

Informe Técnico sobre:

**RIESGO Y SEGURO EN
“LA CONSTRUCCIÓN DE
INFRAESTRUCTURAS CIVILES”**



Ref.: E- 189/199

Madrid, Diciembre 2003

C/ Bárbara de Braganza, 14
28004 MADRID
Tel. 91 581 33 70 – Fax. 91 581 33 80

INDICE

1	INTRODUCCIÓN Y AMBITO DEL ESTUDIO.....	2
2	NATURALEZA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES PRINCIPALES EN LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS CIVILES	8
3	PROCESO GENERAL DE UN PROYECTO	12
4	EL DOCUMENTO PROYECTO	13
5	PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE ADJUDICACIÓN.....	23
6	OPERACIONES BASICAS Y MATERIALES.....	35
7	OBRAS DE URBANIZACION.....	70
8	CARRETERAS	77
9	PUENTES Y VIADUCTOS.....	86
10	TUNELES.....	126
11	ASPECTOS GENERALES DE LA COBERTURA ESTÁNDAR DEL SEGURO TODO RIESGO DE CONSTRUCCIÓN	132
12	BIBLIOGRAFÍA	151
	ANEXO I.- PROCEDIMIENTO ACONSEJADO PARA LIMITAR LOS DAÑOS A TERCEROS Y LA RESPONSABILIDAD EN OBRAS INFRAESTRUCTURA CIVIL.....	155
	ANEXO II.- GUÍA BÁSICA DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN	158
	ANEXO III.- EJEMPLOS DE SINIESTROS TIPO	175

1 INTRODUCCIÓN Y AMBITO DEL ESTUDIO.

El presente documento se elabora con la intención de servir de herramienta práctica de consulta para los diferentes agentes técnicos implicados en el proceso de aseguramiento de las obras de construcción de infraestructuras civiles y, muy en especial, de todo el cuerpo de inspectores-suscriptores de las entidades de seguro directo que diariamente se enfrentan a la, nunca fácil, tarea de identificar, analizar, evaluar y controlar los riesgos inherentes a este tipo de obras.

La enorme diversidad de obras incluidas en el amplio concepto de “infraestructuras civiles” obliga a limitar el ámbito del estudio de manera que aquí se abordan aquellos tipos de obra que, incluidas dentro de la mencionada denominación genérica, creemos son más frecuentes en la cartera de seguros suscritos en el mercado nacional. Y excluyendo del mismo, aquellas obras que por su singularidad, o especial complejidad, entendemos deben ser objeto de estudios muy específicos, citamos a modo de ejemplo, los puertos, aeropuertos, presas, oleoductos...

El documento pretende exponer conceptos técnicos relevantes tanto del entorno jurídico-administrativo de la obra como a nivel de proyecto y de técnicas habituales de ejecución. Conceptos éstos que se intenta abordar evitando, en lo posible, la profusión de tecnicismos no necesarios y procurando al lector una exposición sencilla.

Antes de centrar el ámbito exacto que aborda este estudio, debemos advertir que el concepto de “infraestructura civil” es lo suficientemente amplio como para resultar, en ocasiones, ambiguo. De forma aproximada podemos definirla como un conjunto heterogéneo de elementos, de titularidad tanto pública como privada, realizados típicamente por empresas constructoras y cuyo objeto es prestar servicios distintos a la defensa nacional y a una pluralidad indeterminada de personas proporcionándoles una mejora en su calidad de vida o en las condiciones en que desarrollan actividades económicas.

Las infraestructuras civiles pueden clasificarse en tres categorías: infraestructuras primarias, secundarias y terciarias.

Las **infraestructuras primarias** agruparían todas aquellas destinadas al transporte y la comunicación entre núcleos de población y a la garantía de suministros básicos: caminos rurales y carreteras, vías férreas, puertos y aeropuertos, líneas telegráficas y telefónicas, líneas de transporte de energía, embalses y presas, canales, oleoductos y gaseoductos, etc.

Las **infraestructuras secundarias** serían aquellas que proporcionan servicios de primera necesidad a los habitantes de núcleos poblados: vías públicas, alumbrado, líneas de suministro de agua, gas, electricidad y telefonía, redes de saneamiento incluyendo líneas de recogida e instalaciones de depuración de aguas, red de transporte subterráneo y superficial, etc.

Por último, las **infraestructuras terciarias** serían las que suelen denominarse “dotacionales”, es decir las que proporcionan otros servicios de índole social: sanitarios, educativos, centros de tercera edad, instalaciones deportivas, servicios de orden público y protección contra incendios, etc.

En el desarrollo de este tipo de obras pueden ocurrir numerosos eventos que supongan una pérdida económica para las personas o entidades implicadas en su diseño y ejecución o un perjuicio para terceros, circunstancias que determinan la necesidad de su aseguramiento y por tanto la obligación derivada del contrato de seguro para las compañías aseguradoras de hacer frente a indemnizaciones que en ocasiones pueden alcanzar cuantías muy elevadas.



Detalles de la construcción de puentes sobre la bahía de San Francisco

Dicho todo lo anterior, y procurando un foco práctico centramos este estudio, además de en los elementos comunes a la mayoría de los proyectos de infraestructuras, en las características constructivas y los factores de riesgo asociados a las obras más frecuentes, y que a nuestro juicio son:

- Obras de urbanización
- Carreteras
- Puentes y viaductos
- Túneles

Una vez identificadas las obras objeto de análisis es necesario, además, limitar el universo de riesgos posibles de estudio asociados a las mismas. Para lo cual nos centraremos en aquellos que habitualmente son objeto de cobertura aseguradora.

Partiendo de la base de que el asegurado sea el contratista de la obra, dotado de un Programa de Seguros que pueda cubrir, o no, simultáneamente a los subcontratistas, la tipología de los siniestros normalmente amparados por el mencionado Programa puede resumirse en la siguiente clasificación atendiendo a la naturaleza del daño emergente:

1. **Daños propios:** son todos aquellos que representan una pérdida económica de cualquier índole para el contratista sin que existan perjuicios para terceros. Incluyendo daños materiales directos y pérdidas consecuenciales derivadas de los mismos.
2. **Daños a terceros:**
 - 2.1. Daños a las personas: se incluirían en este grupo los siniestros que afectan directamente a personas, sean estas empleados del contratista o ajenos.
 - 2.2. Daños a las cosas: siniestros que implican la destrucción total o parcial de propiedades de terceras personas físicas o jurídicas.

Puede considerarse que las causas de los siniestros indemnizables pueden agruparse en tres categorías:

A) El caso fortuito y la fuerza mayor.

En sentido estricto, el **caso fortuito** es aquella situación totalmente imprevisible mientras que la **fuerza mayor** puede preverse, pero sus efectos son inevitables. Este último caso es fácilmente comprensible y, de hecho, el artículo 144 de la ley de contratos del estado contempla la indemnización al contratista de obras públicas, siempre que no exista imprudencia por su parte, cuando se le produce un perjuicio por alguna de las siguientes causas:

- a) Los incendios causados por la electricidad atmosférica.
- b) Los fenómenos naturales de efectos catastróficos, como maremotos, terremotos, erupciones volcánicas, movimientos del terreno, temporales marítimos, inundaciones u otros semejantes.
- c) Los destrozos ocasionados violentamente en tiempo de guerra, robos tumultuosos o alteraciones graves del orden público.

Por el contrario, acotar el caso fortuito es una cuestión mucho más compleja y que normalmente queda a criterio de los tribunales, por lo que es un asunto de casuismo. A título meramente indicativo podemos señalar las siguientes características:

- Debe ser un evento totalmente azaroso que, aunque posible, no es una consecuencia propia e inevitable de la actividad desarrollada
- El comportamiento doloso debe estar totalmente ausente
- Debe haberse desplegado una actividad suficiente con objeto de evitar que se produjera el daño

El caso fortuito excluye la responsabilidad del asegurado, salvo disposición legal expresa, por lo que suele tener como consecuencia una obligación de la compañía aseguradora de indemnizar los daños producidos al propio asegurado y eventualmente a terceros.

Hay que resaltar que cuando los daños y perjuicios hayan sido ocasionados como consecuencia inmediata y directa de una orden de la Administración, será ésta responsable dentro de los límites señalados en las leyes. También será la Administración responsable de los daños que se causen a terceros como consecuencia de los vicios del proyecto elaborado por ella misma en el contrato de obras.

B) La negligencia

La negligencia se puede definir como una actitud descuidada y poco diligente en aplicar las condiciones necesarias para que no se produzca el evento dañoso o directamente en su inobservancia. Cuando concurre en el asegurado implica la existencia de responsabilidad civil por su parte, con la correlativa obligación de indemnizar los daños provocados a terceros pero normalmente excluye la obligación por parte de la aseguradora de indemnizar los daños propios.

C) La culpa

La culpa aparece cuando de forma consciente y deliberada se omiten las disposiciones tendentes a evitar la producción del daño o se realizan actos que previsiblemente van a provocarlo, pero sin un deseo expreso de producir perjuicios. Los efectos civiles de la culpa son iguales a los de la negligencia pero se diferencia de esta en que puede hacer que nazca responsabilidad penal.

D) El dolo

El dolo se presenta cuando en la realización de un daño existe un comportamiento consciente y deliberado, tanto si este es el objetivo directamente perseguido (p.e. el asesinato) como si es una consecuencia (p.e. la pérdida económica que origina un robo).

Dada la amplitud de la materia, este trabajo se limita a la exposición y análisis de las obras de infraestructura básica compuestas por urbanizaciones y redes de transporte viario incluyendo túneles y puentes.

Es importante también, y de cara a la cobertura de **daños a terceros**, considerar lo siguiente; La responsabilidad puede ser **subjetiva**, cuando el daño se deriva de una omisión o de una acción efectivamente realizada por una persona, u **objetiva** cuando la mera realización de una actividad plenamente lícita implica el riesgo de que el daño pueda producirse. Tradicionalmente, la responsabilidad que traía consigo la obligación de indemnizar se consideraba que era exclusivamente la subjetiva cuando concurría en el causante del daño mientras que cuando recaía en el propio perjudicado excluía esa obligación. Hoy en día, en la jurisprudencia se ha abierto camino el principio de que la responsabilidad objetiva es, en ciertos casos, causa suficiente de la obligación de indemnizar con independencia de la existencia o no de responsabilidad subjetiva en el causante del daño y que, si concurre, se convierte únicamente en un elemento agravante. El ejemplo paradigmático es la indemnización al peatón atropellado en un accidente de tráfico con independencia de que este estuviera cruzando por un lugar indebido.

Así pues, y después de establecer el ámbito de los riesgos objeto de análisis (aquellos habitualmente objeto de cobertura en los programas estándar de seguros) centraremos nuestro estudio en el producto de **Seguro Todo Riesgo de Construcción**, incluyendo la cobertura de **Daños Materiales Directos**, y las extensiones que dentro del mismo se ofrece para la cobertura de **Responsabilidad Civil Extracontractual**, cobertura de **Mantenimiento ó Conservación** y cobertura de **Pérdida Anticipada de Beneficios**.



Puente colgante

2 NATURALEZA Y CARACTERÍSTICAS GENERALES PRINCIPALES EN LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS CIVILES

Definir en pocas líneas las características de una obra de infraestructura nos obliga, lógicamente, a centrarnos en las características generales o más habitualmente comunes al universo de diferentes tipologías constructivas amparadas bajo la denominación de “infraestructuras”, dejando para descripciones especializadas las propias de cada tipo específico de construcción.

Características comunes y relevantes en la mayoría de este tipo de obras son la consideración de que los trabajos que se realizan configuran un entorno cambiante, que se desarrolla en localizaciones abiertas de alta exposición a los agentes ambientales (viento, lluvia, nieve...), condicionantes orográficos como desniveles y accesos, con participación de numerosos intervinientes (con posibilidad de interaccionar favorable y desfavorablemente entre ellos), con ejecución de trabajos complejos y utilización de maquinaria pesada o singular y que, de manera general y obligada, precisan una exhaustiva planificación y un riguroso control de gestión y grado de cumplimiento de hitos y objetivos.

Los proyectos relativos a infraestructuras civiles suelen afectar a lo que se denomina genéricamente “interés público” cuando no caen directamente en el ámbito del dominio público. Por esta razón son proyectos en los que la intervención y el control de las distintas administraciones públicas se muestra en toda su extensión.

Como comentábamos, son proyectos que en su ejecución emplean gran cantidad de equipo y maquinaria pesada, que por sus características es de muy alto coste, baja maniobrabilidad y requiere una conducción especializada y cuidadosa. Los siniestros asociados a este tipo de maquinaria son asimilables a accidentes con vehículos de motor, principalmente colisiones con elementos de la obra o con otra maquinaria, vuelcos, atropellos y averías mecánicas, pero los resultados son más graves.

- La elevada masa hace que posea una inercia y una cantidad de movimiento (producto de masa por velocidad) muy altas por lo que las colisiones con los elementos de la obra o con otra maquinaria, pese a ser a baja velocidad, provocan daños de mucha extensión que pueden producir adicionalmente hundimientos o movimientos de tierras con derrumbe de paredes o terraplenes.
- Su empleo o traslado por vías abiertas con tráfico rodado, unido a la poca capacidad de maniobra, puede originar colisiones con otros vehículos particulares con resultados graves.
- En los atropellos se producen lesiones muy graves debido al peso y a la elevada cantidad de movimiento.
- La falta de capacitación o los descuidos del personal de mantenimiento puede producir mala colocación de recambios o daños directos, de elevado coste por el alto precio de componentes o de la propia máquina.
- La conducción por terrenos poco cohesivos puede producir atascos o incluso vuelcos con aplastamiento de personas (conductor, operarios) o destrucción de bienes, sin contar con la necesidad de maquinaria especializada para su retirada y los retrasos que conlleva.
- Conviene recordar que el estado de todo equipo de trabajo que entre en la obra debe ser comprobado por personal competente documentando los resultados en el archivo documental de la obra a disposición de la autoridad constando las características, utilización y mantenimiento de los mismos.

En general las obras civiles ocupan una gran extensión superficial. Piénsese por ejemplo en una obra de urbanización de un polígono de varios kilómetros cuadrados de superficie.

Esa extensión tiene efectos agravantes en el riesgo de siniestro.

- La naturaleza del terreno puede variar enormemente de una zona a otra en diversos aspectos: tipo de suelo, cohesión, profundidad de la capa freática, etc. Por esta razón, el agente de seguros debe verificar que el estudio geotécnico tiene un contenido adecuado, tanto en número de muestras como en los análisis y pruebas de laboratorio realizadas. Las carencias del estudio geotécnico pueden conducir a situaciones no deseables como por ejemplo la falta de adecuación de las tierras extraídas para su empleo en la propia obra, que los suelos resulten no aptos para el sostenimiento de la obra, aparición de estratos rocosos que exijan voladuras controladas, inundación de excavaciones etc.
- Estas circunstancias determinan siempre una pérdida económica indirecta para el contratista o incluso, eventualmente, directa. Las operaciones técnicas para solventar el problema (aportes de material externo, operaciones de consolidación de suelos, voladuras), al no estar incluidas en el proyecto original, dan lugar a la correspondiente ampliación y son remuneradas aparte, pero originan indefectiblemente retrasos en la ejecución de la obra. Por otro lado, se corre el riesgo de que se produzcan daños directos debidos a corrimientos de tierras, inundaciones o pérdida de estabilidad que afecten a encofrados o maquinaria, con derrumbe de estructuras o vuelcos.
- Dificulta el acceso de los trabajadores a los tajos concretos desde las zonas designadas para el estacionamiento de vehículos particulares y vestuarios, o desde los tajos a los servicios de cantinas e instalaciones higiénicas. Como consecuencia, los trabajadores tienden a estacionar en zonas urbanas próximas a sus puestos de trabajo y se desplazan a pié cruzando la obra agravando los riesgos de atropello y de caídas en zanjas o pozos.
- Existe la posibilidad de penetración de personal ajeno a la obra, especialmente cuando esta representa por su extensión un obstáculo para el acceso de las personas a los medios de transporte colectivos. En tales casos las probabilidades de que se produzcan accidentes como los reseñados anteriormente se elevan y debería preverse la zonificación de la obra y, cuando sea posible, la realización de pasos públicos.

- Se dificulta también la vigilancia en general y particularmente la de los acopios de materiales, que tienden a situarse en las proximidades de los tajos. Esto facilita la realización de robos o de actos vandálicos. Deben preverse entonces medidas adicionales de protección de los materiales.

La realización de las grandes infraestructuras ó la mejora de las ya existentes se inicia mucho antes de que las máquinas comiencen a trabajar en el terreno. Antes de que esto ocurra se desarrolla un laborioso proceso que comienza cuando se considera que existe una necesidad por cubrir. Después será necesario estudiar las diferentes alternativas posibles, el coste económico y las repercusiones medioambientales y sociales de la obra. Finalmente se tomará la decisión de realizar la alternativa más adecuada. Este proceso podrá durar meses e incluso años.

3 PROCESO GENERAL DE UN PROYECTO

Podemos definir Proyecto de Construcción de una infraestructura cómo el conjunto de acciones no repetitivas, únicas, de duración determinada y formalmente organizadas, que utilizan RECURSOS (personas, empresas, máquinas, herramientas, materiales o dinero) necesarios para la consecución de ese objetivo material.

Dado que el PROYECTO es el punto obligado de inicio de cualquier obra de infraestructuras, a efectos de valorar su calidad es muy importante el establecimiento, no sólo de las características técnico-económicas del propio proyecto sino, también, la aplicación de métodos adecuados de gestión de proyectos. Siendo la gestión de proyectos la rama de la ciencia de la administración que trata de la planificación **y el control de proyectos.**

- PLANIFICACIÓN: Planear la ejecución de un proyecto antes de su inicio.
- CONTROL Y SEGUIMIENTO: Medir el progreso del proyecto.

*"La planificación consiste en determinar **qué** se debe hacer **cómo** debe hacerse, **quién** es el responsable de que se haga y **por qué**."*

American Management Association

4 EL DOCUMENTO PROYECTO

4.1 CONTENIDO DEL PROYECTO

Los proyectos de obras deberán comprender, al menos:

- a) Una memoria en la que se describa el objeto de las obras, que recogerá los antecedentes y situación previa a las mismas, las necesidades a satisfacer y la justificación de la solución adoptada, detallándose los factores de todo orden que haya que tener en cuenta.
- b) Los planos de conjunto y de detalle necesarios para que la obra quede perfectamente definida, así como los que delimiten la ocupación de terrenos y la restitución de servidumbres y demás derechos reales, en su caso, y servicios afectados por su ejecución.
- c) El pliego de prescripciones técnicas particulares donde se hará la descripción de las obras y se regulará su ejecución, con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, de la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad y de las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista.
- d) Un presupuesto, integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración.
- e) Un programa de desarrollo de los trabajos o plan de obra de carácter indicativo, con previsión, en su caso, del tiempo y coste.
- f) Las referencias de todo tipo en que se fundamentará el replanteo de la obra.
- g) Cuanta documentación venga prevista en normas de carácter legal o reglamentario.
- h) El estudio de seguridad y salud o, en su caso, el estudio básico de seguridad y salud, en los términos previstos en las normas de seguridad y salud en las obras.

En ciertos casos, se puede simplificar, refundir o incluso suprimir alguno o algunos de los documentos anteriores, en la forma que reglamentariamente se determine, siempre que la documentación resultante sea suficiente para definir, valorar y ejecutar las obras que comprende.

Salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de la obra, el proyecto deberá incluir un estudio geotécnico de los terrenos sobre los que la obra se va a ejecutar.

4.1.1 Estudio geotécnico

Como información previa a la realización del estudio geotécnico, y parte integrante del mismo, se deben conocer todos aquellos datos que puedan condicionar sus características, solicitaciones e influencias. En particular, y sin ánimo exhaustivo, podemos mencionar el perfil del terreno, la existencia de vertidos, canalizaciones y servicios enterrados, la existencia de posibles fallas, terrenos expansivos, terrenos agresivos, existencia y ubicación de rellenos, pozos, galerías, depósitos enterrados, etc.

El estudio geotécnico tiene por finalidad definir la naturaleza de los materiales a excavar, modo de excavación y utilización de los mismos, los taludes a adoptar en los desmontes de la explanación, la capacidad portante del terreno para soportar los rellenos, la forma de realizarlos, sus taludes, los asentamientos que puedan producirse y el tiempo necesario para que se produzcan, los coeficientes de seguridad adoptados, las medidas a tomar para incrementarlos, caso de no ser aceptables, y las medidas a tomar para disminuir los asentamientos y/o acelerarlos.

Suele comprender las siguientes fases:

- Establecimiento de la campaña geotécnica a realizar.
- Realización de las prospecciones de campo y toma de muestras.
- Realización de los ensayos de laboratorio.
- Preparación de la documentación.
- Redacción del informe (con un apartado de conclusiones y recomendaciones).

Cuando las obras tengan una considerable extensión, como es caso que nos ocupa, el asegurador debe comprobar que en el estudio geotécnico se ha tomado un número adecuado de muestras proporcionado a la extensión del territorio y además deben preverse tomas de muestras adicionales a medida que la obra avanza con objeto de detectar alteraciones en las condiciones del suelo, aparición de estratos diferentes a los previstos, alteraciones en el nivel de la capa freática, etc.

En el caso de que las obras tengan elementos singulares de gran importancia, como por ejemplo puentes, debe comprobarse que el estudio geotécnico contempla específica y exhaustivamente los puntos en los que van a situarse elementos sensibles de la propia estructura (apoyos, cimientos, contrafuertes, etc.) o de elementos auxiliares (p.e. cimbrados) con objeto de evitar en lo posible el riesgo de que se produzcan corrimientos de tierras o asientos diferenciales durante la ejecución.

Huelga decir que el estudio geotécnico debe ser realizado por personal técnico cualificado de acuerdo con la normativa.

4.1.2 Proyecto de salud y seguridad

La prevención de riesgos laborales es una materia que en la actualidad se considera de gran importancia. De hecho, la ley 1/1995 sobre esta materia tiene carácter básico, lo que no solo implica su obligatoriedad absoluta como disposición de mínimos sino también la de las disposiciones de desarrollo de rango inferior (reales decretos, órdenes ministeriales, etc.). Esta ley está orientada principalmente hacia los centros permanentes de trabajo obligando a que exista un estudio de riesgos potenciales y a la adopción de las medidas preventivas y correctoras que sean oportunas. La naturaleza de las obras de infraestructura las convierten en centros de trabajo provisionales lo que obliga a la adopción de estas medidas y si la inspección de trabajo comprueba que la inobservancia de la normativa sobre prevención de riesgos laborales implica, a su juicio, un riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores podrá ordenar la paralización inmediata de los trabajos.

Debe tenerse en cuenta que, salvando casos excepcionales comentados en prensa, la jurisprudencia se orienta en el sentido de admitir lo que se denomina **responsabilidad objetiva**. La protección del trabajador frente a los accidentes es absoluta y el contratista tiene una responsabilidad por el mero hecho de ejercer una actividad que conlleva la posibilidad de que los accidentes ocurran, con independencia de la obligación de adoptar todas las precauciones necesarias. La ausencia de prevención se convierte entonces en un factor agravante de la responsabilidad en lugar de ser el factor determinante.

En el caso de obras de construcción, la regulación se encuentra contenida en el RD 1627/1997 de disposiciones mínimas en esta materia. Distingue el decreto entre estudio básico y estudio de seguridad y salud y las previsiones que contienen se desarrollan posteriormente por el contratista en el plan de seguridad y salud.

El **estudio de seguridad y salud** deberá realizarse en los siguientes supuestos:

- cuando el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759 € (75 millones de las antiguas pesetas).
- cuando la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- cuando el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- en las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Contendrá, como mínimo, los siguientes documentos:

1. Memoria descriptiva
2. Pliego de condiciones particulares
3. Planos
4. Mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.
5. Presupuesto

La **memoria** describirá los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos, así como cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los siguientes apartados, así como sus correspondientes medidas específicas.

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.
- Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En el **pliego de condiciones particulares** se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

En los **planos** se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

El estudio deberá formar parte del proyecto de ejecución de obra o, en su caso, del proyecto de obra, ser coherente con el contenido del mismo y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos que conlleve la realización de la obra. El presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo y no incluirá los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados.

El **estudio básico**, debe realizarse siempre que no se den las condiciones descritas anteriormente y deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados anteriores.

Tanto en el estudio como en el estudio básico de seguridad y salud se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Cada contratista elaborará un **plan de seguridad y salud** en el trabajo, específico para cada obra, en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución ni del importe total ni de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra. En el caso de obras de las Administraciones públicas, el plan, con el correspondiente informe del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra, se elevará para su aprobación a la Administración pública que haya adjudicado la obra. Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, sus funciones serán asumidas por la dirección facultativa.

4.1.3 Estudio de impacto medioambiental

El estudio de impacto medioambiental es una de las partes más complejas del proyecto de obras de infraestructura. La dificultad no estriba tanto en su necesidad en establecer su contenido, en tanto que es en esta materia donde se muestra, en ocasiones, el bajo nivel de coordinación de las distintas administraciones públicas, especialmente cuando la obra ha de discurrir por más de una comunidad autónoma.

