Cádiz, enero de 2005, p. 1103-1113.
- VILLARD DE HÔNNECOURT**. *Cuaderno de notas*, Bibliothèque Nationale, París, MS fr 19093.
- VITRUVIO**, Marco Lucio Polion. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Libro X, capítulos I-VI: Edición consultada: Ed. Iberia. Barcelona, 1986, 1ª ed.
- YEPES**, V. *Breve historia de la ingeniería civil y sus procedimientos*. Departamento de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería Civil. Universidad Politécnica de Valencia, 2009.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Herramientas de cacería.....	10
Figura 1.2 Hacha paleolítica de piedra.....	13
Figura 1.3 Hacha neolítica de piedra con mango de madera	13
Figura 1.4 Restos de la Muralla de Piedra de Jericó	16
Figura 2.1 Partes VI y VII del Papiro quirúrgico egipcio	19
Figura 2.2 Estela de basalto del Código de Hammurabi	20
Figura 2.3 Menhir de Mollet	26
Figura 2.4 Rueda de carro hallada cerca de Susa, datada en el II Milenio a.C.	28
Figura 2.5 Grabado que muestra el uso de la rueda en Mesopotamia	28
Figura 2.6a Cinceles de cobre y mazas de madera del Imperio Antiguo	29
Figura 2.6b Representaciones de la elaboración de bloques por cincelado	30
Figura 2.7 Transporte de una estatua. Pintura de la tumba de Dyehutihotep.....	31
Figura 2.8 La Gran Torre de Babel. Pintura flamenca de Pieter Bruegel (1563).....	32
Figura 2.9 Rampa sobre la cara de la pirámide.....	33
Figura 2.10 Figuración de la rampa perimetral envolvente.....	33
Figura 2.11 Rampa/galería interna según J. F. Houdin	34
Figura 2.12 Carril para la elevación de los bloques.....	34
Figura 2.13 Balancín para la elevación de los bloques	36
Figura 2.14 Andamio durante las culturas clásicas	37
Figura 3.1 Detalle de cubierta resuelta con ladrillos de adobe	44
Figura 3.2 Cúpula de hormigón del Panteón de Agripa.....	45
Figura 3.3 Métodos de elevación empleados por los griegos.....	48
Figura 3.4 Otros métodos de anclaje y colocación de los sillares	48

Figura 3.5 Cabrestante con cinco “hombres trepadores” y la reconstrucción de un alto polipasto romano	50
Figura 3.6 Solución económica para la capa de apoyo	52
Figura 3.7 Recibido del sillar para su correcta colocación con palancas	53
Figura 3.8 Esquemas de cimbrado según J.P. Adam.....	55
Figura 4.1 Representación de una cabria de trípode.....	76
Figura 4.2 La Gran Babel. Detalle de la grúa de doble rueda de segundo nivel	77
Figura 4.3 Grúa del puerto de Brujas	78
Figura 4.4 Grúa en voladizo de horca	79
Figura 4.5 Grúa en voladizo, en la construcción de la Catedral de Ávila	79
Figura 4.6 Grúa de eje arriostrado	79
Figura 4.7 Carretilla de mano, Loyset Liédet	80
Figura 4.8 Aportadera para trasladar piedras. Manuscrito fr. 638 del siglo XV	81
Figura 4.9 Sierra. Detalle de la lámina 44 del Cuaderno de Villard de Honnecourt	82
Figura 5.1 El cuadro del albañil herido de Francisco de Goya	85
Figura 5.2 Herramientas utilizados en la Edad Moderna: bujarda, plomadas, tenazas, martillos, cinceles, gubias y gancho de elevación metálico	108
Figura 5.3 Colocación del ladrillo en la obra mediante el uso de hilos guías.....	108
Figura 5.4 Disposición del andamiaje y sección de un muro en construcción con el andamiaje anclado al muro	108
Figura 5.5 Torno de elevación. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún.....	109
Figura 5.6 Grúa de tres patas. Dibujo realizado por Jorge Arruga Sahún	109
Figura 6.1 Evolución del índice de incidencia por sector de actividad en España	132
Figura 6.2 Modelo de vallado de chapa opaca metálica en obra.....	156
Figura 6.3 Marquesina de protección fijada con elementos de tipo de “sargento”	157
Figura 6.4 Equipos de protección individual para los posibles riesgos en obra	159
Figura 6.5a Sistema provisional de protección de huecos verticales.....	159
Figura 6.5b Protección de hueco de escalera mediante barandillas y red.....	160
Figura 6.5c Protección de huecos verticales y horizontales con red o malla	160
Figura 6.5d Protección con redes verticales y pescante tipo horca.....	161