El artículo 149 de la Constitución establece como competencia estatal la legislación básica sobre protección del medio ambiente, sin perjuicio de las facultades de las Comunidades Autónomas de establecer normas adicionales de protección. La reglamentación básica referente a este apartado se encuentra en el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental y en el Real Decreto 1131/1988.

Los proyectos que, según el artículo 1 del Real Decreto legislativo, y que incluye las obras de infraestructura, hayan de someterse a evaluación de impacto ambiental deberán incluir un estudio de impacto ambiental que contendrá, al menos, los siguientes datos:

- Descripción general del proyecto y exigencias previsibles en el tiempo, en relación con la utilización del suelo y de otros recursos naturales. Estimación de los tipos y cantidades de residuos vertidos y emisiones de materia o energía resultantes.
- Una exposición de las principales alternativas estudiadas y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos ambientales.
- Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos del proyecto sobre la población, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, los factores climáticos, el paisaje y los bienes materiales, incluido el patrimonio histórico artístico y el arqueológico.
- Medidas previstas para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos.
- Programa de vigilancia ambiental.
- Resumen del estudio y conclusiones en términos fácilmente comprensibles. Informe, en su caso, de las dificultades informativas o técnicas encontradas en la elaboración del mismo.

La descripción del proyecto y sus acciones incluirá:

- Localización.
- Relación de todas las acciones inherentes a la actuación de que se trate, susceptibles de producir un impacto sobre el medio ambiente, mediante un examen detallado tanto de la fase de su realización como de su funcionamiento.
- Descripción de los materiales a utilizar, suelo a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto.

- Descripción, en su caso, de los tipos, cantidades y composición de los residuos, vertidos, emisiones o cualquier otro elemento derivado de la actuación, tanto sean de tipo temporal durante la realización de la obra, o permanentes cuando ya este realizada y en operación, en especial, ruidos, vibraciones, olores, emisiones luminosas, emisiones de partículas, etc.
- Un examen de las distintas alternativas técnicamente viables, y una justificación de la solución propuesta.
- Una descripción de las exigencias previsibles en el tiempo, en orden a la utilización del suelo y otros recursos naturales, para cada alternativa examinada.

El inventario ambiental y descripción de las interacciones ecológicas y ambientales claves comprenderá:

1. Estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, así como de los tipos existentes de ocupación del suelo y aprovechamientos de otros recursos naturales, teniendo en cuenta las actividades preexistentes.
2. Identificación, censo, inventario, cuantificación y, en su caso, cartografía, de todos los aspectos ambientales definidos en el artículo 6, que puedan ser afectados por la actuación proyectada.
3. Descripción de las interacciones ecológicas claves y su justificación.
4. Delimitación y descripción cartografiada del territorio o cuenca espacial afectada por el proyecto para cada uno de los aspectos ambientales definidos.
5. Estudio comparativo de la situación ambiental actual y futura, con y sin la actuación derivada del proyecto objeto de la evaluación, para cada alternativa examinada.

Las descripciones y estudios anteriores se harán de forma sucinta en la medida en que fueran precisas para la comprensión de los posibles efectos del proyecto sobre el medio ambiente.

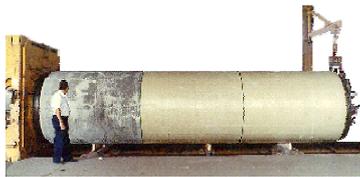
4.1.4 Disposiciones relativas al control de calidad en obra

El control de calidad en las obras se define en los pliegos de condiciones técnicas que deben ser parte integrante de todo proyecto. Se divide en dos partes: control de recepción de materiales y control de ejecución de unidades de obra.

Es una disposición normal que la realización efectiva del control sea realizada por laboratorios o instituciones de carácter independiente, oficiales o particulares siempre que estén debidamente acreditadas mediante certificación expedida por organismos competentes.

El pliego debe definir, para cada uno de los materiales o unidades de obra, la unidad de inspección (volumen de obra o número de unidades que constituyen la base para el muestreo), el número de muestras que hay que tomar, los ensayos que hay que realizar y las acciones en caso de rechazo (toma de más muestras, refacción, etc). Es frecuente que estos aspectos se establezcan por referencia a determinadas disposiciones: legal (EHE, MV), normas UNE, Military Standard, NTE, etc.

La normativa suele aceptar tres niveles de control: intenso, normal y reducido. Partiendo de las especificaciones de control normal se establecen reducciones o intensificaciones en función de factores tales como la certificación de los suministradores, el nivel de vigilancia por parte de la dirección facultativa, el rechazo o aceptación anteriores de lotes de material, etc.



Operaciones de control de calidad en hormigón

Resulta conveniente que el pliego de prescripciones técnicas particulares contenga expresamente las disposiciones de muestreo, los ensayos que hay que realizar y las tolerancias admitidas y no solo la referencia a la disposición aplicable. Hay que señalar que, de acuerdo con la instrucción de hormigón armado EHE, el nivel de control debe figurar, además, en los planos.

5 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE ADJUDICACIÓN

A los efectos de identificación de posibles factores de riesgo, y dadas las especiales características de las obras de infraestructura, es de suma importancia conocer tanto la naturaleza y funciones de los diferentes agentes implicados en todo el proceso constructivo, como el procedimiento administrativo estándar que se viene siguiendo para la promoción y adjudicación de este tipo de obras.

5.1 AGENTES IMPLICADOS. INTERVENCIÓN DE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS

5.1.1 Agentes implicados

Los agentes implicados en un proyecto de obra civil son: promotor, proyectista, contratista, dirección facultativa y administración pública.

El **promotor** en general es una persona física o jurídica, pública o privada, que interesa la realización de una obra aportando los recursos económicos para su realización y que percibirá los beneficios de la misma.

El **proyectista** es, en sentido amplio, una persona física o jurídica con capacidad y habilidad técnica, que elabora por cuenta del promotor el documento denominado proyecto que contiene las instrucciones precisas para la realización de la obra así como el presupuesto de ejecución. En sentido jurídico estricto, es una persona física con la titulación técnica precisa en arquitectura o ingeniería y dado de alta en el correspondiente colegio profesional, que con su firma se hace personalmente responsable de la adecuación del proyecto. Nuestro ordenamiento no admite que esta responsabilidad sea asumida por una persona jurídica puesto que no se reconoce que este tipo de personalidades sean capaces de ciertos actos, en particular de los delitos ya sean atribuibles a la imprudencia o al dolo. En el caso de que el proyectista firmante lo haga por cuenta de una persona jurídica se hace constar tal circunstancia, en cuyo caso la posible responsabilidad civil será asumida solidaria o subsidiariamente por esta. La responsabilidad del proyectista se encuentra cubierta normalmente por pólizas propias de responsabilidad civil, generales o específicas en función de la entidad de la obra y del daño previsible.

El **contratista** es una persona física o jurídica, a la que no se le exige una habilitación profesional específica, que se compromete con el promotor a cambio de un precio y en unas condiciones previamente pactadas a ejecutar la obra, en su totalidad o la parte designada, aportando y ordenando los medios precisos para ello. La relación jurídica entre contratista y promotor es la denominada “contrato de obra” y puede facultar para que a su vez el contratista ceda parte de la ejecución a un tercero, que se denomina **subcontratista**, aunque en general la subcontratación no crea ningún vínculo jurídico con el promotor.

La **dirección facultativa** tiene un doble sentido. Por un lado se refiere al acto de supervisión y dirección técnica de la obra; por otro se refiere a una o varias personas físicas con la titulación técnica y la habilitación profesional adecuada para llevar a cabo tal supervisión. El carácter necesariamente personal se debe a las mismas circunstancias señaladas para el proyectista.

El **coordinador o responsable en materia de seguridad y salud** durante la elaboración del proyecto de obra es el técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de la obra la aplicación de los principios de la acción preventiva al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente de manera segura. Durante la ejecución de la obra se integra en la dirección facultativa.

Las figuras de los coordinadores de seguridad tanto de la fase de proyecto como de la fase de ejecución de los trabajos, se hacen necesarias siempre que participen varios proyectistas (estructuras, instalaciones, etc.) y varias empresas de construcción (contratistas, subcontratistas, etc.) respectivamente. En caso de un solo proyectista o una sola empresa ejecutando los trabajos desaparece la necesidad de coordinación, con lo que la responsabilidad de la seguridad podrá recaer sobre el proyectista o la dirección facultativa de las obras en cada fase (proyecto y ejecución).

Tanto el responsable en materia de seguridad durante la fase del proyecto como el responsable de seguridad durante la fase de construcción son figuras clave para garantizar unas adecuadas condiciones de seguridad durante toda la obra, estableciendo en fase de proyecto un estudio de seguridad y salud de la obra y haciendo cumplir posteriormente durante la fase de ejecución de la obra las medidas de seguridad establecidas. No obstante la designación de dichos responsables, no exime al promotor de su responsabilidad en materia de seguridad, dado que es como consecuencia de la voluntad del promotor, como se consiguen los niveles de seguridad requeridos al proveer de autoridad al coordinador de seguridad sobre los contratistas y subcontratistas implicados.

Por otro lado los contratistas y subcontratistas deben efectuar planes de seguridad específicos mediante los cuales se establecerán las medidas de seguridad que efectivamente se llevarán a cabo respetando los criterios mínimos establecidos en los estudios de seguridad. Estos serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad que será aprobado por el responsable de seguridad de la obra (coordinador designado o dirección facultativa), en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o en su caso a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Los contratistas y subcontratistas serán responsables solidarios de las consecuencias del incumplimiento de las medidas preventivas previstas en el plan. Por tanto las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a contratistas y subcontratistas.

La **administración pública** hace referencia a cualquiera de los niveles administrativos que pueden estar presentes, directa o indirectamente, en el desarrollo de una obra de infraestructura civil de acuerdo con sus respectivos ámbitos de competencia: estatal, autonómico, provincial y local. En general, las administraciones de carácter no territorial, que son instituciones dependientes orgánicamente de una administración con base territorial pero con independencia funcional y cuyos fines son de marcado carácter técnico, no aparecen implicadas en este tipo de proyectos aunque sí cuando su finalidad se relaciona directamente con la obra civil como es el caso del Instituto de la Vivienda de Madrid (IVIMA) o, en el ámbito rural, el antiguo Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA).

Eventualmente, pueden aparecer a lo largo del proceso terceras personas que resulten determinantes en la buena marcha de las obras. Es el caso de los **interesados** en el sentido administrativo del término. De acuerdo con la Ley de procedimiento administrativo, ostentan la condición de interesado en un expediente todas aquellas personas, físicas o jurídicas, cuyos bienes o derechos puedan verse afectados por la resolución que recaiga o que, simplemente, ostenten un interés directo en el tema. A título de ejemplo, pertenecen a esta categoría todas aquellas personas cuyos bienes han de ser expropiados con motivo de la obra o también organizaciones debidamente registradas que representen intereses difusos, como los grupos ecologistas.

5.1.2 Intervención de las Administraciones Públicas

Las distintas administraciones públicas intervienen de muy diversas maneras en el proceso de realización de obras de infraestructura, en muchos casos como agente en alguna de las formas vistas anteriormente y en todos los casos como supervisor de la obra dado el marcado carácter de obra pública que tienen estas infraestructuras.

En primer lugar, la naturaleza tendencialmente pública de las infraestructuras hace que las administraciones aparezcan como **promotor**. En tal caso resulta frecuente la contratación, en las condiciones que se comentarán en el apartado de los contratos públicos, tanto de la realización del proyecto como de la ejecución de las obras firmando el primero un técnico de la administración, llevando eventualmente la dirección de obras y en todo caso inspeccionando las obras a efectos de emisión de certificaciones y recepción provisional y definitiva.

Otra forma de intervención de las administraciones públicas es como **concedente** de la obra pública. Recientemente se ha introducido en la Ley de Contratos del Estado la figura de la **concesión de obra pública** aunque ya venía siendo practicada por los ayuntamientos para la realización de aparcamientos de residentes. Esta es una figura mixta entre el contrato de ejecución de obras y la concesión de servicios públicos por la cual, cuando la obra sea susceptible de explotación económica, el contratista adquiere simultáneamente la condición de **concesionario público**. La realización es totalmente por su cuenta y riesgo y percibe un precio cuando es utilizada, ya sea abonado totalmente por parte de los particulares o en parte por estos y en parte por la administración concedente en función de la utilización (peaje en la sombra). En esta figura, la actuación administrativa no se agota en la concesión sino que a la hora de la ejecución, si se necesitara la expropiación de bienes o derechos, actúa como expropiante siendo el concesionario la entidad beneficiaria.

En ciertas ocasiones una administración puede actuar como **impulsora y coadyuvante** de la actividad privada. El ejemplo paradigmático es el proyecto de urbanización de terrenos en el que el promotor una **junta de compensación** que es un órgano privado de representación de los propietarios de los terrenos que van a ser urbanizados, que adquiere interinamente la propiedad, y que además tiene encomendado el reparto de las parcelas resultantes. La administración, en este caso un ayuntamiento, puede proceder a petición de la junta a la expropiación forzosa de los terrenos afectados por el proyecto y cuyos propietarios se nieguen a integrarse en ella.

5.2 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO

En nuestro ordenamiento jurídico cualquier acto administrativo, entendido como una manifestación de voluntad emitida por un órgano perteneciente a una cualquiera de las administraciones públicas y que crea obligaciones o derechos en los administrados, es susceptible de control por parte de la jurisdicción contencioso-administrativa. Además, la falta de un procedimiento adecuado, cuando constituye una actuación por vía de hecho, es recurrible ante la jurisdicción civil.

El asegurador, a la hora de contratar una póliza que cubra la realización de obras civiles, deberá comprobar que el desarrollo del procedimiento presenta una “apariencia de buen derecho”, es decir que aparentemente se ha respetado el procedimiento correspondiente en todos sus aspectos puesto que en caso contrario se corre el riesgo de que la ejecución de la obra adjudicada mediante un contrato administrativo sea paralizada cautelarmente por un tribunal.

El presente apartado es aplicable únicamente a aquellos proyectos en los que una administración pública tiene una intervención directa como promotor o cedente de una obra pública y no solo controlando de modo ordinario los trabajos, ya sea mediante el otorgamiento de las licencias de obra oportunas o en el ejercicio de sus competencias de inspección laboral o de cualquier otra índole.

5.2.1 Actuaciones previas

La adjudicación de un contrato de obras requerirá la previa elaboración, supervisión, en su caso, aprobación y replanteo del correspondiente proyecto, con los documentos descritos en el apartado siguiente, que definirá con precisión el objeto del contrato. En el supuesto de adjudicación conjunta de proyecto y obra, la ejecución de ésta quedará condicionada a la supervisión, aprobación y replanteo del proyecto por la Administración.

Aprobado el proyecto, y previamente a la tramitación del expediente de contratación de la obra, se procederá a efectuar el replanteo del mismo, el cual consistirá en comprobar la realidad geométrica de la misma y la disponibilidad de los terrenos precisos para su normal ejecución, que será requisito indispensable para la adjudicación en todos los procedimientos. Asimismo, se deberán comprobar cuantos supuestos figuren en el proyecto elaborado y sean básicos para el contrato. En la tramitación de los expedientes de contratación referentes a obras de infraestructuras hidráulicas, de transporte y de carreteras, se dispensará del requisito previo de disponibilidad de los terrenos, si bien la ocupación efectiva de aquéllos deberá ir precedida de la formalización del acta de ocupación.

En los casos de cesión de terrenos o locales por Entidades públicas, será suficiente para acreditar la disponibilidad de los terrenos la aportación de los acuerdos de cesión y aceptación por los órganos competentes.

Una vez realizado el replanteo se incorporará el proyecto al expediente de contratación.

5.2.2 Procedimiento de adjudicación

A los efectos de la realización de obras de infraestructura civil, el procedimiento de adjudicación se rige por el texto refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por Real Decreto Legislativo 2/2000 y sus modificaciones posteriores, y en lo no expresamente previsto en ella, por la ley 30/1992 de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y Procedimiento Administrativo Común. Las expropiaciones se rigen por la Ley de Expropiación Forzosa de 1953.

Los procedimientos pueden recibir tres clases de tramitación: ordinaria, urgente y de emergencia. El procedimiento **urgente** permite un acortamiento de los plazos de publicación, oferta, calificación y adjudicación así como obliga al contratista a comenzar la obra en el plazo de dos meses. Cuando la Administración tenga que actuar de manera inmediata a causa de acontecimientos catastróficos, de situaciones que supongan grave peligro o de necesidades que afecten a la defensa nacional se procederá de acuerdo con la **tramitación de emergencia** en la que los órganos de contratación podrán ordenar la ejecución de lo necesario para remediar el acontecimiento producido, satisfacer la necesidad sobrevenida o contratar libremente su objeto, en todo o en parte, sin sujetarse a los requisitos formales.

La adjudicación de los contratos podrá llevarse a cabo por procedimiento abierto, restringido o negociado. En el **procedimiento abierto** todo empresario interesado podrá presentar una proposición. En el **procedimiento restringido** sólo podrán presentar proposiciones aquellos empresarios seleccionados expresamente por la Administración, previa solicitud de los mismos. En el **procedimiento negociado** el contrato será adjudicado al empresario justificadamente elegido por la Administración, previa consulta y negociación de los términos del contrato con uno o varios empresarios.

Tanto en el procedimiento abierto como en el restringido la adjudicación podrá efectuarse por subasta o por concurso. La **subasta** versará sobre un tipo expresado en dinero, con adjudicación al licitador que, sin exceder de aquel, oferte el precio más bajo. En el **concurso** la adjudicación recaerá en el licitador que, en su conjunto, haga la proposición más ventajosa, teniendo en cuenta los criterios que se hayan establecido en los pliegos y sin atender exclusivamente al precio de la oferta aunque la Administración podrá declararlo desierto.

Los órganos de contratación utilizan normalmente la subasta y el concurso como formas de adjudicación. El procedimiento negociado sólo procederá en ciertos los casos definidos para cada clase de contrato.

En principio, la adjudicación de una obra no es un tema que pueda ser objeto de sospecha por parte del asegurador. De cualquier forma resulta interesante la inspección cuidadosa de la oferta presentada por el contratista cuando el procedimiento se tramita por el sistema de subasta. El interés por la adjudicación puede llevar a realizar una rebaja excesiva sobre el tipo inicial de la obra, lo que se traduciría en un recorte de los beneficios o incluso en que la realización de la obra resulte antieconómica. Como consecuencia, cabe que el contratista en la ejecución de los trabajos contrate con empresas de poca solvencia determinados trabajos a bajo precio, reduzca las exigencias de calidad de los materiales o emplee mano de obra barata y poco cualificada.

5.2.3 Expropiación forzosa

Las obras de infraestructura, dada su extensión, suelen afectar a gran número de propiedades de titularidad privada. En el caso de obras de carácter privado, esta circunstancia exige la adquisición mediante compraventa ordinaria de tales propiedades, en su totalidad o solo de aquellos derechos inherentes que resulten necesarios (derechos de suelo y vuelo, derecho de superficie, servidumbres de paso, etc.). En el caso de la obra pública la adquisición de tales derechos puede exigirse pero de forma que se debe ajustar al procedimiento que se establece en la Ley de Expropiación Forzosa de 1954. Hay que recordar que, de acuerdo con el artículo 62 de la ley de procedimiento administrativo es nulo todo acto dictado con ausencia del procedimiento, por lo que tales actos incurren en la “vía de hecho” y por lo tanto el titular de bienes o derechos afectados puede invocar incluso la protección de los tribunales del orden civil y no solo la de los del orden contencioso-administrativo. La lógica consecuencia puede ser la paralización de la obra. La fase final del procedimiento, es decir la fijación del justiprecio, no es relevante a los efectos del desarrollo de la obra civil puesto que ni paraliza la ejecución ni afecta al contratista.

a) Naturaleza de los bienes y tipo de expropiación

Los bienes que son susceptibles de expropiación en el caso de obras de infraestructura son por naturaleza de tipo inmueble o derechos asociados a ellos, tanto de tipo real (usufructos, suelo y vuelo, superficie, etc.) como de tipo convencional (arrendamientos totales o de aprovechamientos concretos). La expropiación puede consistir en la privación en todo o en parte de los bienes o en la constitución de servidumbres y otras limitaciones de la propiedad. También puede consistir en algún tipo de limitación temporal, incluida la ocupación.

En cuanto a las expropiaciones, deben referenciarse en el proyecto todos aquellos bienes que resulten afectados por el proyecto identificando debidamente a sus titulares, así como la situación catastral real de las fincas colindantes. Si se emplean para su confección datos procedentes de registros públicos que no hayan sido actualizados se corre el riesgo de que la fase de información pública y subsanación de errores se prolongue excesivamente retrasando el comienzo de los trabajos o incluso provocando la paralización de la obra ya iniciada.

b) Declaración de utilidad pública e identificación de interesados

Para proceder a la expropiación forzosa será indispensable la previa declaración de utilidad pública o interés social del fin a que ha de afectarse el objeto expropiado. La utilidad pública se entiende implícita, en relación con la expropiación de inmuebles, en todos los planes de obras y servicios del estado, provincia y municipio. En los demás casos en que por Ley se haya declarado genéricamente la utilidad pública, su reconocimiento en cada caso concreto deberá hacerse por acuerdo del consejo de ministros, salvo que para categorías determinadas de obras, servicios o concesiones las leyes que las regulan hubieren dispuesto otra cosa.

Las actuaciones del expediente expropiatorio se entenderán, en primer lugar, con el propietario de la cosa o titular del derecho objeto de la expropiación que, salvo prueba en contrario, se considerará que es quien con este carácter conste en registros públicos que produzcan presunción de titularidad, que sólo puede ser destruida judicialmente, o, en su defecto, a quien aparezca con tal carácter en registro fiscales o, finalmente, al que lo sea pública y notoriamente.

Siempre que lo soliciten, acreditando su condición debidamente, se entenderán también las diligencias con los titulares de derechos reales e intereses económicos directos sobre la cosa, así como con los arrendatarios cuando se trate de inmuebles rústicos o urbanos. En este último caso se iniciará para cada uno de los arrendatarios el respectivo expediente incidental para fijar la indemnización que pueda corresponderle.

Si de los registros mencionados se deduce la existencia de los titulares anteriores, será preceptiva su citación en el expediente de expropiación y si no se hiciera podría decretarse la nulidad.

c) Necesidad de ocupación

Declarada la utilidad pública o el interés social, la Administración resolverá sobre la necesidad concreta de ocupar los bienes o adquirir los derechos que sean estrictamente indispensables para el fin de la expropiación. Podrán incluirse también entre los bienes de necesaria ocupación los que sean indispensables para previsibles ampliaciones de la obra o finalidad de que se trate. El beneficiario de la expropiación está obligado a formular una relación concreta e individualizada, en la que se describan, en todos los aspectos, material y jurídico, los bienes o derechos que considere de necesaria expropiación.

Normalmente, el proyecto de obras y servicios comprende la descripción material detallada a que se refiere el párrafo anterior, y la necesidad de ocupación se entiende implícita en la aprobación del proyecto, aunque el beneficiario estará igualmente obligado a formular la mencionada relación a los solos efectos de la determinación de los interesados.

La relación debe ser sometida a información pública con objeto de que se puedan aportar por los afectados cuantas correcciones sean pertinentes o para formular oposición, tanto en cuanto al fondo como en cuanto a la forma, a la necesidad de ocupación. El acuerdo de necesidad de ocupación inicia el expediente expropiatorio y se publicará en igual forma que para el acto por el que se ordene la apertura de la información pública. Además habrá de notificarse individualmente a cuantas personas aparezcan como interesadas en el procedimiento expropiatorio, si bien en a exclusiva parte que pueda afectarlas.

Contra el acuerdo de necesidad de ocupación se dará recurso de alzada ante el Ministerio correspondiente, que podrán interponer los interesados en el procedimiento expropiatorio así como las personas que hubieran comparecido en la información pública, en el plazo de diez días, a contar desde la notificación personal o desde la publicación en los Boletines Oficiales, según los casos. El recurso habrá de resolverse en el plazo de veinte días. La interposición del recurso de alzada surtirá efectos suspensivos hasta tanto se dicte la resolución expresa. Respecto a la resolución, hay que señalar que, dado que no se establece un plazo concreto para que se entienda desestimado por silencio administrativo, habrá que estar al plazo general de seis meses por lo que cabe que por desidia administrativa la obra se encuentre paralizada durante dicho plazo.

Cuando la expropiación implique sólo la necesidad de ocupación de una parte de finca rústica o urbana, de tal modo que a consecuencia de aquélla resulte antieconómica para el propietario la conservación de la parte de finca no expropiada, podrá éste solicitar de la Administración que dicha expropiación comprenda la totalidad de la finca, debiendo decidirse sobre ello en el plazo de diez días. Dicha resolución es también susceptible del recurso de alzada.

6 OPERACIONES BASICAS Y MATERIALES

6.1 MOVIMIENTOS DE TIERRAS

Se denomina movimiento de tierras al conjunto de operaciones que se realizan con los terrenos naturales, a fin de modificar las formas de la naturaleza o de aportar materiales útiles en obras. Las operaciones del movimiento de tierras en el caso más general son: excavación o arranque, carga, acarreo, descarga, extendido, humectación o desecación y compactación. Además existen servicios auxiliares como refinados, saneos, etc.

Los diversos tipos de suelos que son considerados en el movimiento de tierras pueden variar desde roca sólida hasta tierra sola, pasando por todas las combinaciones de roca y tierra. Así los diferentes tipos de materiales ofrecen diferente resistencia para ser movidos, dependiendo del peso del material, dureza, rozamiento interno y cohesión. El estudio geotécnico debe determinar con la mayor aproximación posible la naturaleza del terreno puesto que una menor resistencia de remoción implica una mayor facilidad de carga, siendo ésta última fundamental en la elección del equipo o tipo de maquinaria a utilizar. Una mala elección de la maquinaria se traduce en retrasos en la ejecución. También afecta a la previsión de reemplazo del material extraído dentro de la propia obra puesto que puede resultar inútil, con lo que se hace necesario su retirada y el aporte de tierras de préstamo externas.

Los distintos tipos de tierras se forman con rocas desintegradas, residuos vegetales y animales. Una vez formada, comprende materia mineral, materia orgánica, agua y aire. Las tierras, en general, pueden dividirse básicamente en cinco grupos: arcillas, limos, arena, gravas y materia orgánica. La realidad dice que se pueden encontrar estos materiales en forma independiente o en varias combinaciones y mezclas.

Los tipos de excavación, se pueden dividir en tres grupos: a cielo abierto, subterráneas y subacuáticas. Dependiendo de la constitución del terreno y del material excavado, se tendrán que utilizar unos u otros medios de excavación.

6.1.1 Movimientos de tierras a cielo abierto

Se consideran operaciones a cielo abierto todas aquellas que se realizan en superficie, entendiéndose como tal la cota libre del terreno. Todos los trabajos pueden hacerse en seco o con agotamiento, cuando el nivel freático se encuentra por debajo del plano de excavación.

En general, y dependiendo del tipo de terreno y de la extensión del trabajo, se emplean distintos sistemas. La excavación por peones con herramienta manual puede emplearse en obras de pequeña extensión (zanjas poco profundas) con suelos sueltos; la maquinaria se emplea en estos suelos cuando la obra es de gran extensión (vaciado de solares) y en suelos duros para obras pequeñas; en suelos rocosos y obras de gran extensión se hace conveniente el empleo de explosivos en voladuras controladas, aunque no siempre es posible cuando las obras se desarrollan en zonas urbanas.

La clasificación podría ser la siguiente:

a) Vaciados y desmontes

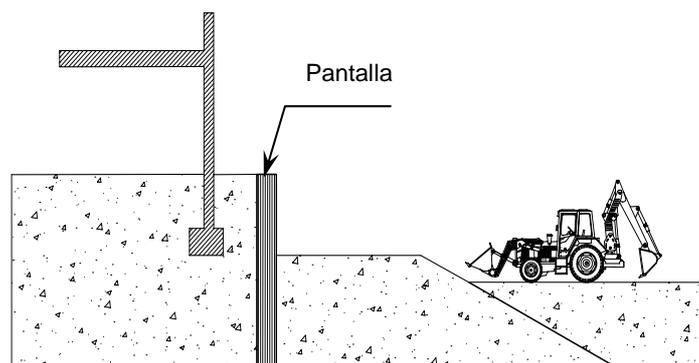
Los vaciados y desmontes comprenden todas aquellas operaciones que implican la extracción de una masa importante, de terreno ya sea con objeto de generar un hueco permanente o provisional para ser rellenado posteriormente de forma total o parcial. La diferencia entre ellos se encuentra en la naturaleza del terreno en que se realiza: en general se denomina vaciado a la extracción realizada en un terreno de naturaleza urbana, en el que se requiere la instalación de pantallas verticales, mientras que se denomina desmonte a la retirada de tierras en terrenos abiertos donde los laterales se mantienen mediante la creación de terraplenes o pedraplenes.

En cuanto a los desmontes, siempre que el estudio geotécnico sea adecuado, a priori no tienen más problema que los derivados de la circulación de maquinaria pesada teniendo en cuenta que, al ser sobrecargas dinámicas sobre el terreno, deben situarse a una distancia del borde de excavación igual o superior al doble de su profundidad. Si por el contrario el estudio es insuficiente, pueden darse situaciones de riesgo y daño debido a corrimientos de los terraplenes al haber sido defectuosamente considerado el ángulo de rozamiento interno de los materiales.



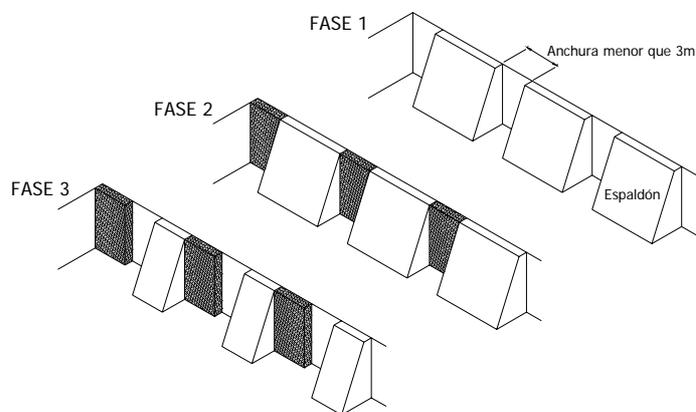
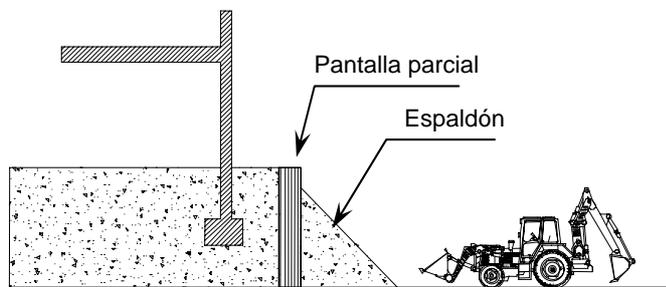
Vista aérea ejemplo movimiento de tierras

El vaciado puede realizarse apantallando previamente o mediante ejecución por bataches. Con el primer método, las pantallas laterales se ejecutan antes del vaciado, ya sea con pantalla continua o hincando pilotes a poca distancia y gunitando el muro a medida que se excava. En la ejecución por bataches se excava hasta cota de obra manteniendo las paredes con terraplenes; a continuación, los terraplenes se retiran por secciones colocando progresivamente el muro lateral.





Detalles de la construcción de pantallas de contención



En el caso de que los vaciados se realicen empleando la técnica de la ejecución por batches, la ausencia de muros o pantallas perimetrales continuas ejecutadas previamente al vaciado eleva el riesgo de desprendimientos de tierras dependiendo de la naturaleza de estas o corrimientos producidos por la presión sobre el terreno de los edificios colindantes. Las consecuencias pueden ir desde el enterramiento de la maquinaria y/o del personal de la obra hasta la producción de daños importantes en los edificios por desplazamientos de la cimentación, con aparición de grietas e incluso el derrumbe de fachadas completas.



Algunos ejemplos de maquinaria pesada

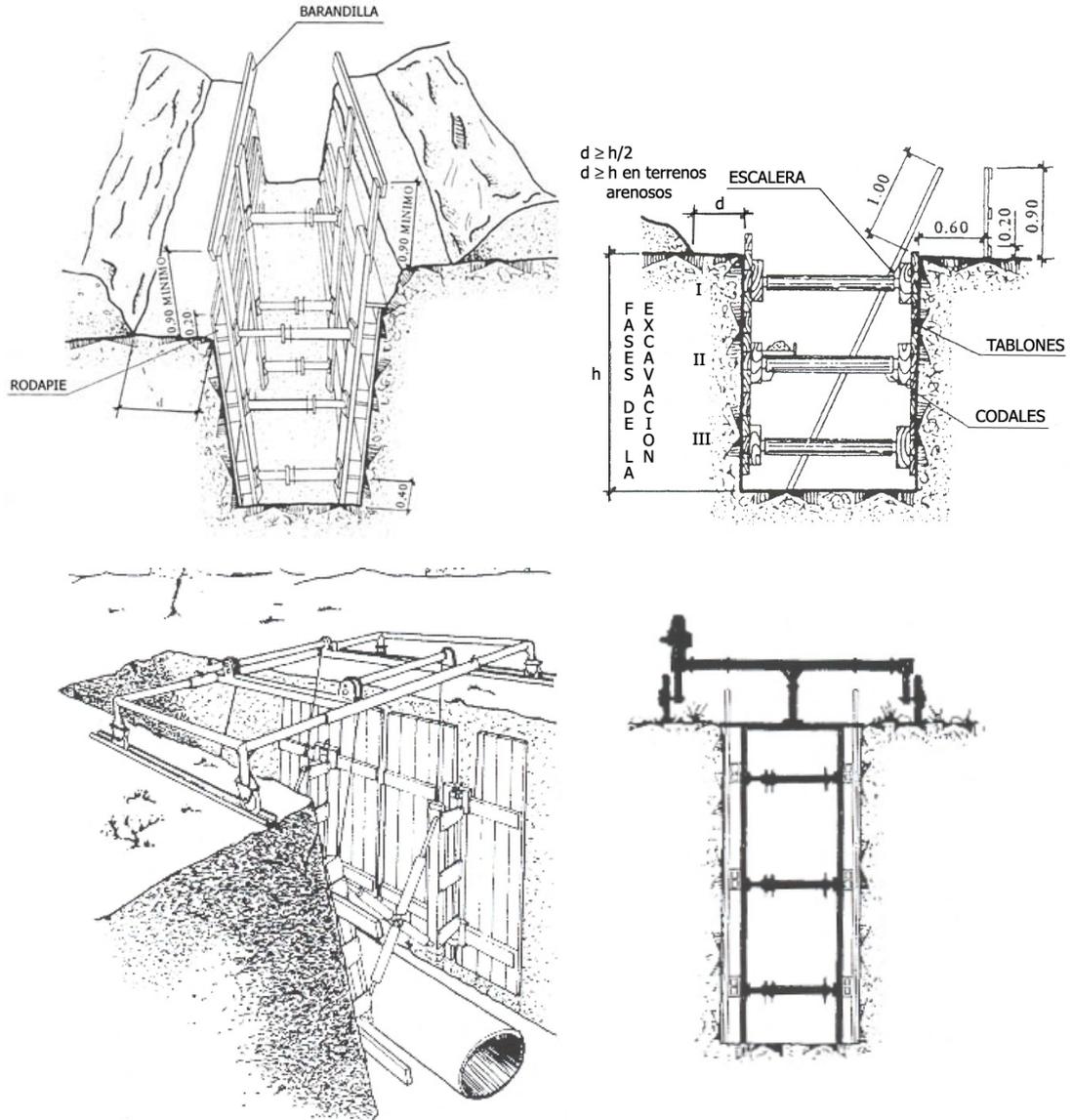
En estas obras resulta esencial el diseño correcto de las vías de entrada y salida de vehículos teniendo en cuenta que la pendiente de rampa no debe superar el 10% en tramos de 3 a 10 m, 12% en tramos menores de 3m y 8% en curvas y en el resto. También debe preverse una explanada de salida no menor de 6 por 4,5 m.



b) Zanjas

Se define zanja como toda excavación longitudinal cuyo fondo sea mayor de 1,20 m. Su función principal es contener canalizaciones de servicios y suministros. Dependiendo de su anchura y de la naturaleza del terreno, las paredes de la zanja pueden sostenerse mediante taludes cuando que el ángulo que formen las paredes de la excavación con la horizontal del terreno sea menor que el ángulo de rozamiento interno de sus materiales, con las reducciones oportunas en los casos en que el terreno esté inundado o haya sido removido recientemente.

En caso contrario, se requiere el uso de entibaciones fijas o escudos móviles.



Además, en las proximidades de la zanja no circulará maquinaria ni se podrán situar medios auxiliares (compresores o similares) que alteren las condiciones de carga sobre el terreno. Se procurará evitar las infiltraciones de agua y se deben sanear todos los tramos para evitar desprendimientos.

Dada su escasa profundidad relativa, y en especial cuando la zanja se encuentra próxima a vías públicas o edificaciones, al excavar con medios mecánicos es cuando existe mayor riesgo de producir daños en canalizaciones de servicio por lo que debe procederse previamente a su localización mediante detectores de superficie o, en todo caso, acotar zonas de probable existencia con objeto de proceder en dichas zonas con especial cuidado.

Cuando se realice el relleno de una zanja, la entibación permanecerá instalada hasta que desaparezca cualquier riesgo de desprendimiento.

c) Pozos

Se considera que el pozo es un tipo de excavación no longitudinal cuya profundidad es mayor que dos veces su diámetro, o su diagonal mayor si la sección es cuadrangular. Los materiales excavados se extraen por elevación y su ejecución y sistemas de protección dependen del tipo de pozo y de la finalidad para la que se construye.



Pozo de ventilación. Metro de Copenhague

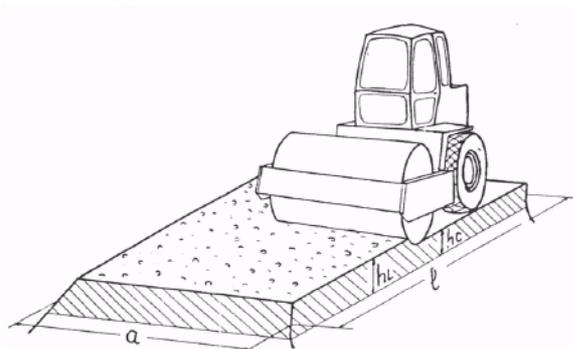
Cuando el pozo es de pequeño diámetro (pozos de captación, arquetas, pozos de registro, pozos de ventilación), en su ejecución se emplea la excavación manual según la técnica del cajón indio, de forma que la entiba del pozo se realiza con piezas prefabricadas de hormigón o acero que caen por gravedad a medida que se excava y se ensamblan en superficie, configurando un espacio de seguridad para el operario.

Si es de grandes dimensiones, se va protegiendo la excavación mediante la formación de un escudo de hormigón armado mediante la colocación de anillos de armadura formada por malla electrosoldada y gunitado de hormigón. También cabe la formación del escudo mediante hincado de pilotes o pantalla continua.

En ciertos casos se emplean topos desde galerías. Desde el exterior, se perfora un pequeño conducto vertical mediante trépano hasta alcanzar la galería de origen; por él se hace descender el eje del topo que se engancha en su parte inferior y se procede a la perforación en sentido ascendente. El escombros cae hasta un tren de carretillas.

d) Relleno y compactación

El relleno consiste en el aporte de tierras seleccionadas y adecuadas, procedentes de la propia obra o del exterior en cuyo caso se denominan préstamos. La compactación es una operación posterior al relleno consistente en una humectación si fuera necesaria y un apisonado y cuyo objetivo es dotar a las tierras aportadas de un grado de cohesión suficiente para la función que tengan asignada (soporte de viales, cerrado de zanjas, etc.).



Estas operaciones se realizan de forma sucesiva en ciclos de rellenado-compactación en tongadas cuyo espesor es conveniente que no exceda de 20 cm de aporte por ciclo con el fin de obtener una compactación adecuada evitando la formación de blandones: zonas de tierra insuficientemente compactada (índice Proctor inferior a 90%) que posteriormente puedan dar lugar a hundimientos del terreno.

El efecto de la compactación sobre la tongada se refleja exclusivamente en la disminución de altura, puesto que sus dimensiones horizontales apenas varían. Habida cuenta que el proyecto constructivo fija la altura de tongada en perfil, o sea después de la compactación h_C , conviene conocer la relación entre h_C y h_L para extender las tongadas con el espesor h_L adecuado.

La disminución de espesor depende del tipo de material, métodos de compactación, etc. Sin embargo, en los materiales granulares (gravas, suelos - cemento, zahorras, etc.) muy frecuentes en la compactación debido a su excelente comportamiento mecánico, su escasa sensibilidad a la humedad, etc., se ha observado que la disminución de espesor es aproximadamente el 20 %.

e) Terraplenado y pedraplenado

Se entiende por terraplén a la extensión y compactación de tierras procedentes de excavaciones o préstamos, que se realiza normalmente utilizando medios mecánicos. La partida de terraplén puede considerarse independiente de la de excavación y transporte de tierras, o puede considerarse formando un conjunto con ella, lo cual es frecuente en el caso de tierras procedentes de préstamos. Es necesaria la humectación de las diferentes tongadas; un terraplén consolidado contiene aproximadamente $0,18 \text{ m}^3$ de agua por m^3 de terraplén.



Los pedraplenes son obras análogas a los terraplenes, ejecutadas con piedra en lugar de tierra, bien sea aquella procedente de machaqueo o de gravera, y que se realizan cuando se duda razonablemente de la adecuada estabilidad y permanencia de un terraplén.



A los pedraplenes les es de aplicación todo lo dicho para los terraplenes en lo referente a las operaciones necesarias para realizarlos y a la medición y abono de la unidad. La compactación se realiza fundamentalmente con apisonadoras estáticas o vibrantes.

6.1.2 Excavaciones subterráneas.

Se entiende por excavación subterránea la extracción de material por debajo de la cota de terreno. Pueden ser en túnel o galerías. Dado que este tipo de obra civil es objeto de un capítulo específico, nos remitimos al mismo para todo su tratamiento.

6.1.3 Factores de riesgo

En general, los factores de riesgo provienen fundamentalmente de las siguientes causas aunque estas se pueden superponer y muchos accidentes provienen de varios factores que se concatenan.

a) La falta de información

La falta de información engloba tanto aquellos casos en los que se produce de forma previa a la ejecución de la obra por insuficiencia del proyecto o de sus antecedentes como aquellos otros en los que surge un problema imprevisto a pesar de que se hallan realizado todas las acciones y procedimientos necesarios para evitarlo. Estos últimos entran dentro de lo que puede considerarse riesgo normal pero los primeros son los que se deben evitar o ser tenidos en cuenta a la hora de establecer franquicias en las pólizas de seguros.

Toda la información previa debe ser incluida en el proyecto o, cuando menos, debe ser puesta a disposición del contratista. Además se debe intentar que esta información sea lo más actualizada posible.

En aquellos casos en los que el proyecto no ha sido suficientemente documentado podemos encontrar problemas desde tres frentes principales: problemas de subsuelo, daños en canalizaciones de suministro y en edificaciones colindantes.

La falta de amplitud y especificidad del estudio geotécnico trae consigo una apreciación errónea de los medios necesarios para proceder a los trabajos contratados y de los problemas que puedan surgir. Esto afecta a la organización del trabajo, al presupuesto de obra por la necesidad de realizar las obras adicionales necesarias para solventar esos problemas, a la integridad de los elementos que ya se hayan ejecutado así como a la seguridad del personal y la maquinaria.

Cuando no se ha investigado adecuadamente sobre la existencia y situación de las canalizaciones y/o servicios, el contratista debe prever la realización de las calas y calicatas oportunas para suplir la falta de información en esta materia así como ajustar la programación de la obra a esta circunstancia.

Si se dieran ambos sucesos simultáneamente, estudio geotécnico deficiente y desconocimiento de la configuración de los edificios colindantes en general y de sus cimentaciones en particular, pueden producirse daños graves desde un punto de vista estructural. Las causas pueden ser vibraciones debidas a la maquinaria, deslizamientos imprevistos de terrenos que resulten ser poco cohesivos, descalces de cimentaciones por arrastre de materiales finos cuando se alcanza el nivel freático, etc. El resultado va desde la formación de grietas en fachadas hasta su desplome, pasando por la fisuración y deterioro estructural.

b) El ambiente.

El ambiente en el que se desarrolla la obra influye desde dos puntos de vista: respecto a la obra y respecto al personal.

Respecto a la obra, hay que tener en cuenta que las condiciones climáticas pueden constituir un elemento perturbador de la buena marcha de las excavaciones y en especial la lluvia y el aire. Mientras que algo de lluvia resulta conveniente puesto que contribuye al asentamiento del polvo del ambiente y disminuye la necesidad de riegos para compactación de firmes y terraplenes, el exceso produce escorrentías que arrastran los materiales y genera acumulaciones de agua en el fondo de las excavaciones en general con la necesidad de proceder al achique de estas aguas para lo cual hay que prever los equipos de bombeo necesarios o en su caso emplazarlos lo que representa un considerable retraso en la ejecución.

Cuando existen construcciones colindantes los arrastres de material pueden descalzar las cimentaciones con los reiterados problemas referentes a deterioro estructural y/o visual.

Por otra parte, el aire excesivo, además de crear un ambiente de trabajo molesto en los tajos, supone un incremento en la evaporación del agua del suelo. Esto tiene como consecuencia la desecación de los terrenos con la correlativa disminución de la capacidad de compactación y la rotura de cohesión. A raíz de esto, los trabajos de ejecución deben acelerarse para evitar desplomes y corrimientos lo que eleva los costes de la obra (horas extraordinarias, más personal, maquinaria adicional, etc).

La programación de los trabajos debe por tanto realizarse de forma que se tengan en cuenta estos aspectos minimizando el impacto negativo de los factores climáticos.

La naturaleza de los suelos puede constituir también un elemento perturbador el los movimientos de tierras. El empleo de maquinaria pesada origina sobre el terreno una compactación inducida por las vibraciones que se generan: en suelos con elevado porcentaje de elementos gruesos e insuficiencia de agua, sea esta natural por evaporación o inducida cuando las obras se realizan con agotamiento, se produce un tamizado del material más fino que tiende a depositarse en las capas inferiores del perfil y un asiento diferencial con los efectos conocidos sobre edificaciones. Además, los elementos gruesos poseen un ángulo de rozamiento interno más reducido que puede conducir al desplome de taludes.

Respecto a la incidencia sobre el personal, hay que decir que este tipo de operaciones generan una elevada concentración de partículas sólidas en el ambiente por lo que debe dotarse a los operarios de los oportunos equipos de protección personal: mascarillas, gafas, ropa de trabajo adecuada. Así mismo, la dirección facultativa debe verificar periódicamente que el personal hace uso de estos equipos comunicando al comité de seguridad y salud la inobservancia de estas disposiciones. A su vez la empresa contratista debe reflejar en sus reglamentaciones de índole interna la tipificación como falta de esos incumplimientos.



Construcción del puente atirantado sobre el río La Plata (Puerto Rico).

c) La organización de la obra.

La organización adecuada de la obra es un factor esencial en la evitación de daños, especialmente los que involucran al personal y a la maquinaria. Deben separarse y señalizarse adecuadamente los accesos y salidas de vehículos así como las vías de circulación de los mismos dentro de la obra. Por otro lado, los servicios para el personal (aseos, vestuarios, cantina y botiquín) deben estar accesibles y fuera de las vías de circulación de los vehículos.



Buena organización de la obra.

- 1.- Aparcamiento
- 2.- Accesos
- 3.- Oficinas y servicios
- 4.- Entrada de maquinaria
- 5.- Entrada de personal
- 6.- Explanada para hormigonado
- 7.- Acopios

Las zonas de descarga y almacenamiento de materiales (acopios) deben estar debidamente separadas de las vías de circulación así como las zonas de aparcamiento de maquinaria en lugares donde su conservación y vigilancia sean lo más sencillo posible al objeto de minimizar los robos y la perpetración de actos vandálicos.

Deben preverse protecciones para el almacenaje de aquellos materiales más susceptibles de deterioro por las condiciones medioambientales y en especial en las obras que se desarrollen lejos de puntos de abastecimiento que obligan a disponer de mayor cantidad de suministros.

En ciertos casos existen elementos ajenos o propios de la obra que pueden interferirse generando accidentes. Los casos más normales son las líneas aéreas de alta y media tensión y las interferencias entre grúas de la misma o de distintas obras. Las líneas de transporte eléctrico pueden originar arcos voltaicos de descarga cuando se les aproxima maquinaria o elementos metálicos así como con el vallado en ambientes húmedos por lo que los movimientos dentro de la obra deben procurar evitar en lo posible el acercamiento a estas conducciones y hay que instalar las oportunas picas de toma de tierra en los cerramientos y en las casetas de obra.

Las grúas, por su parte, deben instalarse de forma que sus zonas de giro no se solapen para evitar choques y atrapamientos de cargas suspendidas.

d) El hombre: maquinistas, conductores y trabajadores.

El hombre es una fuente permanente de problemas. Las distracciones, el exceso de confianza, el voluntario incumplimiento de las disposiciones de seguridad de la obra, el cansancio, y en ciertas ocasiones la falta de cualificación o experiencia originan accidentes de resultados inciertos en cuanto al carácter de las lesiones personales o de los daños a la obra.

La mayor parte de los siniestros que tienen su causa en el factor humano entran a formar parte de los clasificados como caso fortuito por lo que evitarlos no suele estar en nuestras manos. Aún así, el agente de seguros deberá verificar cuidadosamente el historial de siniestralidad laboral de la empresa contratista aplicando las correcciones oportunas en la cuantía de la póliza o en las franquicias contratadas.