Figura 6.5e Protección mediante perfiles metálicos soldados en taller	161
Figura 6.6 Equipos de protección individual contra caídas en alturas	162
Figura 6.7 Andamio auxiliar móvil con mecanismo especial de anclaje	164
Figura 6.8 Andamio de borriquetas de madera y de metal.....	165
Figura 6.9 Andamio tubular multidireccional con sistema ADAPT	166
Figura 6.10 Andamio colgados para trabajos de cerramientos de fachadas	167
Figura 6.11 Escaleras de mano amarrada y sobresaliendo por encima del lugar de acceso	169
Figura 6.12 Escaleras de tijera con elemento de seguridad que limite su máxima apertura	169
Figura 6.13 Aparato elevador, grúa-torre	171
Figura 6.14 Gancho con pestillo de seguridad, medio auxiliar para la elevación de cargas.....	172
Figura 6.15 Protección colectiva. Talud natural.....	176
Figura 6.16 Apuntalamiento para prevenir el derrumbe de los costados de una excavación.....	176
Figura 6.17 Entibación de zanja mediante paneles de blindaje.....	177
Figura 6.18 Pórtico de balizamiento de un tendido eléctrico	179
Figura 6.19 Barandilla perimetral. Protección colectiva de cubiertas y tejados.....	182
Figura 6.20 Plataforma perimetral. Protección colectiva de cubiertas y tejados	183
Figura 6.21 Pasarelas de trabajo y de acceso. Protección colectiva de cubiertas y tejados.....	183
Figura 6.22 Explosivos, usados cuando no es posible el empleo de maquinarias.....	184
Figura 6.23 Cajón de aire comprimido para la realización de trabajos que supone la construcción de un puente	185
Figura 6.24 Señalizaciones de seguridad y salud en el trabajo.....	187
Figura 6.25 Equipos de protección individual para trabajos de especial riesgo	192
Figura 6.26 Instalaciones de bienestar. Caseta sanitaria	195
Figura 6.27 Instalaciones de bienestar. Construcciones de uso múltiple.....	195
Figura 6.28 Resistencia al fuego del hormigón. Protección para el acero	198

Figura 6.29 Grúa torre anclada en hormigón	199
Figura 6.30a Encofrado de un pilar con protección de plataforma de trabajo a base de barandillas	200
Figura 6.30b Encofrado vertical a una cara y a dos caras con medidas de protección incorporadas en el propio sistema	201
Figura 6.30c Sistema de encofrado trepante con protecciones perimetrales	201
Figura 6.30d Sistema de encofrado modular para ejecución de puentes con seguridad integrada.....	201
Figura 6.30e Carro de encofrado para túneles con seguridad integrada.....	202
Figura 6.31 Irregularidades en el vallado perimetral	203
Figura 6.32 Condiciones pésimas de limpieza y riesgo de incendio.....	204
Figura 6.33 Riesgo de caída de personas a distinto nivel	205
Figura 6.34 Riesgo por mal montaje de andamio.....	205
Figura 6.35 Riesgo de derrumbamiento del andamio.....	206
Figura 6.36 Riesgo causado por falta de piezas del andamio	206
Figura 6.37 Riesgo por falta de uso del EPI apropiado	207
Figura 6.38 Riesgo por ausencia del EPI apropiado	208
Figura 6.39 Falta de uso del EPI.....	208
Figura 6.40 Ausencia de gafas de protección	209
Figura 6.41 Ausencia de gafas de protección	209
Figura 6.42 Riesgo por contacto eléctrico.....	210
Figura 6.43 Riesgo por caída de materiales y por contacto eléctrico	211
Figura 6.44 Riesgo por golpe en el radio de acción de la cuchara	212
Figura 6.45 Riesgo por vuelco del equipo.....	212
Figura 6.46 Riesgo de golpe en el radio de acción de una grúa.....	213
Figura 6.47 Secuencia de fotos de la construcción del Empire State Building en el año 1931, Nueva York	214
Figura 6.48 Índices de incidencia de accidentes de trabajo	219

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 6.1 Normativas españolas aprobadas a raíz de normativas europeas.....	128
Cuadro 6.2 Porcentajes sobre el total de accidentes en construcción.....	131
Cuadro 6.3 Funciones del estudio de seguridad y salud o estudio básico, plan de seguridad y salud, libro de incidencias y medidas de emergencia	140
Cuadro 6.4 Normas tecnológicas de Edificación	142