6.2 MOVIMIENTOS DE MATERIALES

GRÚAS

Antes de utilizar una grúa en una obra, la administración debe considerar todos los factores que puedan afectar su uso, tales como:

- peso, tamaño y tipo de carga que deberá izar;
- alcance o radio máximo que se requiere de ella;
- restricciones para el uso, tales como cables aéreos de transmisión eléctrica, condiciones de la obra y tipo de terreno;
- necesidad de operadores y señaleros capacitados.

Montaje

Tanto el montaje como el desmantelamiento de las grúas deben ser realizados por obreros especializados bajo la dirección inmediata de un supervisor competente y experimentado, que deben seguir estrictamente las indicaciones del fabricante.

Señales

Los operadores y señaleros de grúas deben ser mayores de 18 años, estar capacitados y tener suficiente experiencia. Cuando el operador de la grúa no puede ver la carga durante todo el izado, siempre tiene que haber un señalero o un sistema de señales, como por ejemplo un teléfono. Las señales de mano deben ser claras y precisas, ajustándose a un sistema o código reconocido.



Las señas con la mano a los operadores de grúas deben ser claras y precisas, ajustándose a un código o sistema reconocido.

Sobrecarga

La sobrecarga, que ejerce fuerzas sobre partes vitales de la grúa que van más allá de su capacidad calculada, puede producirse cuando ni el operador ni el supervisor saben calcular bien el peso del material que se va a izar; esto sucede, por ejemplo, con los objetos de forma irregular. Si el operador no está correctamente capacitado puede entonces bajar la carga a velocidad excesiva y al aplicar abruptamente los frenos el brazo de la grúa se parte.

Todas las grúas deben tener marcado el peso máximo de trabajo, que no hay que exceder durante su uso. En las grúas con brazo de radio variable, tiene que estar indicada la carga máxima de cada posición de la pluma. Los guinches y poleas deben estar marcados en forma similar.

Indicadores de carga segura

Todas las grúas de pluma o brazo deben estar equipadas con un indicador automático de carga segura que avisa al operador, generalmente por medio de una luz, poco antes de llegar al máximo admisible, y hace sonar una alarma con campana o bocina para advertirle a él y a quienes estén cerca cuando la carga segura ha sido excedida. Estos indicadores ayudan en la seguridad de las grúas, pero no la garantizan. Por ejemplo, no tienen en cuenta los efectos del viento o del terreno blando. Si se está izando una carga que puede estar cerca del límite, no debe levantarse de una sola vez: se debe subir la carga un poco y comprobar la estabilidad de la grúa antes de continuar la operación. Si se deja que la carga haga movimiento de péndulo o descienda muy rápido, el brazo puede flexionarse aumentando accidentalmente su radio de alcance. Algunos indicadores funcionan también como disyuntores en caso de carga excesiva. Nunca deben ser neutralizados para izar una sobrecarga.

Inspección y mantenimiento

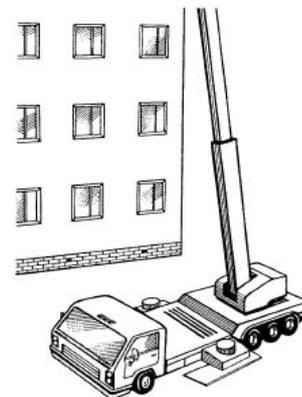
Las grúas sufren efectos del uso y el desgaste que a veces no son fáciles de detectar: por ejemplo los pernos y piezas similares pueden sufrir fatiga metálica. Las grúas deben ser revisadas y probadas por una persona idónea antes de ser usadas en una obra en construcción, y luego sometidas a inspección regular según los requisitos oficiales. También es preciso cumplir con los programas de chequeos y mantenimiento por parte del operador que el fabricante recomienda; deberá informarse al supervisor sobre cualquier daño o desperfecto.

Los cables metálicos, frenos y dispositivos de seguridad son particularmente susceptibles. El contacto constante de los cables metálicos con las roldanas de la pluma acelera su desgaste. Los frenos se usan continuamente y es preciso revisarlos, ajustarlos y renovarlos. Los indicadores de carga máxima y otros dispositivos de seguridad como los disyuntores de sobrecarga a menudo sufren desperfectos debido a las condiciones de la obra, cuando no son desconectados intencionalmente.

GRÚAS MÓVILES

Las grúas móviles son intrínsecamente inestables y pueden volcarse si se las usa en terrenos no apisonados o en pendiente. La lluvia puede ablandar el suelo y los terrenos desniveladas les imponen esfuerzos a las grúas que pueden llevar accidentalmente a la sobrecarga.

Existen ventajas y desventajas de los voladizos o alerones laterales (ver figura anexa), y peligros por no utilizarlos. El izado de cargas en espacios abiertos puede resultar más difícil o arriesgado a causa del viento. Debe existir espacio suficiente entre la pluma y su contrapeso y los vehículos en circulación o las estructuras fijas, tales como edificios, y ninguna parte de la grúa o de la carga deben estar a menos de 4 m de cables aéreos de transmisión eléctrica.



Todas las grúas deben tener gancho de seguridad para impedir que la carga se desprenda accidentalmente si se enreda con algo o se trava en una obstrucción durante el izado.

GRÚAS DE TORRE

Para no volcar, las grúas de torre tienen que estar ancladas al suelo, o tener un lastre adecuado de contrapeso. Si están montadas sobre rieles, los carriles no pueden usarse para anclaje. Dado que el material que sirve de lastre puede moverse, debe colocarse en la grúa un diagrama del lastre o contrapeso, y usarse como guía al armarla, o para hacer correcciones después de mal tiempo.

Los accesorios usados con la grúa, tales como eslingas y cadenas, no deben obstruir las vías de acceso o escaleras y deben estar a buena distancia de cualquier maquinaria en la que puedan enredarse.

Las cargas deben izarse verticalmente, pues cualquier izado no-vertical puede causar el derrumbe de la grúa. Lógicamente, debe evitarse levantar cargas de gran superficie expuesta si soplan vientos.

La grúa debe ubicarse de modo que la pluma pueda girar libremente con el viento 360° en redondo. Los fabricantes especifican las velocidades máximas de viento con que se pueden usar las grúas de torre.

GRÚAS UTILIZADAS EN DEMOLICIONES

Las bolas o pesas de acero fundido colgadas del brazo de una grúa son muy usadas como instrumento de demolición. Las grúas no están construidas ni diseñadas para las cargas extremas y súbitas que genera el uso de las bolas de demolición, de modo que sólo hay que utilizarlas para dejar caer la bola verticalmente en caída libre, en tareas tales como la fragmentación de losas de hormigón. No se debe balancear la bola.

Más apropiadas a ese efecto son las excavadoras convertibles en grúas, que han sido diseñadas para operaciones de empuje y arrastre. Es preciso seguir las recomendaciones del fabricante en lo que se refiere al peso y forma de fijar la bola de demolición. Generalmente su peso no debe exceder el 33 % de la carga máxima de trabajo de la máquina, ni el 10 % de la carga mínima de rotura del cable de izado. Hay que inspeccionar todas las partes dos veces por día y se requiere un alto nivel de mantenimiento. El operador debe estar familiarizado con el trabajo de demolición con bola, y resguardado de los escombros por una estructura protectora de malla metálica.

EQUIPOS DE CARGA USADOS COMO GRÚAS

Las máquinas tales como excavadoras, palas mecánicas y cargadoras son utilizadas como grúas cuando manejan cargas suspendidas con eslingas.

En general, se aplican en este caso las mismas precauciones que con las grúas móviles, aunque no se instalan en estas máquinas indicadores de carga máxima ni de radio de alcance mientras la carga sea inferior a 1 Tm..

Eslingas y cuerdas

Deben utilizarse sólo eslingas y cuerdas que tengan marcada la carga de trabajo. Los cantos y bordes cortantes de la carga deben recubrirse para proteger la eslinga y se debe verificar que los pernos de las argollas están en posición correcta.

Montacargas

El montacargas o plataforma de carga que se utiliza para elevar materiales y equipos verticalmente a sucesivos niveles a medida que avanza la construcción, es posiblemente el elemento de manejo mecánico más comúnmente usado. Consiste en una plataforma movida por un mecanismo con cable o cremallera y piñón, con el motor y la caja de cambios montados en la plataforma. Los principales peligros para los operarios son caídas por el pozo de izado, golpes por la plataforma u otras partes móviles, o ser alcanzados por materiales que caigan por el pozo.

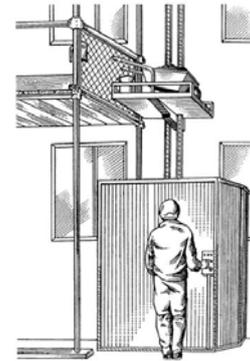
Montaje

El montaje, extensión y desarmado de los montacargas es una tarea especializada que sólo se debe realizar bajo la dirección de un supervisor idóneo. Es preciso sujetar bien la torre o mástil estático del montacargas al edificio o andamio y mantenerla en posición vertical, para que no esté sometida a tensiones que puedan desalinearla e interferir con el funcionamiento de la plataforma elevadora. Los montacargas móviles deben usarse hasta un máximo de 18 m, a menos que el fabricante especifique que se puede superar esa altura.

Cerramiento

Hay que erigir un cerramiento de construcción sólida alrededor del pozo de izado a nivel del suelo, con una altura de por lo menos 2m. Debe tener puertas adecuadas de acceso a la plataforma (ver imagen anexa).

El resto del pozo de izado debe también tener algún tipo de cerramiento (por ejemplo, de malla de alambre) de resistencia suficiente para impedir que caigan materiales hacia afuera.



Deben instalarse puertas en todos los niveles donde sea necesario acceder a la plataforma; las puertas deben mantenerse cerradas a menos que se esté cargando o descargando a ese nivel.

Dispositivos de seguridad

Debe instalarse un tope de contacto superior por encima de la posición más alta que se requiera de la plataforma, o cerca del final del mástil. Se necesita asimismo un dispositivo amortiguador al pie del mástil, capaz de sostener a la plataforma con su carga máxima, en caso de que falle la cuerda de izado o el motor. Cuando la plataforma esté en la posición más baja, deberán quedar aún tres vueltas de cuerda alrededor del tambor de la grúa.

Funcionamiento

Para impedir que el operador -que debe estar debidamente capacitado- ponga en movimiento la plataforma cuando alguien está tratando de cargar o descargar materiales, hay que ubicar los controles de manera que el montacargas sólo pueda ser activado desde determinada posición. Desde esa posición el operador deberá ver claramente todos los niveles de acceso. Si eso no fuera posible, es preciso utilizar un sistema de señales durante la carga y la descarga. Cuando el operador está a nivel del suelo, como ocurre generalmente, debe tener protección desde arriba.

Cargas

La carga máxima de trabajo estará claramente marcada en la plataforma, y no deberá ser excedida. Las carretillas no deben llenarse demasiado y hay que frenarles las ruedas con tacos o amarrarlas para que no se desplacen en la plataforma cuando esta se mueve. Nunca se deben transportar ladrillos sueltos o materiales similares en una plataforma abierta. Hay que prohibir que las personas suban o bajen en el montacargas, y exhibir un cartel a tal efecto.

Transporte de personas

Los ascensores para el transporte de personas tienen que estar contruidos e instalados especialmente para tal fin, con características tales como dispositivos de cierre electromecánico en las puertas de la jaula y de los descansos.

Pruebas e inspección

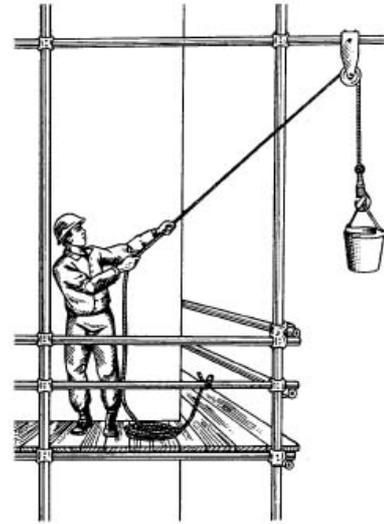
Todos los montacargas deben ser probados y revisados después de su instalación, y el tope superior y el amortiguador de abajo deben ser chequeados. Debe llevarse un registro de controles semanales, a cargo de una persona competente.

Poleas

Causas de accidentes

Las poleas son una forma común y económica de izar cargas pequeñas a distancias limitadas. Los accidentes más frecuentes ocurren cuando:

- el palo o travesaño en que está montada la polea tiene un solo soporte: siempre se requieren dos (ver figura anexa)
- la cuerda de izar no tiene un gancho adecuado con traba de seguridad: los ganchos hechos con alambres doblados son muy peligrosos
- la cuerda de izar está gastada
- el balde o carga golpea contra el andamio o edificio y vuelca su contenido
- la carga es demasiado pesada o no está bien sujeta
- el armazón de izado montado en un techo no está bien anclado y vuelca



Medidas de seguridad

Es preciso tomar las siguiente precauciones:

- si se transporta un líquido en un balde, siempre debe tener tapa
- cuando esté izando el balde, siempre debe usarse guantes de protección
- cuando la polea está montada cerca del borde de un techo, se requieren barandas protectoras y guardapiés
- si dos o más personas están realizando la operación, una de ellas debe dar las instrucciones para que puedan funcionar como equipo.

6.3 HORMIGONES

6.3.1 Generalidades

El hormigón se puede definir como una roca artificial formada por la unión irreversible de cemento con áridos de distintos tamaños mediante su amasado con agua. Su elevada resistencia mecánica a la compresión, superior a 200 kilos por centímetro cuadrado, unida a la versatilidad en su conformación lo convierten en el material más utilizado en la construcción en general y en las infraestructuras civiles en particular. El hormigón puede conformarse en la propia obra o emplearse como piezas prefabricadas, normales o pretensadas.

Por contra, presenta particularidades que hacen que en su utilización deban adoptarse grandes precauciones. Una ejecución o colocación defectuosa del hormigón puede producir pérdidas de resistencia o discontinuidades en el material que lo inhabiliten para su función estructural, o una mala presentación cuando se trata de elementos vistos. La consiguiente necesidad de proceder a su sustitución resulta siempre costosa, ya que no solo se pierde el material sino que requiere demolición, retirada de escombros y refacción.

6.3.2 Hormigón conformado en obra

La ejecución del hormigón conformado en obra consta de las siguientes fases: encofrado, fabricación y transporte, vertido o proyección (gunitado), fraguado y desencofrado.

Su conformación requiere habitualmente la aplicación de **encofrados**, es decir de



estructuras rígidas que realizan la función de molde, donde se vierte el hormigón en un estado pastoso. La conformación sin encofrar se utiliza en elementos que se encuentran en su totalidad dentro

del terreno, como por ejemplo para las zapatas o los pilotes de cimentación, y en los que aquel actúa como encofrado natural.



Los encofrados pueden ser **fijos** para ser retirados a posteriori y que, cuando es necesario, se apoya en estructuras metálicas provisionales denominadas cimbrado o **deslizantes**, que se emplean en obras donde la estructura de hormigón es de gran longitud (tableros de puentes, chimeneas de gran altura, núcleos de edificios, etc.) y que van desplazándose gradualmente a una velocidad determinada apoyándose en la propia estructura que se va creando mediante el vertido.



Encofrado deslizante para la construcción de las pilas de un puente

Encofrado móvil para construcción de muros



Normalmente, y dados los elevados volúmenes de material que se emplean en este tipo de obra, el hormigón para conformación se suministra ya mezclado de acuerdo con las especificaciones de proyecto, desde plantas especializadas, mediante el transporte en vehículos adecuados.

Cualquiera que sea el **método de transporte**, debe procurarse evitar la vibración excesiva puesto que provoca la segregación de los componentes de la masa. Con transporte a largas distancias, deben emplearse agitadores que eviten la separación. El intervalo de transporte no debería superar una hora en verano y dos en invierno dado que el hormigón puede comenzar a fraguar o perder agua por evaporación con lo que se altera la relación agua/cemento. Si se prevén tiempos mayores, debe fabricarse el hormigón con consistencias más fluidas.

El **vertido** del hormigón en este tipo de obras se realiza mediante bombeo con tornillo sin fin o neumático a presión, en cuyo caso debe preverse el empleo de hormigones más fluidos puesto que el aire tiende a secarlos.



Transporte de hormigón con tornillo ascendente



Transporte de hormigón mediante bombeo neumático



Canaleta para el vertido del hormigón

El vertido debe realizarse por tongadas de espesor variable en función de las condiciones pero que no deben superar en ningún caso los 60 cm de espesor. También en esta fase debe evitarse la segregación de los componentes para lo cual debe realizarse verticalmente evitando en lo posible los desplazamientos horizontales de la masa y el choque directo con encofrados y armaduras. De forma previa, deben regarse los encofrados para que no absorban el agua del hormigón.

Durante el hormigonado de elementos grandes, se producen interrupciones diarias en función de la jornada laboral que crean las denominadas juntas de hormigonado. Deben preverse en las zonas de las piezas que van a ser solicitadas por tensiones menores y hay que asegurar que no interrumpen la continuidad de la estructura. Antes de reanudar el hormigonado se debe limpiar la junta, humedecerla, cubrirla con una capa de mortero y seguir hormigonando.

El endurecimiento, denominado **fraguado**, es gradual. Se considera que el hormigón no alcanza su resistencia característica hasta pasados veintiocho días desde su colocación, aunque ya a las setenta y dos horas presenta una resistencia de al menos el 40% de su valor característico. Cabe la posibilidad de añadir a la mezcla elementos acelerantes o retardantes del fraguado, dependiendo de las condiciones que resulten convenientes.

En esta fase hay que proceder a la consolidación del hormigón con objeto de evitar la aparición de coqueras, espacios vacíos que suponen una discontinuidad de la estructura, para lo que se suele utilizar la técnica del vibrado. Los vibradores son martillos neumáticos que generan una vibración en el hormigón separando el agua y produciendo la consolidación de la masa. Según el tipo de estructura se emplean vibradores internos (pervibradores) en vigas, pilares y muros fuertemente armados, vibradores de superficie, en los que el martillo se fija a una bandeja, para losas y para piezas pequeñas en las que no es posible introducirlos, se emplean sujetos al propio encofrado.

Durante el fraguado se producen dos fenómenos que es necesario controlar cuidadosamente: una compactación denominada **retracción**, con separación de parte del agua de la masa, y una elevación de la temperatura debida a las reacciones químicas que dan lugar a la solidificación.

Con objeto de disminuir la retracción hay que asegurar el mantenimiento de la humedad del hormigón mediante regado, cuidando de no arrastrar la masa, o aplicando productos capaces de retener la humedad. También cabe proteger el hormigón mediante cubiertas adecuadas.



Hormigón protegido con plásticos

El hormigón sufre cuando el hormigonado se realiza a temperaturas excesivamente altas o bajas. Se recomienda no hormigonar cuando la temperatura supera los 40°C si se emplean cementos portland y 25°C con cementos aluminosos salvo que se tomen precauciones especiales: hormigonar de noche, conservación húmeda de la superficie, etc. Con temperaturas bajas, los periodos necesarios para el fraguado y el endurecimiento crecen considerablemente y, además, las resistencias finales alcanzadas son menores. Se recomienda no hormigonar si se esperan temperaturas inferiores a 0°C dentro de las 48 horas siguientes, o adoptar precauciones especiales como amasar con agua caliente o añadir cloruro cálcico en proporción no superior al 2% en peso.

El efecto de las heladas sobre el hormigón también es importante. En los hormigones tiernos se producen grietas como consecuencia del aumento de volumen del agua al congelarse. Si el hormigón ya ha endurecido, el efecto cuña puede hacer incluso que se desprenda parte de la masa. Cuando se ha producido la helada durante el fraguado, las piezas que estuvieran en proceso de consolidación deben ser examinadas cuidadosamente y, si fuera necesario, deberán rehacerse con objeto de no perjudicar la resistencia de la estructura.

Una vez concluido el fraguado y habiendo adquirido el hormigón una resistencia suficiente se procede a la retirada de los moldes. En piezas cimbradas, es norma de buena práctica mantener los moldes ligeramente separados de la estructura al menos veinticuatro horas con objeto de evitar que el derrumbe accidental de la pieza provoque un derrumbe general. También suele ser conveniente medir la flecha producida antes de la retirada total de los cimbrados como índice de si resulta conveniente continuar con la operación.

6.3.3 Hormigón prefabricado

Las piezas de hormigón prefabricado se suministran a la obra ya terminadas de forma que solamente es preciso realizar su colocación. Por lo demás, la única particularidad que presentan es que las operaciones de encofrado, colocación de armaduras, vertido, fraguado y desencofrado se realizan en fábricas especializadas, en serie o bajo pedido para obras singulares. En ciertos casos, como en puentes, ciertas piezas pueden prefabricarse en la propia obra para ser colocadas a continuación.

El hormigón prefabricado pretensado se emplea en piezas que van a ser sometidas a elevados esfuerzos de flexión. Las armaduras, que reciben la denominación de activas, están formadas por fajas de tracción de acero de alta calidad. Antes del vertido, esas fajas de tracción son pretensadas mediante prensas hidráulicas de forma tal que, al ser liberadas, originan esfuerzos de compresión dentro del hormigón fraguado generando una deformación convexa. Las tensiones de tracción resultantes de cargas externas, tales como peso propio y circulación, van disminuyendo la deformación de la pieza en su totalidad.

El mejor aprovechamiento de las calidades típicas del material, en el presente caso del hormigón pretensado, permite dimensiones más reducidas de la sección transversal y luces mayores. En total resulta, pues, un modo de construcción más económico y más perfeccionado desde el aspecto arquitectónico, circunstancia ésta que redundará en beneficio, sobre todo, de obras de puentes.

La calidad del material y la de la ejecución al igual que el mantenimiento deberán cumplir, no obstante, con las exigencias más severas.

6.3.4 Aceros

Los aceros que se utilizan en construcción se presentan bajo tres modalidades: perfiles laminados, barras corrugadas conformadas en caliente y alambres estirados en frío.

Los perfiles laminados se emplean en obra civil principalmente en puentes, para vigas de soporte en celosía y, más raramente, como perfiles de alma llena o aligerados.

Tanto las barras corrugadas como los alambres en forma de malla electrosoldada se emplean como armadura para piezas de hormigón. Cuando las obras son de grandes dimensiones, y las obras civiles se encuentran entre ellas, lo más frecuente es que los armados se suministren preparados para su colocación desde talleres especializados aunque siempre existe una pequeña proporción de estructura en los que la armadura se ejecuta directamente en obra.

Los principales problemas que se pueden presentar con los aceros estructurales considerado como un material más de los que se suministran a la obra son los propios de un producto que debe ser sometido a unos procedimientos de control de calidad en fábrica por lo que la tarea de la dirección facultativa será realizar los controles de aceptación tal como deben figurar en el pliego de prescripciones técnicas.

Los problemas derivados de la puesta en obra se circunscriben a dos: la correcta o incorrecta colocación de las armaduras y la ejecución de las uniones, soldaduras o tornillos, necesarias. La colocación de los elementos debe ser supervisada de forma previa al hormigonado de las piezas por parte de la dirección facultativa y/o por los técnicos independientes de supervisión de obra.

La ejecución de uniones soldadas presenta a su vez dos fuentes de siniestralidad: la ejecución defectuosa, en sentido propio o por insuficiencia de los cordones de soldadura, y el hecho de que se el proceso se emplean materiales combustibles con capacidad de deflagración y se generan chispas. Este último lleva aparejado el riesgo de que se produzcan incendios en materiales combustibles tales como encofrados, materiales bituminosos (alquitranes y asfaltos), etc. pudiéndose llegar a la explosión con daños en personas, maquinaria y edificaciones colindantes.

La ejecución defectuosa conduce a la aparición en los perfiles de grietas, porosidades, inclusiones de escoria, falta de fusión, falta de penetración, mordeduras, exceso de calentamiento y deformaciones que determinan la necesidad de proceder a la demolición y refacción.

Las uniones atornilladas, que se realizan mediante apretado con llaves dinamométricas hasta una presión previamente establecida, requieren un calibrado exhaustivo y registrado de la herramienta puesto que si la presión ejercida es excesiva pueden producirse aplastamientos de los perfiles y si, por el contrario, es insuficiente se generan holguras de montaje.

7 OBRAS DE URBANIZACION

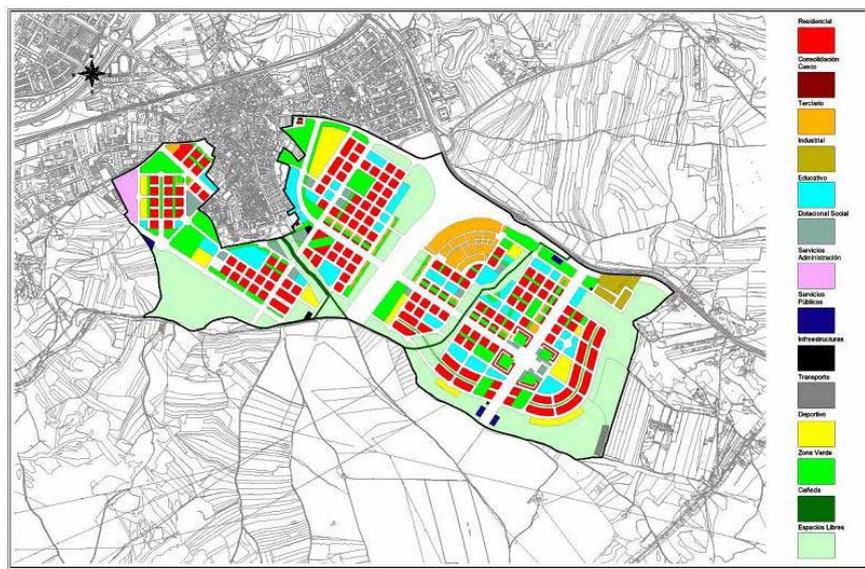
7.1 DESCRIPCIÓN

El objetivo de las obras de urbanización es ordenar el suelo dentro de una zona determinada asignando espacios concretos a los usos definidos en el proceso de



ordenación del territorio teniendo en cuenta las diversas necesidades sociales: vivienda, transporte, educación, sanidad, espacios verdes, etc. En resumen, se trata de realizar infraestructuras de tipo secundario para proporcionar servicios de primera necesidad a los habitantes de núcleos poblados: vías

públicas, alumbrado, líneas de suministro de agua, gas, electricidad y telefonía, redes de saneamiento incluyendo líneas de recogida e instalaciones de depuración de aguas, red de transporte subterráneo y superficial, etc.



La ejecución de la obra comprende básicamente la creación de infraestructuras para sistema de transporte incluyendo la señalización horizontal, vertical y de control de tráfico, para los suministros básicos (agua, luz, gas y comunicaciones), y para la retirada de residuos urbanos. La infraestructura de transporte, aparte de servir para este fin, es el elemento delimitador de parcelas.

Las fases de la obra se pueden sintetizar en las siguientes:

- a) Replanteo. Esta operación se realiza de forma posterior a la adjudicación de la obra interviniendo no solo el contratista sino la propiedad y la dirección facultativa. En el caso de proyectos públicos esta fase viene regulada en la Ley de contratos de las Administraciones Públicas. El resultado queda aprobado en el documento denominado “acta de replanteo”, que resulta vinculante para las partes.
- b) Demoliciones. En muchos casos, en la zona que se pretende urbanizar existen edificaciones, normalmente dedicadas a usos agrícolas, o lo que se pretende es transformar una zona industrial en zona urbana. En estos casos es preciso demoler estas edificaciones preexistentes.
- c) Movimiento de tierras. Estos trabajos comienzan con el desbroce y enrasado del terreno hasta cota de proyecto. Si existe fuera necesario, se procedería al desmonte y terraplenado. A continuación se excavan zanjas y pozos para las distintas instalaciones, se colocan las canalizaciones o, en su caso, las estructuras de las galerías de servicios y se cubren. Por fin se ejecutan las cajas para el trazado de los viales. Dentro de este apartado cabe incluir los movimientos relativos a préstamos de tierras destinados a ajardinamientos de espacios verdes y creación de zonas deportivas.

d) Ejecución de viales. Los viales pueden ser rígidos o flexibles en función de la naturaleza del terreno que sostiene al vial y del tipo de vehículos que se espera que lo utilicen. Los viales constan de sub-base, base y capa de rodadura, colocados dentro de las cajas preparadas al efecto. La sub-base solo se coloca en pavimentos de tipo flexible; tiene como función dar estabilidad al vial, aislar el vial del contacto directo con el suelo creando condiciones óptimas de drenaje y ejercer una función elástica y se constituye con materiales granulares gruesos no meteorizables, naturales o artificiales (materiales granulares reciclados, áridos siderúrgicos, subproductos y productos inertes de desecho, siempre que cumplan las prescripciones técnicas exigidas). La base constituye el soporte estructural del conjunto y pueden ser granulares, de grava cemento, asfálticas o de hormigón. La capa de rodadura es la más superficial y debe poseer buenas características de adherencia para el tráfico.

Se une con la base mediante la aplicación de un riego de adherencia de material bituminoso y está constituida por una capa de hormigón vertido, de materiales asfálticos o por piezas prefabricadas de hormigón.



PAVIMENTO ASFÁLTICO SEGÚN USOS

TIPO	DENOMINACIÓN	USO QUE ADMITE	DESGLOSE DEL PAVIMENTO		DIMENSIONES MINIMAS (cm)	
			ENLOSADO	SOLERA DE ASIENTO	A	B
1	PAVIMENTO ASFALTICO ACABADO EN NEGRO SOBRE SAJE DE HORMIGON HIDRAULICO	COCHES Y CAMIONES	RIEGO DE ADHERENCIA Y AGLOMERADO ASFALTICO	HORMIGON HIDRAULICO DE 100 KG. DE CEMENTO	3	30
2	PAVIMENTO ASFALTICO SOBRE MACADAM RECEBADO O SOLERA DE HORMIGÓN	PEATONES	RIEGO DE IMPRIMACION Y AGLOMERADO CON MATERIAS DE COMPOSICION FERRUGINOSA	MACADAM DE PIEDRA CALIZA, RECEBADO Y COMPACTADO	3	12
3	PAVIMENTO ASFALTICO ACABADO EN NEGRO SOBRE TERRENO COMPACTADO	PEATONES	RIEGO DE IMPRIMACION Y AGLOMERADO ASFALTICO	COMPACTACION DE LA CAJA AL 100 % DE SU DENSIDAD PROCTOR	5	-
4	PAVIMENTO DE MACADAM ASFALTICO	PEATONES	RIEGO ASFALTICO DE 2KG DE BETUN Y 20 LITROS DE GRAVILLA DE 5-10	MACADAM DE PIEDRA CALIZA., RECEBADO Y COMPACTADO	1	10



Los acerados o enlosados se componen de una solera de asiento de hormigón hidráulico o arena de miga compactada, una capa de mortero de agarre y un enlosado. Los espesores y materiales se ajustan al uso admitido. Las características se resumen en la siguiente tabla:

TIPOS DE ENLOSADOS SEGÚN USOS

TIPO	DENOMINACIÓN	USO QUE ADMITE	DESGLOSE DEL PAVIMENTO		DIMENSIONES MINIMAS (cm)	
			ENLOSADO	SOLERA DE ASIENTO	A	B
1	ENLOSADO DE GRANITO SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN	PEATONES COCHES Y CAMIONES	LOSAS DE GRANITO DE UNOS 80x80 cm. ASENTADAS CON MORTERO DE CEMENTO	HORMIGON HIDRAULICO DE 100 Kg DE CEMENTO	12	25
2	ENLOSADO DE TERRAZO PULIMENTADO 'IN SITU', SOBRE SOLERA	PEATONES COCHES Y CAMIONES DE PEQUEÑO TONELAJE	LOSAS DE TERRAZO DE 50x50x4 RECIBIDAS DIRECTAMENTE SOBRE LA SOLERA DE HORMIGON Y PULIMENTADA 'IN SITU'	HORMIGON HIDRAULICO DE 200 Kg ARMADO CON MALLAZO	4	25
3	ENLOSADO DE PIÑONCILLO LAVADO SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN	PEATONES Y ACCIDENTALMENT E VEHICULOS LIGEROS	LOSA DE PIÑONCILLO LAVADO DE 60x40x4, ASENTADA CON MORTERO Y LECHADA DE CEMENTO	HORMIGON HIDRAULICO DE 250 Kg DE CEMENTO	6	25
4	ENLOSADO DE PIEDRA ARTIFICIAL SOBRE SOLERA DE HORMIGÓN	PEATONES	LOSAS DE PIEDRA ARTIFICIAL DE ACABADO RUGOSO BLANCO DE 80x40x5, ASENTADAS CON MORTERO DE CEMENTO	HORMIGON HIDRAULICO DE 250 Kg DE CEMENTO	7	10
5	SOLADO DE LOSAS DE HORMIGÓN	PEATONES	LOSAS DE HORMIGON ARMADAS CON MALLAZO DE 80x40x5, CON JUNTA DE 1 cm, RECIBIDAS CON MORTERO DE CEMENTO	ARENA DE MIGA COMPACTADA	2	10

e) Acabados. Se incluye en esta fase la colocación de luminarias y mobiliario urbano, el ajardinamiento de zonas verdes y plantación en alcorques, y el vallado y solado de zonas deportivas y recreativas, siempre que estas operaciones se encuentren recogidas en el proyecto.

7.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES Y SITUACIONES DE RIESGO

La característica mas sobresaliente de este tipo de obras es la gran superficie que ocupan con circulación de abundante maquinaria pesada y un número elevado de operarios. En estas circunstancias, debe examinarse cuidadosamente que el plan de seguridad y salud laboral elaborado por el contratista prevé específicamente la circulación dentro de la obra, tanto de vehículos como de operarios, mediante vías debidamente señalizadas así como la adecuada ubicación de los servicios e instalaciones de obra de forma que se limiten los desplazamientos del personal.

En lo que se refiere a la realización de demoliciones de edificios existentes dentro del ámbito de actuación, es preciso cerciorarse de que el proyecto de ejecución de la demolición contiene el inventario de edificios, materiales de construcción e instalaciones y que se han tenido en cuenta en el presupuesto aquellas características especiales que determinen la necesidad de proceder con precauciones especiales. A título de ejemplo cabe citar la demolición de edificios entre cuyos materiales se encuentren amianto, empleado antiguamente como aislante, placas de fibrocemento, aceites de transformadores, fibroplásticos, etc. Tales materiales requieren la extracción, manipulación y eliminación por medios especiales, con proyectos específicos y autorización de los departamentos medioambientales competentes. La aparición imprevista de este tipo de edificios produce retrasos en la ejecución con pérdidas económicas derivadas.

La urbanización de terrenos se realiza, habitualmente, en zonas colindantes a núcleos urbanos consolidados. Esta ubicación determina problemas específicos originados por la presencia de líneas de servicios preexistentes. En estas circunstancias es necesario comprobar que el proyecto contiene un estudio previo de la situación actual de la parcela que defina y localice la ubicación de estos servicios basándose en datos aportados por las distintas compañías suministradoras implicadas.

A falta de ello el contratista debe haber solicitado esa información y debe tener previsto la realización de los trabajos necesarios para la localización de las canalizaciones. De todas formas, no se garantiza que esto resulte suficiente por lo que el riesgo de producir daños en instalaciones y servicios ajenos es ciertamente elevada. Las consecuencias son igualmente dañosas en el sentido de que hay interrupciones de suministros que en ciertos casos determinan pérdidas económicas cuantiosas. Cuando hay que asegurar este tipo de obras hay que prever la existencia de franquicias en función del volumen de la obra.

La existencia de líneas aéreas de media y alta tensión es también un elemento de riesgo elevado puesto que el empleo de maquinaria que puede alcanzar mucha altura, tal como las excavadoras, puede determinar la formación de arcos voltaicos entre la línea y la máquina con el consiguiente riesgo para el maquinista y el personal que se encuentre en sus alrededores y el deterioro o inutilización total de la máquina. Resulta preceptivo entonces el empleo de maquinaria que cuente con los sistemas adecuados de aislamiento de la cabina.

Otro problema que nace de la proximidad a zonas ya consolidadas es la intrusión de personas ajenas dentro de la obra. Los motivos pueden sintetizarse en cuatro:

- a) La curiosidad. Esta causa afecta por igual a niños y mayores. Los niños pueden sentirse atraídos por los vehículos y la maquinaria, e introducirse con el ánimo de observarla más de cerca. Los mayores pueden sentir la natural curiosidad de conocer qué es lo que va a edificarse en las proximidades de sus domicilios. Tanto en un caso como en otro, pueden producirse accidentes derivados de caídas en zanjas o pozos y atropellos.
- b) El juego. Principalmente afecta a menores que encuentran en estas zonas lugares óptimos para desarrollar juegos tales como el escondite o tirarse por un terraplén. Los efectos son como en el caso anterior.

- c) El hábito. Si la zona era originariamente una vía de acceso o zona de paso a servicios de transporte público o vías de comunicación la gente tiende a intentar mantener esta costumbre.
- d) El dolo. Se agrupa en esta causa tanto la realización de actos vandálicos como el robo de maquinaria y materiales acopiados.
- e) La distracción. No es infrecuente que una persona que no conozca la zona, viendo una calle aparentemente en condiciones de circular, se introduzca en ella y pueda sufrir un accidente.

Para evitar en lo posible estos hechos, la obra debe estar durante toda la ejecución, adecuadamente vallada y señaliza de acuerdo con la normativa, con inspecciones periódicas para verificar su integridad. También debe disponerse de un servicio de vigilancia adecuado para la extensión superficial y realizado por personal especializado.

8 CARRETERAS

8.1 DESCRIPCIÓN

La denominación genérica de carretera engloba cualquier infraestructura viaria de comunicación entre núcleos de población, es decir autopistas, autovías y carreteras propiamente dichas.



Con carácter general, una carretera consta de calzada, arcenes y cunetas y, en el caso de que sea de doble vía, de medianera.

Las operaciones relativas a los movimientos de tierra han sido tratadas en capítulos anteriores, a los que nos remitimos.

Un firme es una estructura constituida por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales y de varios centímetros de espesor, de diferentes materiales, adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan en la explanada obtenida por el movimiento de tierras y han de soportar las cargas de tráfico que se aplican en la superficie transmitiéndolas hasta el terreno en magnitud tal que éste las soporte. Esto han de cumplirlo durante un periodo de varios años sin que los deterioros y deformaciones producidas afecten a la seguridad o a la comodidad de los usuarios ni a la propia integridad del firme.

Por todo ello, las funciones de un firme son básicamente tres:

- a) Dar lugar a una superficie de rodadura segura, confortable y de características fijas bajo las cargas periódicas del tráfico a lo largo de un periodo de tiempo lo suficientemente largo (periodo de proyecto) durante el cual solo sería precisa alguna que otra actuación esporádica de mantenimiento.
- b) Soportar las cargas del tráfico previsto a lo largo del período de proyecto y transmitir las presiones verticales producidas por las citadas cargas, de manera que a la explanada sólo lleguen una pequeña fracción de las mismas, compatible con la capacidad de soporte de dicha explanada. Las deformaciones temporales o permanentes que se produzcan tanto en la explanada como en las diferentes capas del firme deberán ser admisibles, considerando la periodicidad de las cargas así como la resistencia a la fatiga de los materiales que la integran.
- c) Servir de protección a la explanada de las incidencias climatológicas, y más concretamente de las precipitaciones, con los efectos que éstas tienen sobre la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos.

Por otro lado los firmes deben poseer unas determinadas características superficiales que afectan fundamentalmente a los usuarios, y unas características estructurales que interesan de forma más específica a los técnicos responsables del mantenimiento de los firmes. Entre las características superficiales destacan:

- La resistencia al deslizamiento obtenida a través de una adecuada textura superficial, y que tiene una gran influencia en la seguridad vial.
- La regularidad superficial del pavimento, tanto transversal como longitudinal que afecta fundamentalmente a la comodidad de los usuarios.
- Las propiedades de reflexión de la luz, vitales para el diseño de las instalaciones luminosas y para la conducción nocturna.

- El desagüe superficial rápido y efectivo que sirve de freno al espesor de la película de agua y a las salpicaduras.
- El ruido de rodadura, tanto en el interior de los vehículos como en el exterior.
- El aspecto estético, que afecta básicamente al usuario y al entorno.

La técnica actual cuenta con una gran variedad de firmes que suelen clasificarse en dos grandes grupos: firmes flexibles y firmes rígidos. Los llamados firmes flexibles formados por una serie de capas constituidas por material granular transmiten al suelo las cargas aplicadas en la superficie a través de las citadas capas. El reparto de tensiones que se consigue, es menor que en el caso de los firmes rígidos, por lo que las deformaciones localizadas tienen una magnitud mayor, si bien se recuperan en su mayor parte al cesar la aplicación de la carga. El aumento de las intensidades y cargas de tráfico llevó a partir de 1960 al uso de los denominados firmes semirrígidos los cuales se consiguen dando rigidez a alguna capa del firme flexible mediante tratamientos tales como las estabilizaciones. Generalmente, suelen ser bases estabilizadas con cemento. Los firmes rígidos tienen un pavimento de hormigón y poseen elementos estructurales de gran rigidez, por lo que distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas.

Los pavimentos de Euroadoquín, por su comportamiento estructural se asemejan a los flexibles. Sin embargo, según la mayor o menor rigidez de las capas inferiores se puede conseguir que el comportamiento global del firme se asemeje más a los firmes rígidos o los flexibles, es decir una base de hormigón magro hará que el pavimento de Euroadoquín se asemeje a un firme rígido, mientras que una base granular hará que éste se asemeje a uno más flexible. Aunque los adoquines son elementos de gran rigidez, el hecho de la ausencia de ligantes entre ellos hace que las cargas aplicadas afecten a un número limitado de piezas, por lo que las deformaciones pueden considerarse localizadas. La transmisión de las cargas verticales entre los bloques se realiza por rozamiento a través de una arena fina situada entre las juntas (arena de sellado). Debido a esto, determinados aspectos constructivos, como la separación entre los adoquines o el grado de colmatación de las juntas, afectarán al comportamiento del pavimento.

La composición y características del paquete de firme se establecen en función del tipo de tráfico que se prevé tal como se muestra en las tablas siguientes.

FIRMES FLEXIBLES PARA TRÁFICO MEDIO

TIPO 1

CAPA DEL FIRME	ESPESOR MINIMO (cm).	TIPO
EXPLANADA MEJORADA	VARIABLE	MATERIAL SELECCIONADO
SUB-BASE	10	GRANULAR
BASE	25	GRANULAR
PAVIMENTO		IMPRIMACION
	5	MEZCLA BITUMINOSA

TIPO 2

CAPA DEL FIRME	ESPESOR MINIMO (cm).	TIPO
EXPLANADA MEJORADA	VARIABLE	MATERIAL SELECCIONADO
SUB-BASE	10	GRANULAR
BASE	10	GRANULAR
		IMPRIMACION
	10	BITUMINOSA
PAVIMENTO		ADHERENCIA
	5	MEZCLA BITUMINOSA

FIRMES FLEXIBLES PARA TRÁFICO PESADO

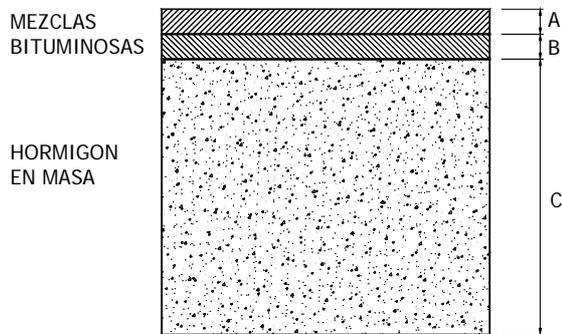
TIPO 1

CAPA DEL FIRME	ESPESOR MINIMO (cm).	TIPO
EXPLANADA MEJORADA	VARIABLE	MATERIAL SELECCIONADO
SUB-BASE	10	GRANULAR
BASE	15	GRANULAR
PAVIMENTO		IMPRIMACION
	10	MEZCLA BITUMINOSA

TIPO 2

CAPA DEL FIRME	ESPESOR MINIMO (cm).	TIPO
EXPLANADA MEJORADA	VARIABLE	MATERIAL SELECCIONADO
SUB-BASE	10	GRANULAR
BASE		IMPRIMACION
	10	MEZCLA BITUMINOSA
PAVIMENTO		ADHERENCIA
	10	MEZCLA BITUMINOSA

FIRMES RÍGIDOS



TRAFICO	DIMENSION MINIMA (cm)		
	A	B	C
LIGERO	3	3	30
MEDIO	3	5	30
PESADO	3	5	40

8.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES Y FACTORES DE RIESGO

Las obras relativas a carreteras pueden agruparse en cuatro categorías, aunque una misma obra, dependiendo de su contenido, puede encuadrarse en más de una de ellas.

a) Obras de nuevo trazado

Las obras de nuevo trazado son aquellas en las que se genera una nueva vía de circulación por lugares en los que esta no existía. La obra consiste en el trazado del vial, realizando en su caso las explanaciones, desmontes, trincheras y terraplenados o pedraplenados que sean necesarios, zanjeado de conducciones de drenaje, saneamiento y alumbrado, realización del paquete del firme (subbase, base y capa de rodadura), colocación de señalización vertical y horizontal, colocación de báculos y luminarias.



En este tipo de obras adquiere especial relevancia el asunto de las expropiaciones dado que la creación de una nueva vía trae consigo el establecimiento de limitaciones a la propiedad y servidumbres que es necesario incluir en la relación de derechos afectados so pena de que el procedimiento sufra retrasos importantes. En carreteras se establecen las siguientes zonas a contar desde la arista de explanación:

- 1.- una zona de dominio de 8m en autopistas y autovías y de 3m en el resto
- 2.- una zona de servidumbre de 25 m en AP y AV y de 8 m en el resto
- 3.- una zona de afección de 100 m en AP y AV, 50 m en carreteras nacionales y 30 m en el resto

Además, existe una limitación de construcción de 50 m en AP y AV, 25 m en carreteras nacionales y 18 m en el resto a contar desde la arista de calzada.

b) Modificación del trazado existente

Este tipo de obra es muy similar al anterior con la diferencia de que afecta a secciones de una vía preexistente. Suele consistir en la ampliación de arcenes, cambio en los peraltes, rectificación de curvas aumentando el radio de curvatura y eliminación de cambios de rasante existentes. Pueden incluirse en este apartado la creación de nuevos servicios de saneamiento, drenaje e iluminación.

c) Variantes

Una variante es un desvío del tráfico de una carretera que discurre a través de un núcleo urbano por una vía que lo circunvala. La ejecución de variantes es asimilable a las obras de nuevo trazado pero con la particularidad de que la proximidad a la zona habitada determina que existan problemas adicionales debidos a la existencia de canalizaciones de servicios y a que las vibraciones producidas por el uso de maquinaria pesada pueden afectar a la integridad de las edificaciones.

d) Mejora de firmes

La mejora de firmes puede encuadrarse dentro de las tareas de mantenimiento en el sentido de que consiste en la sustitución de un paquete antiguo deteriorado y obsoleto por otro de mayor calidad, todo ello sobre el mismo trazado existente. Cuando dicha mejora afecta a tramos de carretera dentro de un núcleo urbano encontramos los problemas ya comentados respecto al efecto de la vibración sobre las edificaciones.

9 Puentes y Viaductos

9.1 DESCRIPCIÓN

9.1.1 Problemática general

El puente ha sido siempre una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar, y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras. De este modo se daba continuidad a un camino y se permitía el tránsito de viajeros y mercancías.

Conceptualmente, un puente es una obra sencilla: una viga sujeta por sus extremos y apoyada o suspendida de una serie de columnas. Desde un punto de vista meramente técnico es probablemente, junto con las presas, la obra más compleja en cuanto a su proyecto y ejecución y la más susceptible de sufrir accidentes durante su construcción. Numerosos factores inciden en este aspecto, la mayoría de los cuales se relacionan con el concepto de “esbeltez” que se define como la relación que existe entre la longitud de una pieza y su espesor. Entre ellos que podemos destacar los siguientes:

- El puente es una obra destinada a sustentar cargas de tipo dinámico. Es por ello que adquieren importancia fenómenos que en otro tipo de estructuras no son tan relevantes, como por ejemplo la resonancia. Las cargas móviles individualmente consideradas provocan en la estructura una vibración; cuando varias cargas móviles actúan simultáneamente, las vibraciones producidas pueden anularse unas a otras o, por el contrario, pueden acompañarse generando una supervibración que colapse la estructura. Este fenómeno era ya conocido en la antigüedad, de modo que el paso de los ejércitos a través de los puentes se hacía rompiendo la formación.

- Cuando la distancia que deben salvar los puentes es grande, el número de pilares debe ser, en principio, elevado. El problema suele ser que los puentes para grandes longitudes tienen como objeto salvar brazos de agua o ríos. Las dificultades inherentes a la ejecución de los apoyos (trabajos sumergidos, ejecución de ataguías para el vaciado del agua, etc.) hacen que su número se limite lo más posible aumentando las luces de los vanos, lo que obliga a emplear soluciones tales como puentes colgantes y atirantados con pilones de gran altura y, por lo tanto, de gran esbeltez con tendencia a vibrar por efecto del viento.
- Las grandes luces hacen que el tablero del puente sufra el “efecto cinta”. Las sobrecargas verticales, particularmente las cargas sísmicas y los ciclos presión-succión del viento generan una vibración que puede colapsar el tablero por lo que requiere su rigidización mediante configuraciones estructurales en cajón que aumenten el canto sin un incremento excesivo del peso.
- En el caso de los viaductos, su objetivo suele ser salvar gargantas de gran profundidad lo que se consigue habitualmente mediante configuraciones en arco cuando la longitud no es excesiva y mediante la técnica del deslizamiento de tramos para longitudes mayores. La construcción de estos puentes requiere la instalación de elementos auxiliares de soporte muy complejos, de gran altura, y en los que se da en toda su extensión el fenómeno del pandeo, pudiendo producirse vuelcos por los elevados momentos que se generan y arruinando la estructura en construcción.

Las obras de puentes pueden clasificarse según diversos criterios. La finalidad prevista y las condiciones locales exigen distintos vanos de unos 20 m hasta 2.000 m, así como pilares entre 2 y 300 m de altura. Además de ello, en la construcción de dichas obras vienen empleándose diferentes materiales o combinaciones de materiales.

9.1.2 Clasificación según los materiales empleados

Puentes De Mampostería

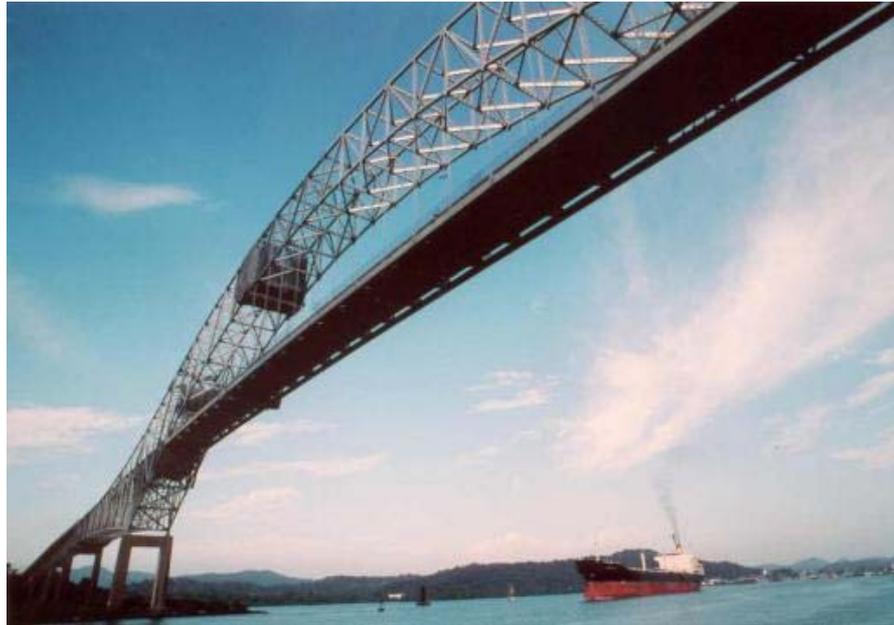
Tienen como estructura fundamental o elemento arquitectónico el arco, apoyado en pilares. Las piezas de que están constituidos estos puentes, denominadas mampuestos, trabajan principalmente a compresión, es decir, las piezas se comprimen unas a otras recíprocamente. Por este motivo, materiales como la piedra, los ladrillos y el hormigón en bloques son los idóneos ya que no soportan esfuerzos de tracción.

Este tipo de puentes tiene una vida útil muy larga: consideremos los numerosos puentes romanos y medievales que han llegado hasta nuestros días. Además precisa de un mantenimiento muy reducido.

Puentes Metálicos

Este tipo de puentes comenzó a desarrollarse a mediados del siglo XIX gracias al desarrollo de la siderurgia. Al principio se utilizó como material de construcción el hierro fundido y el hierro forjado. Ya en el pasado siglo, el acero sustituyó ampliamente al hierro y al hierro fundido utilizados hasta aquel entonces en la construcción de puentes. La ventaja esencial del acero, o sea, su elevada resistencia a la tracción comparada con su peso propio, conllevó un gran cambio redundando en el desarrollo de aceros de alta calidad (p.ej. ST 52 con una resistencia a la tracción de 520 N/mm²).

Si el referido material no ostentara una resistencia tan alta a la tracción, sería imposible pensar en la construcción de los modernos puentes de acero, ya se trate de puentes de vigas, de puentes colgantes o de puentes de cables atirantados.



Puente de las Américas. Panamá.

El hecho de que las uniones remachadas fueran sustituidas por otras soldadas constituye otro factor que favorece la evolución de diversas nuevas técnicas de construcción en las obras de puentes de acero, una vez resueltos los problemas planteados durante los trabajos de soldadura, empleándose composiciones de acero más ajustadas a los métodos seguidos.

Al ser el acero un material que soporta muy bien los esfuerzos de flexión, compresión y tracción, los puentes metálicos están constituidos por vigas colocadas en celosía con montantes verticales y cruces de San Andrés.

Puentes De Hormigón Armado

El hormigón armado constituye un material compuesto de hormigón y acero integrado ya sea como acero en redondos o como mallas de acero electrosoldadas.

Esta unión entre hormigón y acero resulta ser eficiente, dado que ambos materiales se caracterizan por el mismo coeficiente de dilatación térmica. Por otra parte, el hormigón se une muy íntimamente con el acero, protegiéndolo a la vez por su efecto alcalino contra herrumbres. Ambos materiales van transmitiendo conjuntamente las fuerzas que se originan; debido a su reducida resistencia a la tracción, el hormigón absorbe preferentemente las fuerzas de compresión mientras que las armaduras de acero van absorbiendo las fuerzas de tracción.

Para poder sacar el máximo provecho brindado por las propiedades que caracterizan a este material, es decisivo, pues, que las armaduras de acero estén diseñadas óptimamente dado que un exceso de armado en la zona de compresión puede producir fenómenos de fisuración o roturas frágiles.

El hormigón armado es un material que, introducido en los moldes adecuados, permite obtener elementos de formas y dimensiones muy diversas. En particular es posible obtener vigas que pueden utilizarse para construir puentes que permiten luces intermedias entre las de los puentes de mampostería y los metálicos. Son puentes muy económicos, sencillos y rápidos de construir gracias a la posibilidad de la prefabricación de elementos y son de fácil conservación.

Los puentes de hormigón pretensado, además de la facilidad que se ha mencionado del empleo de elementos prefabricados, combinan las altas prestaciones a compresión del hormigón con el empleo de armaduras de tracción denominadas activas que permiten mejorar el comportamiento conjunto de ambos materiales.

9.1.3 Clasificación según la estructura empleada

El cálculo estático de un puente comprende la determinación de las fuerzas externas (fuerzas de los apoyos) y de las internas (fuerzas verticales, transversales y momentos de flexión) y que va a ser una función del tipo de estructura que se haya elegido. Se tienen en cuenta diversas situaciones de carga que, más tarde, van sumándose. Es imprescindible considerar las combinaciones de cargas más adversas, pues sólo de esta forma será factible determinar un dimensionado absolutamente fiable de los respectivos elementos constructivos.

Se distingue, pues, entre:

- sistemas estáticos determinados; es decir, para calcular las fuerzas externas e internas son suficientes tres situaciones de equilibrio (una situación para las fuerzas verticales, una para las fuerzas horizontales y otra para los momentos de flexión);
- sistemas estáticos no determinados; es decir, que para poder determinar exactamente todas las fuerzas internas y externas hay que recurrir también a los conocimientos de la teoría de elasticidad y compatibilidad de deformaciones.

Sin embargo, en la mayoría de los casos sólo se trata de obras estáticas determinadas (puentes de vigas de un solo tramo) en las construcciones muy sencillas de puentes, mientras que en casi todos los puentes de varios tramos se trata de sistemas estáticos no determinados. Para poder hacer frente a la amplia tarea de los cálculos necesarios se utilizan programas de cálculo estándar asistidos por ordenador.

Pese a estos cálculos adicionales, en la mayoría de los casos los sistemas estáticos no determinados ofrecen la ventaja de una mayor seguridad; pues al fallar uno de los elementos portantes, por medio de cambios elásticos de la forma de la obra las fuerzas y momentos de flexión aún pueden transmitirse a otros tramos del puente sin que forzosamente se produzca de inmediato el fallo y el derrumbe de toda la obra. No obstante, para ello es condición previa que en el cálculo se hayan considerado de manera completa y correcta todas las situaciones de carga, sobre todo las que se originen durante la construcción del puente.

A) Puentes Fijos

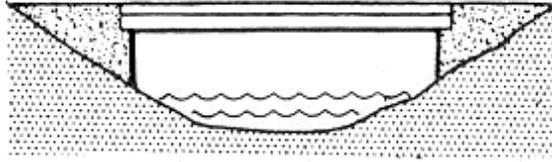
Los puentes fijos constituyen la gran mayoría de los puentes existentes. Son aquellos en los que no es necesario para su funcionamiento el desplazamientos de ninguna de sus piezas, puesto que su cometido solamente es permitir el paso entre las dos márgenes de un obstáculo.

A.1. Puentes de vigas

En su ejecución más sencilla, dichos puentes se construyen de madera y, en caso de claros más largos, de acero, celosía de acero u hormigón pretensado. Pueden construirse vanos de la siguiente anchura: ejecución de hormigón armado, de unos 120 m; de hormigón pretensado, de unos 250 m, y de acero, de hasta 300 m.

Muy a menudo, las vigas forman un cordón paralelo, es decir, el borde inferior de la viga transcurre paralelamente a la calzada. La altura de las vigas es, pues, constante.

Por motivos estáticos o del diseño, se construyen también vigas de puentes de una altura variable o vigas acartabonadas (incremento de la altura de construcción por encima de los apoyos).



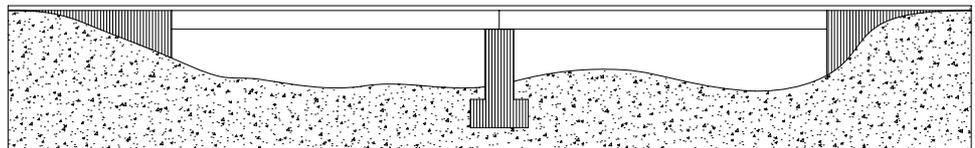
En principio, se distingue entre los siguientes sistemas:

Vigas de un solo tramo

En este tipo más sencillo de puente la altura de construcción de las vigas, que transcurren en sentido paralelo, permanece constante.

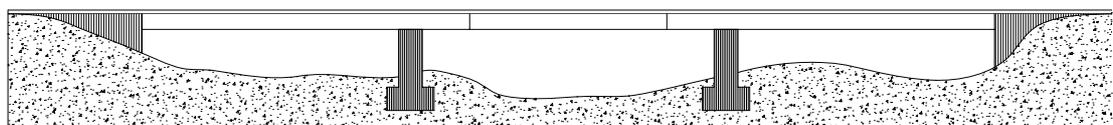
Vigas de varios tramos

Juntando vigas de un solo tramo se forma un puente de varios tramos. Tiene numerosas fugas, pero al sobrevenir movimientos pequeños (hundimiento d los soportes) resulta ser flexible sin que se originen fuerzas reactivas adversas. Por este motivo, se da preferencia a este diseño si la composición del subsuelo acusa fuertes cambios.



Vigas articuladas

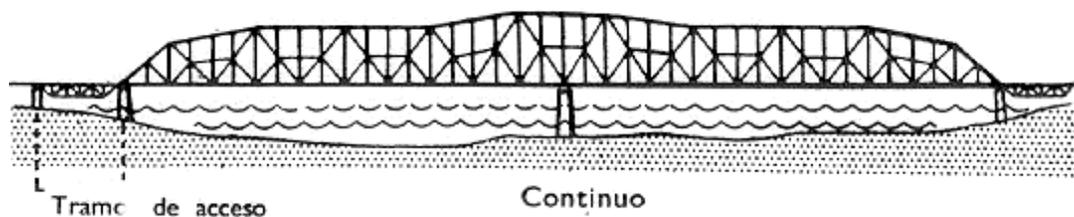
Se van uniendo las vigas de un solo tramo con extremo en voladizo con vigas articuladas colgadas en el centro. De esta manera se obtiene un simple sistema estático. Sin embargo, la calzada presenta numerosas fugas, circunstancia que resulta desventajosa con miras al mantenimiento y a las condiciones de tránsito.



Consolas en voladizo

Este diseño es adecuado, particularmente, para construcciones de elementos prefabricados en el caso de puentes largos con anchura constante del tramo: por encima de cada pilar se colocan en ambos lados vigas de puente en voladizo, cerrándose el hueco entre los extremos volados de las vigas mediante vigas suspendidas.

Vigas continuas



Esta técnica permite construir puentes de hasta 1.000 m de largo. En condiciones determinadas, el sistema estático indeterminado contribuye a incrementar la seguridad: al fallar uno de los numerosos apoyos de un puente o una de las vigas de la superestructura no se produce automáticamente su derrumbe dado que, en general, se mantiene el equilibrio redistribuyéndose las cargas.

Siguiendo este método pueden construirse puentes de hasta 30 tramos. La superestructura continua ofrece ventajas para el confort en la circulación y el mantenimiento.

A.2. Puentes pórticos

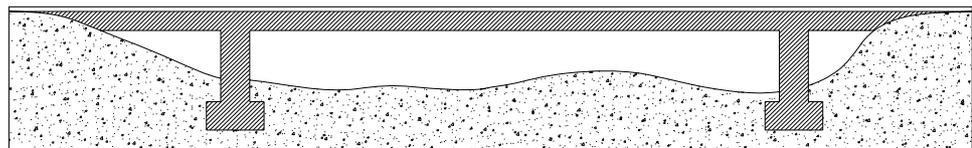
Para las obras de puentes pórticos se emplean acero, hormigón armado u hormigón pretensado. Un pórtico se forma por una unión rígida a la flexión de la superestructura del puente (vigüeta) con los pilares o contrafuertes (soportes). De ello resulta una distribución más favorable de los momentos de flexión que permite el empleo de vigas más bajas en la superestructura del puente.

Siempre que se requieran articulaciones, éstas pueden ejecutarse en forma de las llamadas articulaciones elásticas de hormigón (una estrangulación fuertemente armada en la base del soporte).

Puente pórtico sencillo

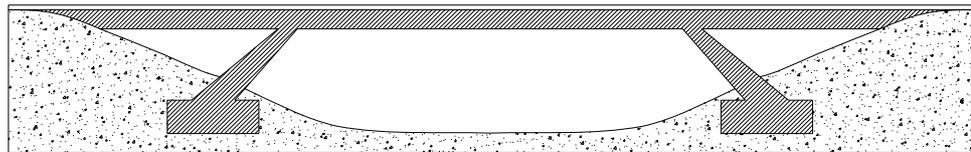
Este tipo de puente se encuentra, sobre todo, en las obras de puentes pórticos de dos articulaciones que presentan dos apoyos biarticulados torsionables.

En la mayoría de los casos, las vigüetas (horizontales) suelen ser esbeltas, mientras que los soportes (verticales) son más gruesos para poder absorber también la presión de la tierra. Con frecuencia, los puentes de pórtico se utilizan para pasos superiores de ferrocarriles. El ancho más económico de las luces se sitúa en unos 20 m. Reforzando los ángulos del pórtico, se puede ampliar el ancho de los claros hasta unos 30 m, p.e. para pasos por encima de autopistas.

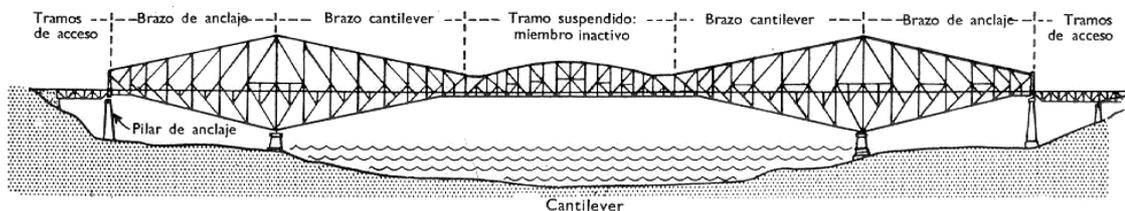


Otra variante la constituye el pórtico de vigas jabalconadas con soportes oblicuos para puentear cortes profundos o declives rocosos escarpados.

Pórtico con cantiléveres



En este método de construcción, sólo los cantiléveres se apoyan en los contrafuertes, mientras que los soportes están unidos de forma rígida a la flexión con el armazón de la superestructura (viguetas) del puente. Este tipo de puente se elige, muy a menudo, para los pasos por encima de ríos o canales y para cruzar autopistas.



Pórtico con triángulos de barras

En este tipo de obra, el soporte y el cantiléver van formando un triángulo de barras. El apoyo de los dos triángulos de barras puede ejecutarse de forma articulada. Se opta por este tipo de pórtico, en primer término, si hay que cruzar ríos o canales y también al tratarse de pasos por encima de autopistas.

A.3. Puentes de arcos

En la mayoría de los casos, esta forma elegante de puente permite una buena integración en el paisaje. La construcción del arco en los puentes arqueados tiene su origen en la bóveda. Dada la alta resistencia a la compresión, los materiales macizos de construcción, tales como piedras naturales y el hormigón armado de nuestros días, han probado ser sumamente adecuados hasta nuestra época para la construcción de puentes arqueados, puesto que la forma arquitectónica del arco impide casi totalmente que se originen tensiones por tracción. Hoy en día, también el acero supone un material muy difundido para construir puentes arqueados: los arcos se construyen en forma de cajón o tubo con dimensiones más grandes de lo que es el caso en la celosía.

Puesto que el arco transmite la totalidad de las cargas a ambos contrafuertes, para la estructura de esta clase de puentes es condición previa que el subsuelo sea particularmente resistente y estable, pues, en caso contrario, hay que desplegar costosas medidas de cimentación. Precisamente los problemas relativos a la estabilidad de puentes históricos hacen suponer que la cimentación de los contrafuertes no es lo suficientemente profunda.



De vez en cuando, a la altura de la calzada se hallan tirantes integrados que absorben el empuje horizontal resultante del arco, simplificando de esta forma la cimentación.

Según el material elegido, esa técnica de construcción permite luces de hasta 300 m en hormigón y de hasta 500 m en acero.

Las formas principales de los arcos son las siguientes:

Puente de arco con muro frontal cerrado

Esta vieja forma de puente es la que recuerda más significativamente la bóveda. La ejecución en piedra con luces entre 20 y 40 m tenía dovelas de reducido espesor, que muy a menudo reposaban en forma articulada, con refuerzos en la sección de los apoyos. Los segmentos tipo de ala en los extremos se colgaban, en general, para disminuir el empuje horizontal.

Puesto que en este tipo de obras, el encofrado es muy sencillo siendo reducido el porcentaje del acero empleado, se sigue construyendo tales puentes incluso en nuestros días, pero en vez de utilizar acero se emplea hormigón armado.

Arco transformado

La única posibilidad de seguir perfeccionando las obras de puentes arqueados con muros frontales cerrados se ofreció en el empleo de hormigón armado: la dovela se transforma en una placa de bóveda más esbelta o en perfiles de cajón, mientras que la calzada reposa en columnas sobre soportes o muros transversales. De esta manera es posible construir vanos de 80 m y más.

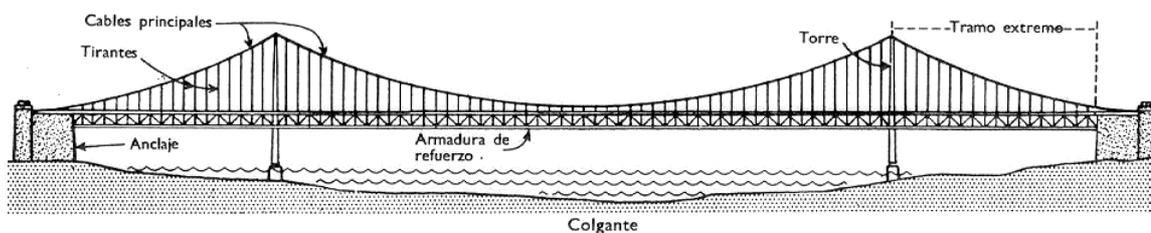
Según las exigencias impuestas por el terreno, pueden diseñarse puentes de arcos planos integrando el vértice dentro de la calzada y puentes arqueados elevados colocando soportes adicionales en el sector del vértice.

Puente de arcos en forma de hoz

Sería conveniente optar por este tipo de puente si hay que construir pasos por ríos y canales de una reducida altura de construcción. Si el subsuelo no ofrece las características necesarias, la calzada puede diseñarse como tirante con lo que van disminuyendo las fuerzas horizontales que normalmente actúan sobre los contrafuertes. En otra variante, la calzada se halla suspendida en los dos arcos en forma de hoz que transcurren en el exterior. Merced a ello pueden construirse luces de hasta 200 m.

A.4. Puentes colgantes

En primer término, los puentes colgantes han sido concebidos como simples puentes de peatones para cargas de circulación reducidas. Los diseños anteriores fueron los puentes colgantes de cadenas. Los puentes colgantes no cuentan entre los puentes de construcción maciza, dado que, a lo sumo, pueden estar fabricados de hormigón armado o de hormigón pretensado los pilares, mientras que la losa de la calzada casi siempre consta de acero, salvo los cables y las garras de suspensión.



Hoy en día, los puentes colgantes constituyen un elemento importante de la circulación, dado que este sistema portador ha sido calificado de demasiado elástico para la concentración de cargas aisladas. Sin embargo, entretanto ha venido ejecutándose proyectos que incluyen también la circulación por ferrocarriles. Desde el aspecto estético, los puentes colgantes cuentan entre los diseños más atractivos y convincentes en las obras de puentes.

Como primer puente colgante de importancia se construyó el puente Brooklyn en Nueva York en 1883 con una luz libre de 486 m en el tramo central. En la actualidad se pueden construir tramos centrales de claros superiores a 1.400 m.

Pilones

Particularmente en las construcciones viejas, los pilones estaban fabricados de piedras naturales con un aspecto muy macizo. Sólo desde que se está empleando acero u hormigón armado, es posible construir formas más esbeltas y elegantes, alcanzándose alturas de hasta 300 m. Un pilón puede estar formado por una o dos torres. Si está diseñado con dos torres, en la mayoría de las veces ambas van uniéndose mediante viguetas para lograr un mejor arriostamiento y un reparto más eficiente de las cargas aunque en otros casos adopta una configuración en triángulo, lo que mejora su estabilidad.

Dada la elevada concentración de cargas en los pilones, en general se requieren amplias y costosas medidas de cimentación. Mientras que, en las áreas rurales, muy a menudo se exigen cimentaciones con cajones indios o por pilotaje, las fundaciones sumergidas requieren complicadas construcciones de cajones neumáticos o incluso el terraplén de islas artificiales. A continuación, los pilones son anclados fijamente en el cuerpo de cimentación.

Elementos portadores

Los elementos portadores pueden ser cables o una estructura.

Los cables están compuestos de muchos alambres aislados, siendo posible que el conjunto alcance más de 1 m de diámetro. Dado que una conducción mas tensada de los cables disminuiría la capacidad de absorción de las cargas originando, a la vez, fuerzas horizontales demasiado altas, frecuentemente se exigen pilones muy altos para garantizar la altura de paso requerida para la circulación, p.e. en los cruces a través de puertos.

En los extremos del puente, los haces de alambres se unen en un marco para luego anclarse en la roca. Si las condiciones del subsuelo son muy desfavorables, el anclaje de los cables portadores con la aplicación y fijación de las enormes fuerzas de tracción que de ellos se deriven sólo se hace posible por medio de gigantescos bloques de anclaje.

Cuando el portador es una estructura, suele ser un arco que circula de soporte a soporte del que cuelgan los cables suspensores.

Cables suspensores

Están formados por cables de acero y constituyen la unión entre los cables portadores y la calzada del puente que se halla suspendida elásticamente en los referidos cables. En general, los cables suspensores suelen transcurrir verticalmente, aunque en algunos diseños se han previsto suspensiones levemente inclinadas que se cruzan para ejercer un efecto reductor de vibraciones.

Losa de la calzada

Dada la suspensión de la calzada en cables, algunos puentes colgantes son sumamente elásticos. Es por ello que este tipo de puente está particularmente expuesto a los efectos aerodinámicos del viento, siendo el punto de ataque principal, en primer término, la calzada del puente. Con el fin de poder contrarrestar lo más eficientemente posible las vibraciones causadas por el viento, se utilizan vigas de cajón para esas obras. Su muy alta rigidez a la torsión previene ampliamente eventuales retorcimientos alrededor del eje longitudinal del puente.

En el pasado, la rigidez insuficiente a la torsión fue una causa frecuente de graves daños en puentes. Basándose en los conocimientos obtenidos a través del estudio de siniestros de esa índole, se procedió a realizar numerosos retoques en puentes colgantes ya existentes con el fin de incrementar su rigidez a la torsión.

A.5. Puentes de cables atirantados

Este tipo de puentes sólo se está construyendo en medida creciente a partir de 1950. Análogamente a los puentes colgantes, también para estas obras se emplea acero al igual que hormigón armado y pretensado para los pilares y las losas de calzadas.



Desde el aspecto técnico y económico, el puente de cables atirantados es muy apropiado para luces anchas: para puentes de carreteras pueden alcanzarse vanos de hasta 700 m y los puentes de ferrocarriles de hormigón pretensado construidos en voladizo, o sea, sin cimbras, permiten luces de hasta 500 m. Obras de puentes con claros de hasta 1.800 m se hallan en fase de proyecto. Con frecuencia, los puentes de cables atirantados resultan ser más económicos que los puentes colgantes, presentando al mismo tiempo una mayor rigidez que estos últimos.

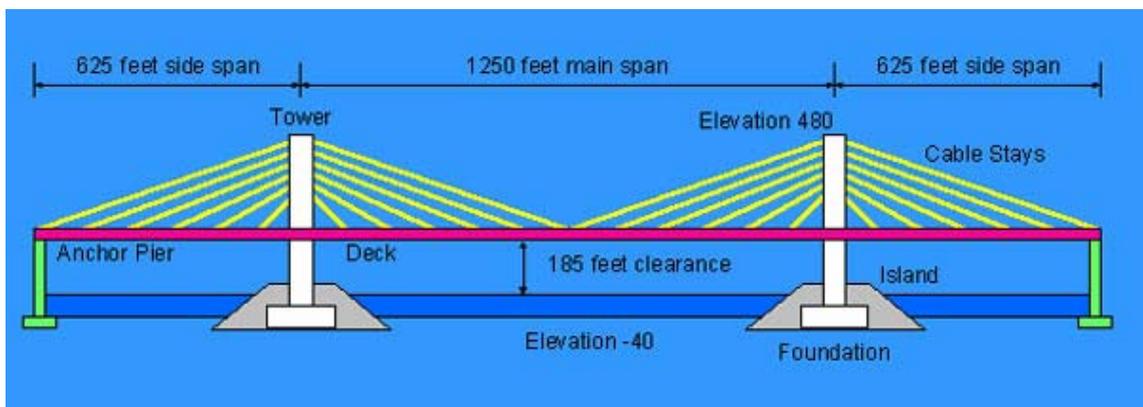
El puente de cables atirantados está compuesto de los siguientes elementos constructivos:

Pilones

Este tipo de puente no es tan elástico como los puentes colgantes y, consecuentemente, tampoco está muy expuesto a los vientos. A causa de ello, por las cargas más bajas del viento van reduciéndose también los momentos de flexión, de manera que, en general, los pilones son más esbeltos que los de los puentes colgantes. No obstante, hay que prestar atención especial a la cimentación, por tener que transmitir enormes cargas verticales. De construirse dos pilones por cada apoyo, con una conducción vertical de los cables atirantados (visto en dirección longitudinal del puente) pueden eliminarse las viguetas intermedias. Muchas veces, en cambio, se construye un solo pilón por cada apoyo.

Cables atirantados

En los puentes de cables atirantados, numerosos haces inclinados de alambres de acero se hacen cargo en su calidad de cables atirantados de la misma función ejercida por los cables portadores tendidos a través de los pilones en los puentes colgantes y por los cables suspendidos sujetos a los mismos.



Un mayor número de cables atirantados (más puntos de apoyo a distancias más cortas) permite reducir la altura de la obra y, con ello, el peso de la losa de la calzada suspendida en la misma por ser más reducidos los momentos de flexión. Por otra parte, los cables atirantados pueden sustituirse individualmente, circunstancia que disminuye los costes del mantenimiento, lo que favorece la conservación del puente.

Los cables presentan una distancia de unos 10 a 20 m entre los puntos de apoyo en la losa de la calzada. En dirección longitudinal, los cables pueden colocarse en uno o en dos niveles: una hilera de cables se coloca en un eje de puente y exige una ejecución lo suficientemente rígida de la losa de calzada; dos hileras de cables pueden colocarse en el sector central o en los laterales.

Colocando los cables atirantados, se distingue entre tres alternativas.

- Forma de arpa: los cables atirantados transcurren en sentido paralelo entre sí y se hallan anclados a diferentes alturas en el pilón.
- Forma de abanico: los cables atirantados se hallan anclados en el pilón en un solo punto y desde allí transcurren en sentido de rayos a la losa de calzada. El anclaje del sinnúmero de cables atirantados desde el aspecto constructivo es difícil; además, el pilón está pensado para transmitir la carga vertical íntegra a través de su altura total.
- Forma de haz: constituye una alternativa intermedia. Frente a la forma de abanico, exige menos materiales y simplifica el anclaje y la transmisión de la carga al pilón.

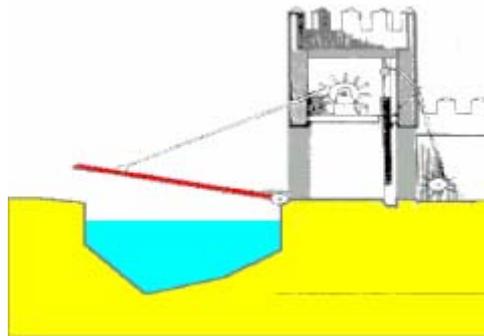
Losa de la calzada

Una ventaja de esta forma de puente reside en la baja altura de construcción de la losa de calzada merced a la suspensión. Según la forma de colocar el cable, la losa de calzada está formada por una viga principal rígida a la torsión (sólo una hilera de cables en el eje del puente o dos hileras en el sector central) o se halla ejecutada como viga principal blanda a la torsión (una hilera en cada sector lateral).

B) Puentes móviles

Son aquellos que se construyen sobre ríos o vías navegables y facilitan la navegación al desplazar una parte de su estructura o toda. En España, dado que los ríos no son navegables excepción hecha del Guadalquivir en un corto tramo, este tipo de puentes no ha sido empleado aunque a título informativo se exponen los más característicos.

B.1. Puentes levadizos o basculantes



Han sido usados por el hombre no sólo para facilitar la navegación en vías fluviales, sino también como sistema defensivo en la Edad Media para hacer fuertes determinados enclaves.

Se componen generalmente por un tablero formado por una o dos estructuras, que tienen facilidad de giro alrededor de ejes horizontales. Los puentes levadizos son sencillos de construir y ocupan poco espacio en las márgenes; tienen un accionamiento rápido y de gran seguridad. El material que más se suele usar actualmente para su construcción es el acero.

B.2. Puentes de elevación vertical

Tienen una parte móvil formada en una viga o una estructura reticulada hecha de polígonos que soporta al tablero y que puede elevarse y bajar entre dos guías situadas en dos torres que sostienen los mecanismos de elevación. La parte móvil está equilibrada por medio de contrapesos, de manera que los dispositivos sólo tengan que vencer las fuerzas debidas al rozamiento. Los puentes de elevación vertical tienen utilidad para luces mucho mayores que los basculantes o levadizos.

B.3. Puentes giratorios

En estos diseños la plataforma gira alrededor de un eje vertical, situado en un apoyo central. Los brazos de la plataforma pueden ser iguales o desiguales. Este tipo de puente se utiliza para luces muy pequeñas y tiene el inconveniente de requerir gran espacio horizontal para su movimiento. También ha sido usado no sólo como puente marítimo, sino como distribuidor de vías férreas en ferrocarriles para dirigir locomotoras a diversas vías muertas.

B.4. Puentes deslizantes

Son estructuras que tienen un tramo que se desliza horizontalmente y encaja en una parte fija, de modo que queda espacio libre para el tránsito.

B.5. Puentes transbordadores o barcas flotantes

Son una clase especial de puentes deslizantes en los cuales la parte móvil es aquella que está destinada al transporte de la carga. En ellos, un carro móvil se desliza a modo de teleférico por la estructura, sosteniendo una barquilla o cabina.

Como una variante, el puente de barca flotante consiste en una embarcación sujeta de uno o varios cables que sirven a la vez como elemento fijador para que la barca no sea arrastrada por la corriente y como elemento tractor. El uso de este tipo de puentes resultaba muy incómodo para el tráfico, pues obligaba a perder mucho tiempo al transeúnte que esperaba pacientemente la llegada de la barca desde la otra orilla. Además su uso se interrumpía en determinadas épocas del año a causa de las condiciones especiales del río, pues cualquier avenida de agua podía producir grandes deterioros, lo que exigía reparaciones importantes.

B.6. Puentes sobre pontones

En el puente sobre pontones, la calzada es soportada por cuerpos flotantes de acero u hormigón anclados en el fondo. Si en el transcurso de las estaciones del año se registra un cambio del nivel de las aguas, hay que ajustar debidamente los anclajes. El tipo de los puentes flotantes no es muy frecuente: muchas veces, las aguas son demasiado profundas como para poder vaciar una cimentación en el subsuelo o sólo se utiliza el puente de vez en cuando. Una desventaja reside en que un puente flotante puede entorpecer la navegación, siendo sensible, a la vez, al mal tiempo (vientos fuertes, oleaje).

El costo inicial de estos puentes era muy bajo, pero su posterior mantenimiento suponía un goteo continuo de las arcas públicas. Estos puentes están actualmente en desuso.

9.2 TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

Teniendo en cuenta que los puentes pueden considerarse, técnicamente hablando, los elementos más complejos de las infraestructuras civiles, los modos de construirlos presentan a veces casi más complejidad que el puente mismo. La posibilidad de ocurrencia de un siniestro en la fase de construcción es elevada y el agente de seguros deberá cerciorarse de que en el proyecto no solo se contemplan las situaciones desfavorables es cuanto al comportamiento en servicio sino también que la solución constructiva está adecuadamente concebida.

La técnica de construcción está fuertemente condicionada no solo por el tipo y material de puente sino también por las condiciones particulares del emplazamiento por lo que no existe un catálogo cerrado. De todas formas podemos reseñar las siguientes.

A) Técnica de construcción con cimbras



La forma de los puentes de hormigón se obtiene por medio de encofrados en los que se coloca el hormigón fresco (hormigonado in situ). La forma del encofrado para las vigas y las losas de la calzada se apoyan en las llamadas cimbras que transmiten el peso del hormigón aún no portante en el subsuelo. A medida que va fraguándose el hormigón, la obra adopta su propia capacidad de soporte y puede ser retirada la cimbra.

Anteriormente, los carpinteros solían labrar esas cimbras de madera desplegando gran habilidad. Hoy en día, en cambio, se utilizan predominantemente estructuras de grandes dimensiones, y cobra suma relevancia la estructura de la cimbra por lo que el diseño, el cálculo y la elaboración de cimbras complejas son encargados, muy a menudo, a empresas especializadas en este terreno.

Los costes de una cimbra en voladizo y autoportante, que se utiliza, por ejemplo, para puentear una profunda garganta, pueden elevarse hasta a una tercera parte de todo el coste de construcción del puente.

El cálculo y la confección de la cimbra implican un notable riesgo para los aseguradores. En los últimos años, una y otra vez se produjeron graves accidentes a causa del derrumbe de las cimbras al colocar el hormigón fresco pesado con cargas de 1.000 toneladas y más. Como causa se constató el fallo de elementos de las cimbras expuestos a dobladuras por errores de cálculo o faltas en la mano de obra así como cimentación insuficiente de la cimbra. Particularmente las uniones de las celosías suponen puntos muy débiles que hay que dimensionar de forma adecuada y ejecutar con gran exactitud.

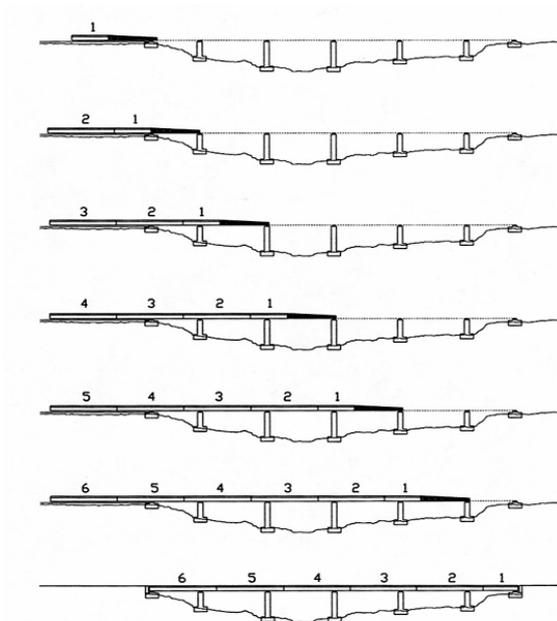
Aparte de las cimbras vaciadas in situ, se utilizan también cimbras deslizantes. Esas cimbras resultan ser económicas si hay que hormigonar varios tramos de puentes sobre un subsuelo plano de igual sección transversal y si el puente no es demasiado alto. Para la construcción de puentes largos en terreno accidentado o de puentes en pendientes montañosas donde no es posible colocar cimbras apoyadas en el subsuelo se han desarrollado estructuras auxiliares: unos apoyos de andamiaje sobre vigas transversales sujetas en los soportes del puente pueden deslizarse de un tramo a otro.

Las cimbras deslizantes se utilizan para las obras más diversas, p.e. para el hormigonado de las vigas en voladizo en las aceras de un puente cuyo cuerpo fue construido según el método deslizante por tramos.

B) Método deslizante por tramos o secciones

En esta técnica, la superestructura del puente va construyéndose en un lado del puente en secciones (tramos) que miden de 10 a 30 m. El hormigonado de las secciones se efectúa en un encofrado fijo (fábrica de tramos) detrás de uno de los contrafuertes del puente. Una vez compactado el hormigón, la sección va pretensándose, desencofrándose y, acto seguido, esa sección se desliza sobre apoyos de resbalamiento (neopreno, teflón sobre chapa de acero cromado) mediante prensas hidráulicas hacia la dirección del puente. A continuación se procede a hormigonar la siguiente sección y es deslizada de nuevo. En el último elemento delantero se halla montado un elemento frontal de acero (morro) que durante el deslizamiento se apoya en el próximo pilar, disminuyendo así los momentos en voladizo que resulten del peso propio.

En los puentes con pendiente normal, en general, el método deslizante por tramos va dirigido cuesta abajo. Para pendientes mayores del 2% se exigen sistemas de frenado (placas estriadas, zapatas de freno) para que el puente pueda deslizarse controladamente cuesta abajo.



Esquema de ejecución de un puente por tramos deslizantes

Los componentes del puente se fabrican in situ; de esta manera es posible organizar más razonablemente el acabado de dichos componentes, p.e. por medio de encofrados que pueden moverse hidráulico-mecánicamente, por la confección de las armaduras en moldes, el empleo de travesaños auxiliares y grúas. Para que los trabajos que hay que realizar en la fábrica de tramos no queden perjudicados por las influencias del tiempo, es aconsejable que la misma sea protegida por un tejado. En general, la confección de un tramo no tarda más de una semana, es decir, cada semana se termina una sección de puente de 10 a 30 m de largo. Este método de construcción resulta ser económico para puentes que miden, como mínimo, 150 m. También los puentes curvados se construyen según esta técnica.

Si la técnica deslizante por tramos se aplica en la construcción de puentes sobre ríos, a veces hay que puentear en voladizo y sin apoyo temporal grandes tramos de unos 80 m: en la construcción de un puente de carretera, mediante cables atirantados hubo que mantener un tramo en voladizo de esas dimensiones a través de un pilón auxiliar. Dado que el pilón auxiliar se deslizó junto con el puente, y que no se encontraba constantemente por encima de un pilar, se derrumbó el puente.



Lanzamiento con soporte auxiliar

Resumen: al calcular las cargas del puente en tales fases difíciles de construcción, que van cambiando continuamente, es imprescindible proceder con sumo cuidado y prever recargos suficientes de seguridad.

Igualmente los puentes de vigas de acero se construyen según este método deslizante, siendo análogo el proceso del deslizamiento. Es indudable que el deslizamiento de una estructura larga y pesada implica cierto riesgo.

C) Construcción con elementos prefabricados

De vez en cuando, la construcción con elementos prefabricados conlleva ventajas, p.e. cuando se trate de tramos cortos a través de vías de comunicación donde no es posible colocar cimbras. Para levantar y colocar las vigas sólo hay que interrumpir la circulación a corto plazo.



Colocación de elemento en el puente sobre el estrecho de Öresund

La construcción mediante elementos prefabricados merece la pena cuando se trate también de construir un gran número de puentes de iguales dimensiones o en caso de puentes muy largos de muchos tramos con la misma luz libre. La fabricación de los elementos puede tener lugar en la fábrica o en un sitio de campo ubicado al lado de la obra del puente. El montaje se realiza con medios de transporte y equipos de elevación cuya utilización va amortizándose en puentes largos.

Otro método reside en utilizar segmentos de elementos (p.e. en perfil cerrado) que vienen prefabricándose en longitudes de 3 a 8 m, según las posibilidades de transporte y elevación. En parte, los segmentos se montan en voladizo por medio de un dispositivo de tendido (estructura portante de vigas de celosía). Una vez colocado un segmento en la posición de montaje, se procede a tensarlo en sentido longitudinal con el elemento del puente montado inmediatamente antes. Para garantizar una unión impecable entre los componentes, a veces, se aplica un aglutinante de resina epóxidica sobre la superficie de contacto.

También en los puentes de acero hay sistemas de distintas longitudes, p.e. vigas de celosía y retículas estándar. Los puentes de este tipo con luces libres de unos 100 m se deslizan mediante un elemento frontal de avance (morro).

D) Construcción en voladizo con hormigón in situ

En este método, la superestructura de puente se construye en secciones cortas de 3 a 5 m mediante una cimbra en voladizo con encofrado. A continuación, las secciones parciales van tensándose con la sección terminada. El encofrado y la cimbra se construyen según un principio de unidades operadoras. De esta forma se obtienen elementos constructivos que pueden utilizarse varias veces. Desde 1950, esta técnica muy razonable encuentra aplicación a escala



mundial. Permite un auténtico trabajo en secciones. La construcción en voladizo ha probado ser muy eficiente si hay que puentear obstáculos muy anchos o valles profundos, habiéndose alcanzado luces libres de hasta 240 m.

Construcción en voladizo

Este método de construcción se sigue también en los puentes sobre ríos donde no es posible colocar cimbras que se apoyen en el suelo o si no quiere entorpecerse la navegación. Si la construcción tiene su inicio en un pilar y se extiende al mismo tiempo en ambas direcciones, van compensándose las fuerzas de flexión (momentos en voladizo) que actúan sobre el pilar. En tales casos es necesario que para mayor seguridad, los elementos constructivos en voladizo sean tensados mediante elementos tensores verticales en el pilar de partida o apoyados provisionalmente hasta que el cuerpo de la obra tenga la estabilidad suficiente.

Es posible igualmente seguir construyendo en sólo un lado desde el contrafuerte del puente. Sin embargo, en tal caso unos cimientos lo suficientemente fuertes, contrapesos o tirantes de anclaje para tierra/roca deberán absorber las fuerzas de flexión que se originen.

En este contexto hay que recalcar que durante la fase de construcción, la carga de los elementos en voladizo puede ser mucho más elevada que en estado terminado. Por este motivo, es imprescindible que el dimensionamiento y el diseño del puente se ajusten también a las respectivas fases de construcción. Precisamente la inobservancia de estados críticos intermedios de construcción tuvo por consecuencia que en el pasado una y otra vez ocurrieran accidentes y siniestros de esa índole.

Si la carga de las vigas en voladizo en fase de construcción acusa una diferencia demasiado grande con respecto a la carga en estado terminado, es posible prevenir esfuerzos excesivos de los diversos elementos en voladizo colocando soportes o arriostramientos provisionales.

Los arriostramientos por cables atirantados o barras de acero transmiten la carga por un soporte auxiliar a un pilar vecino de la obra del puente.

El apuntalado o arriostramiento provisional constituye una alternativa de la armadura reforzada del puente. En la selección del método a seguir influyen también aspectos económicos.

El encofrado y la cimbra para las respectivas secciones parciales deben transponerse fácilmente. Para ello se prestan muy bien los carros de avance que soportan el encofrado. Una vez fraguada la sección parcial hormigonada, el carro se desliza y se fija en esta sección. La técnica de construcción en voladizo es particularmente apropiada para las vigas acartabonadas en voladizo, o sea, las vigas cuya altura de construcción va disminuyendo desde el pilar hacia el centro del tramo. A consecuencia de ello, se reduce el peso del elemento de la viga en voladizo más distante del pilar, disminuyendo también los momentos de flexión.

Por consideraciones técnicas o exigencias implantadas por las autoridades, a veces no es posible una construcción con vigas en voladizo, si, p.e. por aspectos visuales se exigen viguetas con cordones paralelos de altura constante. Habida cuenta de los momentos de flexión más elevados, en tales casos se requieren arriostramientos por cables, según lo antes mencionado, o la construcción en voladizo deberá efectuarse mediante apuntalados auxiliares. Para la construcción de puentes arqueados en voladizo, en la mayoría de los casos es imprescindible utilizar arriostramientos auxiliares.

En la construcción de puentes de varios tramos se emplean vigas de andamiaje que miden 1,6 veces la luz libre. Las vigas de andamiaje permiten deslizar sistemáticamente carros de encofrado en ambas direcciones desde el pilar, pudiendo hormigonarse secciones de 8 a 10 m de largo. Una vez cerrado el tramo, se desliza la viga de andamiaje para poder continuar los trabajos de la misma manera desde el pilar próximo.

E) Construcción en voladizo de puentes de acero

Ya en el pasado, se siguió la técnica de construcción en voladizo en los puentes de acero y, más tarde, este método encontró aplicación también en las obras de puentes de hormigón pretensado. El montaje en secciones de los respectivos elementos del puente y su unión mediante remaches, tornillos o costuras soldadas facilitaron la construcción de puentes en voladizo. En el año 1871, Gustave Eiffel concibió puentes arqueados aún impresionantes en nuestros días que se construyeron según este método.

Durante la fase de construcción, el puente Quebec (vano principal de 549 m) construido en 1917 sobre el río San Lorenzo fue afectado por dos graves temporales: en primer término, se derrumbó toda la mitad meridional del puente por haberse dejado sin remachar muchos puntos de unión. A continuación, durante los trabajos de levantamiento y colocación se rompió un elemento intermedio de 195 m de largo.

La técnica de construcción en voladizo se presta muy bien para los puentes de acero tipo cajón muy usuales en nuestros días. Las secciones parciales prefabricadas en el taller se levantan y se colocan mediante grúas, se rectifican y finalmente se efectúan los necesarios trabajos de soldadura.

Si se trata de puentes muy altos o si la carga y las dimensiones de los elementos prefabricados están predeterminadas, la calzada del puente puede construirse también en secciones parciales más pequeñas utilizando un carro deslizante en voladizo.

Como se ha mencionado más arriba, en el pasado ya se han producido varios derrumbes durante la construcción de los puentes de vigas de cajón. En todo evento desempeñaron un papel importante los problemas en cuanto a abolladuras. Los cálculos de la resistencia contra abolladuras en chapas de poco espesor con elevados esfuerzos de compresión se basaron en un conjunto de hipótesis (chapas planas, arriostamientos rectos, comportamiento lineal) que no siempre coincidían con las realidades existentes en la práctica. En uno de los casos se constató además que para la ejecución de la obra se había tomado en consideración un factor de seguridad más bajo que para el puente terminado. El contratista incurrió, pues, en un riesgo más agravado durante el plazo delimitado del estado de cargas debidas a la construcción, durante el cual el puente aún no había sido puesto en servicio.

Hoy en día, los puentes de vigas de cajón permiten luces libres de unos 300 m. En cambio, son más económicos los puentes de cables atirantados. También en este tipo de obras de puentes se puede aplicar el principio de construcción en voladizo. Después de su montaje, los respectivos elementos del puente van tensándose con los cables atirantados: en este estado de montaje están asegurados más eficientemente contra la carga propia y eventuales cargas del viento que puedan originarse.

Para los puentes de cables atirantados suelen utilizarse cables espirales cerrados que se caracterizan por sus buenas calidades técnicas y una superficie cerrada y lisa. Los cables de este tipo están formados por alambres redondos y perfilados de acero estriados en frío. Los cables pesados de puentes alcanzan 180 mm de diámetro, siendo su peso superior a 200 toneladas. Unos cabezales en ambos extremos fabricados por fundición de metales sirven para anclar los cables. Un recubrimiento, p.e. de polietileno, protege el cable contra la corrosión. Cada haz de alambres se bobina en un tambor que se transporta a la obra para ser montado. La fabricación tiene lugar en talleres especiales.

F) Puentes colgantes

En primer lugar hay que vaciar la cimentación para los pilones y los anclajes de los cables portadores. A continuación se procede a construir los pilones y a tender los cables portadores, y después la calzada del puente queda suspendida de los cables portadores.

Analizando más a fondo las fases de construcción, resalta claramente que la construcción de un puente colgante supone un proyecto bastante difícil y arriesgado.

Habida cuenta de las circunstancias locales del subsuelo, a veces resulta sumamente difícil el vaciado de la cimentación de los pilones. Así, p.e., cuando los fundamentos de los pilones deben vaciarse por debajo del nivel del mar, constituyendo un peligro adicional las fuertes mareas.

En esas circunstancias es factible excavar la cimentación mediante cajones neumáticos flotantes que van bajándose al fondo submarino preparado para rellenarlos de hormigón.

A continuación se comienza a construir los pilones que sirven para conducir y apoyar los cables portadores. Los pilones se fabrican de hormigón o de acero. Cuanto más ancho es el vano de un puente, tanto más altos deben ser los pilones. En el puente Akashi-Kaikyo, con una luz libre de 1.990 m, se requieren pilones de 333 m de altura para que se obtenga la altura necesaria de circulación.

Una torre de acero tan delgada y alta está muy expuesta a incurrir en vibraciones por las fuerzas del viento. Por este motivo, durante el montaje hay que prever arriostramientos para atenuar las vibraciones.

Los pilones de acero se componen de secciones exactamente prefabricadas que van montándose mediante una grúa trepadora. Los trabajos que hay que realizar con la grúa a en grandes alturas en condiciones de tiempo muy a menudo adversas, son muy peligrosos y exigen suma atención y cuidado. Incluso el montaje y desmontaje de las grúas en un espacio mínimo implican numerosos riesgos. Así, p.e., al desmontar una grúa con ayuda de otras dos se produjo una carga excesiva, derrumbándose dos plumas. Sufrieron daños los cables del puente, el tablero y los equipos de montaje.

En los extremos del pilón se encuentran apoyos de desviación con un área curvada. Esos apoyos conducen los cables portadores de forma tal que no se produzca una dobladura.

Los cables portadores de un puente colgante están formados por haces de cables o alambres. En Europa, en los puentes colgantes más cortos se han venido utilizando como cables portadores, en primer término, los ya descritos cables espirales cerrados. Estos se suministran a la obra en las longitudes requeridas, y son conducidos aisladamente por los pilones juntándolos mediante grapas para formar el cable portador.

Aparte de ello hay también cables portadores que están formados por alambres redondos paralelos de unos 5 mm de diámetro. En la mayoría de los casos resulta más económico formar haces de tales alambres redondos que, a su vez, forman cables de alta elasticidad.

Es por ello que los cables portadores en los puentes colgantes largos están formados, en su mayor parte, de haces de alambres. En los EE.UU., ya en el año 1841 se desarrolló una técnica para el tendido de los alambres en la misma obra, el llamado método de hilatura o de torsión del cable al aire libre que opera como sigue: un alambre de acero galvanizado de unos 5 mm de espesor se conduce dos o cuatro veces sobre el vano a puentear, tendiéndolo en la altura requerida que determina un alambre guía. Este proceso se repite tantas veces como sea necesario hasta que se haya “hilado” el número suficiente de alambres para el cable portador. El dispositivo de hilatura con las ruedas de devanado permite desenrollar rápidamente los alambres del tambor colocado en la orilla, pero, no obstante, tarda mucho tiempo hasta formarse el cable.

Para un cable del puente Golden Gate con una fuerza de suspensión de 85.000 toneladas se necesitaban 25.000 haces de alambre. En su estado acabado, el cable tenía un diámetro de 92 cm. En Europa, la técnica de torsión del cable al aire libre se aplicó por primera vez en la construcción del puente de carretera sobre el Firth of Forth terminado en 1964 y más tarde también en las obras del puente del Bósforo (1973) y del puente sobre el Humber en Inglaterra (1981).

Desde hace poco, los cables portadores vienen formándose también de haces de alambre prefabricados, p.e. en el puente que une las dos islas japonesas de Honshu y Shikoku. Cada haz está integrado por 127 alambres de un diámetro de 5 mm. Se fabrican en la planta exactamente en su longitud necesaria para la construcción, sus extremos se funden y se les dota de un cabezal de anclaje.

A continuación cada haz de alambres se enrolla en un tambor que se transporta a la obra. Cada haz se coloca en su posición correcta mediante el andamiaje de trabajo del puente suspendiéndolo de cables auxiliares hasta que se ha montado el número requerido para el cable portador y, mediante un dispositivo hidráulico de compresión, estos haces van formando el cable portador redondo fijándolos mediante grandes abrazaderas.

El cable se protege contra posibles corrosiones por medio de un recubrimiento de alambre galvanizado y una pintura a prueba de intemperie. Para el puente Akashi-Kaikyo de una luz libre de 1.990 m se requieren 4 cables portadores de 84 cm de diámetro, formado cada uno de 21.000 alambres de acero en total.

Hay que proceder con sumo cuidado en el anclaje de los cables. Según el subsuelo y las dimensiones del puente, los cimientos del anclaje se vacían en el subsuelo rocoso o en forma de un cuerpo de hormigón cuneiforme o como anclaje de gravedad en forma de un enorme bloque de hormigón.

Los respectivos haces del cable portador se abren en el bloque de anclaje para anclarlos aisladamente. Por vía de un ajuste mediante placas distanciadoras y chavetas, se proporciona a cada haz la debida tensión.

Para la construcción de la placa de calzada se emplean secciones prefabricadas de acero que suelen transportarse en buques al sitio de las obras si se trata de puentes sobre ríos; allí, unas grúas las levantan y colocan en la posición ajustada para el montaje. Las secciones de la placa van sujetándose al cable portador mediante cables suspendidos y se las une a las respectivas secciones anteriormente montadas.

Durante esta fase de construcción, el fallo de los elementos e instalaciones técnicas puede dar origen a graves accidentes. Así, p.e., el fallo de un interruptor del motor trajo el movimiento incontrolado de una plataforma de montaje de dos partes colocada por debajo del tablero del puente. A consecuencia de ello, la parte exterior de la plataforma se deslizó sobrepasando el extremo de la calzada aún no terminada del puente, cayéndose desde 65 m al mar. Perdió la vida uno de los ocho trabajadores que se encontraban en la plataforma.

La construcción de puentes colgantes implica grandes riesgos. Aparte del riesgo de vientos huracanados, toda negligencia o falta de montaje puede redundar en una catástrofe.

Los puentes colgantes se construyeron y se construyen también en regiones sumamente expuestas a las fuerzas de la naturaleza. En el Japón, p.e., se da una gran susceptibilidad a tifones con velocidades de hasta 200 Km/h (grado 3 en la escala Saffir-Simpson). Huelga decir que el diseño tiene en cuenta tales cargas y, pese a todo ello, una y otra vez se han producido derrumbes de puentes.

G) Métodos especiales de construcción

La variedad de los puentes y las diferentes condiciones locales exigen distintos métodos de construcción y por ello se presentan un sinnúmero de alternativas. A continuación, sólo mencionamos algunas de las variadas e ingeniosas técnicas a título de ejemplo.

El deslizamiento de puentes de vigas transversalmente a la dirección del tráfico constituye un método que se aplica si hay que sustituir un puente ya existente por otro nuevo, planteando problemas la interrupción por mucho tiempo del tráfico. Si las condiciones del subsuelo lo permiten, el nuevo puente puede construirse paralelamente a la obra antigua. El puente viejo se retira, deslizándose la nueva obra mediante prensas hidráulicas sobre apoyos deslizantes a su posición definitiva.

Además del método deslizante se practica también el giro de un puente entero. En un puente sobre un río, p.e., se puede prevenir un entorpecimiento de la navegación y lograr un acortamiento del período de construcción si el puente es construido en la orilla en sentido paralelo al río. La construcción del pilón sobre un apoyo giratorio permite girar el puente alrededor del eje del pilón. Durante esa fase, la obra es muy inestable y, consecuentemente, está muy expuesta a fuertes vientos y a faltas en las maniobras. El viraje propiamente dicho deberá efectuarse con sumo cuidado y tarda varias horas; hay que prepararlo debidamente y tomar todas las precauciones necesarias en caso de que haga mal tiempo.

En vista de las difíciles condiciones locales y dada la exigencia planteada con frecuencia de conservar el paisaje, para poder construir puentes por encima de estrechos y profundos valles hay que cumplir con severas estipulaciones. Para resolver esta situación, recientemente se ha desarrollado una nueva técnica de construcción para puentes arqueados de hormigón armado. El arco se construye en dos medios segmentos; el hormigón se coloca en un encofrado trepador y, a continuación, los segmentos se bajan mediante cables de acero y prensas hidráulicas.

9.3 FACTORES DE RIESGO

De lo antes expuesto resalta claramente que el riesgo de construcción de puentes ofrece dos aspectos: por un lado, se da un riesgo para el mismo puente y, por otro, para estructuras auxiliares especiales, tales como las cimbras. Como quiera que las estructuras auxiliares suponen sólo obras provisionales de corta duración, en todos los proyectos se tratará de mantener lo más bajo posible los costes a invertir en tal concepto. Al mediar una carga en el margen límite de la capacidad portante, ello puede conllevar un riesgo elevado.

Sólo los datos completos del diseño de la futura obra de puente permiten a los aseguradores con experiencia estudiar el proyecto en cuestión o formular eventuales cuestiones adicionales.

- En la mayoría de los casos, hay que diseñar vanos anchos si la formación del terreno lo exige. En tales casos no se requieren tantos pilares de apoyo, pero, a cambio de ello, los pocos que existan desvían cargas mayores al subsuelo. Así, pues, cobran suma relevancia las condiciones geológicas en la superficie de cimentación de los pilares. Hay que prestar atención especial al tipo ajustado de la cimentación (pilares en vez de cimentación somera, mejora del subsuelo por inyección, etc.).
- Muchos estados transitorios de construcción, sobre todo en los puentes elevados sobre valles, son muy susceptibles a las fuerzas del viento. Por este motivo, hay que analizar la influencia del viento en el recinto de la obra (cercanía a estaciones de mediciones, plazo de observación, repercusiones especiales sobre la ubicación).
- Si los cimientos de los pilares van a vaciarse en aguas corrientes hay que investigar la velocidad de flujo, los períodos de crecidas y el nivel máximo de las aguas junto con las antes referidas medidas de protección (cajones neumáticos, tablestacado, etc.).
- En los grandes puentes de acero sobre ríos, las respectivas secciones de la calzada suelen flotarse. Esas secciones implican un elevado potencial de pérdidas totales dados los peligros de la naturaleza, tales como fuertes vientos y oleajes, y el riesgo de fallo humano durante las complicadas maniobras de elevación.
- Los diversos daños que pueden ocurrir durante la fase de construcción y montaje se subdividen en los tres siguientes grupos:
 - daños materiales en las obras civiles y de montaje, en maquinaria de construcción y en equipos de montaje, así como en todo el equipamiento del sitio de construcción
 - daños materiales y perjuicios financieros por daños en propiedad ajena
 - daños a personas (muerte o lesiones de empleados o terceros)

Como siempre, en los tres grupos antes mencionados, sin excepción, el factor del fallo humano desempeñará un papel importante.

En cambio, durante esas fases complicadas de construcción no debe pasarse por alto que, ya por su naturaleza, los trabajos que hay que realizar implican un elevado potencial de peligros. Cabe citar brevemente los siguientes ejemplos:

- inundación del tablestacado de una fosa de obra para cimentar el pilar en el lecho del río por crecidas
- dobladura de tramos del puente durante el deslizamiento de la superestructura del puente
- daños en las secciones de la calzada por fuertes vientos durante el montaje
- derrumbe parcial a causa de un error de cálculo en la estática
- daños por fallar las cimbras
- vuelco, caída de carros deslizantes y grúas
- daños por vientos huracanados y oleaje
- accidentes de trabajo, muy a menudo con lesiones mortales en caso de caídas desde grandes alturas
- lesiones a peatones, daños en vehículos por desviaciones del tráfico insuficientemente protegidas

10 TUNELES

10.1 DESCRIPCIÓN

Se puede definir túnel como una vía de tránsito que discurre por debajo de la cota libre del terreno. Existen numerosas clasificaciones atendiendo a distintos criterios: función, geometría, tipo de terreno, etc. aunque para nuestro propósito podemos reducirla a la siguiente:

1. Túneles en infraestructuras no urbanas

Se circunscribe este grupo a los túneles cuyo objeto es atravesar un obstáculo de índole orográfica en el trazado de una carretera o una vía férrea.

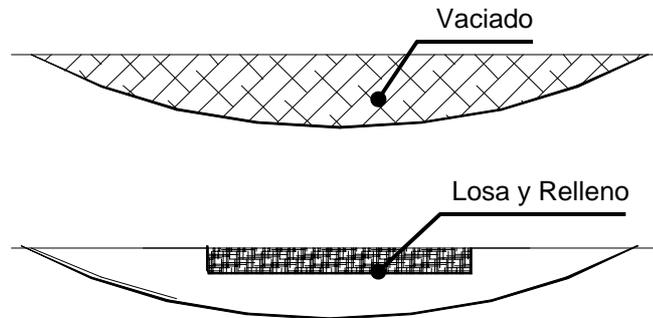
2. Túneles en infraestructuras urbanas

Podemos considerar aquí tres subcategorías: túneles propiamente dichos, falsos túneles y túneles mixtos.

Los túneles propiamente dichos son, en general, los que corresponden a infraestructuras de transporte urbano (metro) o interurbano (ferrocarriles). Su modo de ejecución y la problemática asociada a esta se asimila totalmente a la de los túneles en infraestructuras no urbanas aunque con la agravante de que crece la posibilidad de producir perjuicios a terceros.

Los falsos túneles son los construidos bajo vías urbanas, de longitud reducida, y cuyo objetivo es sortear algún tipo de nudo viario, como por ejemplo una plaza.

Su construcción corresponde más bien al de una excavación a cielo abierto puesto que se procede a realizar una trinchera que se cubre a continuación con una losa de hormigón armado, se rellena y se asfalta.



Los túneles mixtos son aquellos que, siendo en principio iguales que los falsos túneles en cuanto a su función, por su longitud o por la problemática de su ejecución se realizan en parte como aquellos y en parte como un verdadero túnel.

Cuando se habla de túneles propiamente dichos, el método de construcción está fuertemente condicionado por el tipo que se proyecta y los condicionantes del terreno y del entorno. Se pueden agrupar de la siguiente forma:

- **Excavación manual.**

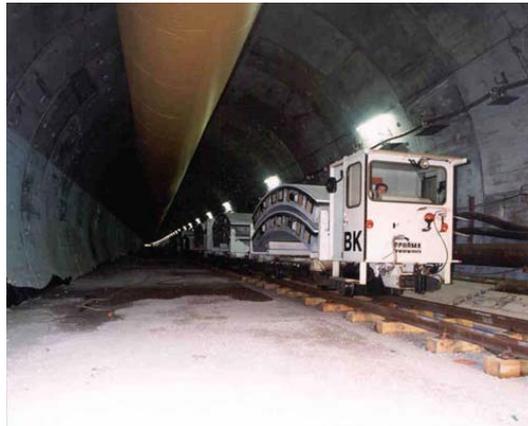
La excavación manual se circunscribe prácticamente a la ejecución de pequeñas galerías, denominadas minas, y calas para investigación de terrenos.

- **Excavación convencional (voladuras y máquinas excavadoras).**

Este método se emplea en la ejecución de túneles en zonas fuera del ámbito urbano. Para permitir el uso de medios mecánicos de excavación, carga y acarreo el túnel debe tener sección suficiente, mayor de 3 m².

Cuando se tiene que atravesar zonas de estratos geológicos de naturaleza rocosa se lleva a cabo en ciclos completos de barrenado - demolición - retirada de escombros mediante medios mecánicos. En este caso se puede prescindir de la entibación limitándose a la aplicación de una capa de hormigón de acabado.

Si por el contrario el terreno está suelto se procede mediante rizadoras y martillos de percusión, asegurando la excavación mediante escudos metálicos o de hormigón armado prefabricados o realizados in situ .

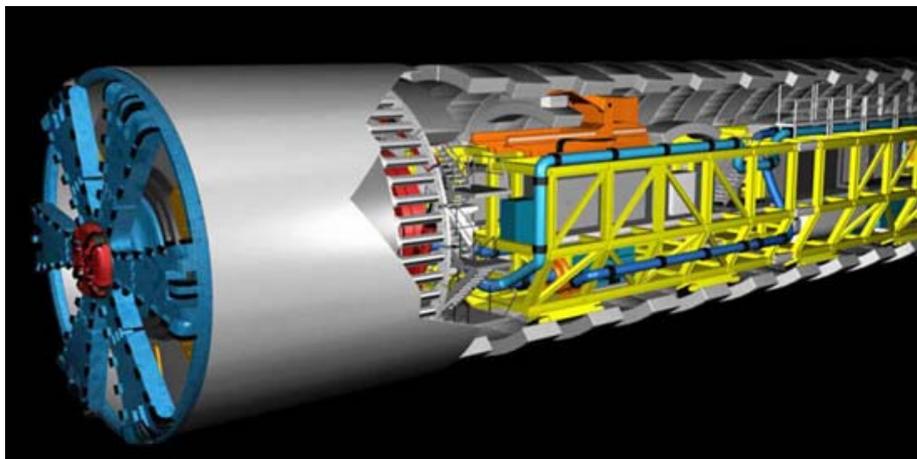


- **Excavación con máquinas integrales (rozadoras y máquinas con cabeza en sección completa).**

Las máquinas integrales constituyen en realidad una estación completa de trabajo. Son de forma cilíndrica. En el frente de ataque la instalación está equipada con una rueda de empuje (rozadora de corte). Este disco puede triturar tanto las formaciones arenosas, como arcillosas o pedregosas. El frente de ataque es sostenido por el propio suelo que se excava. Cuando el terreno contacta con la rozadora, es atacado y regado con una mezcla de bentonita y agua como lubricante y fluidificante. A continuación los residuos de la trituración son bombeados a la superficie donde son tratados, reciclada la bentonita, filtrada la arena y los residuos y se decanta. En el caso de una avería o de una reparación, existe la posibilidad de acceder al frente de ataque bajo protección de aire comprimido. La rueda de ataque o rozadora, está equipada de dientes que son adaptables e intercambiables según el tipo de terreno a excavar.

Este tipo de escudo se compone de dos cámaras, la de horadar o rozadora donde se encuentra la rueda de ataque, y la cámara donde se encuentra la instalación de bombeo del material triturado. En la cámara de dirección de la perforación que se encuentra en el exterior se lleva el control directo, tanto de la trituración como del frente de ataque; a su vez, toda la instalación está controlada desde una cabina de mando al exterior por medio de los datos que se registran en los paneles, ayudados por pantalla de T.V. y rayo láser, para la orientación y/o dirección.

El movimiento de la máquina se realiza mediante gatos hidráulicos o mediante un sistema propio de avance. A medida que la máquina se desplaza, se procede a la instalación de los escudos si son prefabricados de hormigón o metálicos o a la fabricación in situ mediante colocación de armaduras y proyección de hormigón.



10.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES Y FACTORES DE RIESGO

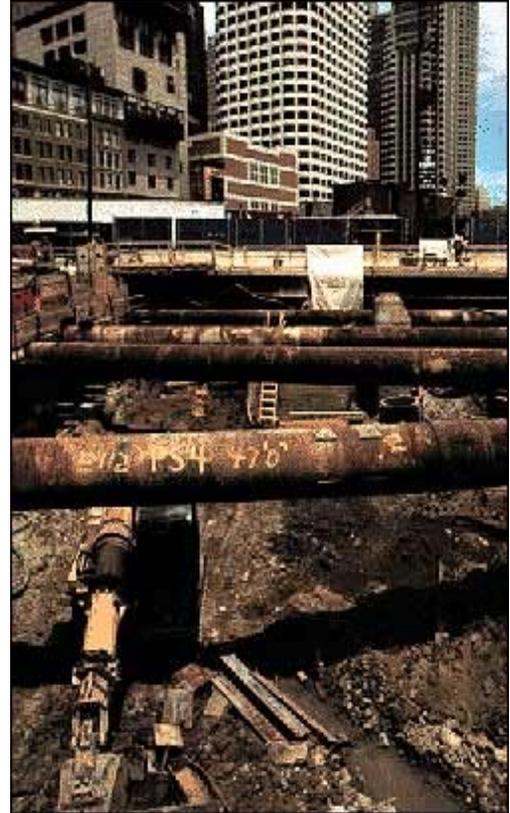
Las dificultades, organización, medios auxiliares y coste de éstas excavaciones subterráneas, están fuertemente condicionadas por la distancia de los frentes de ataque a los accesos y bocas de entrada y por la presencia de agua, especialmente en excavaciones descendentes.

En la perforación de un túnel hay maquinaria de movimiento de tierras, pero el ambiente presenta unas características muy particulares: la falta de iluminación y la estrechez que puede producir accidentes en los cruces con las máquinas, independientemente de derrumbamientos inesperados que ocasionen accidentes graves. La ventilación defectuosa puede afectar a la salud, a corto plazo por intoxicaciones eventuales y a largo plazo, en combinación con la ausencia o insuficiencia de equipos de protección, por la aparición de enfermedades como la silicosis debido a la elevada concentración en el ambiente de partículas sólidas en suspensión.

La fatiga de los obreros al trabajar en el interior de túneles es mayor, y puede ocasionar accidentes, por lo que los turnos de trabajo deben ser menores, o alternar con descansos al aire libre. Los equipos de protección individual (EPI): cascos reflectantes, gafas, mascarillas, auriculares, monos impermeables con tiras reflectantes, botas adecuadas, etc., son muy necesarios. Las máquinas deben estar provistas de señales acústicas de marcha atrás y balizas de señalización.

Debe mantenerse la prudencia y vigilancia de los conductores, así como que funcione bien el sistema de limpieza de los cristales de las cabinas para evitar limitaciones en la visibilidad.

La tipología de los daños producidos en este tipo de obras se concentra en dos categorías: daños materiales en la maquinaria e instalaciones de la obra y daños por accidente del personal. Cuando el túnel transcurre en zonas urbanas se les unen los daños producidos en los edificios cercanos y en las canalizaciones de servicios con el agravante de que suelen aparecer conducciones de gas con el correspondiente peligro de fuga y explosión. En este contexto, otra situación que se ha producido con relativa frecuencia, y en particular cuando el túnel discurre a poca profundidad y el terreno es poco apropiado, es la aparición de socavones que en algunos casos han llegado a alcanzar una profundidad de 30 m. De todas formas, este último tipo de siniestro es difícilmente evitable puesto la posibilidad de hacer estudios geotécnicos exhaustivos para detectar singularidades es limitada.



11 ASPECTOS GENERALES DE LA COBERTURA ESTÁNDAR DEL SEGURO TODO RIESGO DE CONSTRUCCIÓN

11.1 OBJETO DEL SEGURO

Serán objeto del seguro los trabajos permanentes y temporales realizados y en curso de realización. Quedan incluidos en estos conceptos los materiales, aprovisionamientos y repuestos necesarios para la ejecución de la obra.

Así mismo, también podría ser objeto del seguro, mediante pacto expreso, lo siguiente:

- La maquinaria de construcción o conjunto de elementos mecánicos, tales como grúas, excavadoras, hormigoneras, compresores y maquinaria similar empleada en la realización de la obra.
- El equipo de construcción o el conjunto de elementos auxiliares par la realización de la obra, tales como instalaciones provisionales de abastecimiento de agua o energía eléctrica, almacenes, cimbras, encofrados, vestuarios, andamiajes, herramientas, etc.
- La responsabilidad civil extracontractual en que se pueda incurrir por daños a terceros como consecuencia de la ejecución de la obra.
- La responsabilidad civil CRUZADA por daños a otros contratistas o subcontratistas que intervengan en la ejecución de la obra.
- Período de Mantenimiento: Los daños en la obra una vez ejecutada y durante su mantenimiento.
- Gastos de Remoción de Escombros y Demolición que se originen a consecuencia de un siniestro.
- Otras coberturas opcionales incluidas mediante Condición Especial: Ejemplo “Pérdida de beneficios a consecuencia de un siniestro de construcción”. En el apartado correspondiente incluido más adelante se incluye una relación de coberturas opcionales más habituales.

11.2 DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS ESTÁNDAR CUBIERTOS

Daños a la obra: Quedan amparados los intereses económicos del Asegurado que resulten afectados por cualquiera de los sucesos de ocurrencia accidental a consecuencia de:

- Incendio, caída del rayo o explosión.
- Actos malintencionados de los trabajadores del Asegurado o de personas ajenas al mismo.
- Corrimientos de tierras o caída de rocas.
- Acontecimientos de fuerza mayor, tales como tempestades, huracanes, ciclones, seísmos, inundaciones y demás riesgos que pudieran tener la consideración de extraordinarios.
- Accidentes a consecuencia de uso de material defectuoso o inadecuado, defectos en la mano de obra o errores de proyecto. No obstante, queda expresamente convenido que no se indemnizarán los costos de rectificación debidos a los acaecimientos de los hechos anteriormente indicados, si bien se indemnizarán los daños a otras partes de la obra a consecuencia de accidentes causados por tales circunstancias.
- Otros accidentes no excluidos expresamente en Condiciones Generales.

Daños a la Maquinaria de construcción: Quedan amparados los daños de ocurrencia accidental en la maquinaria durante su estancia, manipulación, carga, descarga, montaje, desmontaje y ejecución de los trabajos en el lugar de la obra a consecuencia de:

- Incendio, robo o caída del rayo.
- Colisión, descarrilamiento o derrumbamiento de puentes, vías o terraplenes.
- Hundimiento de zanjas o del terreno} caída de rocas o deslizamientos de tierras.
- Acontecimientos de fuerza mayor, tales como tempestades, huracanes, ciclones, seísmos, inundaciones y demás riesgos de la naturaleza.
- Otros accidentes no excluidos expresamente en las Condiciones Generales de la Póliza.

Daños al Equipo de Construcción: Quedan amparados los daños por los sucesos de ocurrencia accidental mencionados en la cobertura de "Daños a la Obra" quedando igualmente garantizados incluso durante los trabajos de su carga y descarga y en su montaje y desmontaje.

Responsabilidad Civil Extracontractual: queda amparada la responsabilidad civil Extracontractual en que pueda incurrir el Asegurado por daños a terceros originados como consecuencia de la ejecución de la obra, tales como los que a continuación se indican:

- Daños ocasionados por los obreros y empleados de la construcción con motivo de ésta.
- Daños ocasionados por la maquinaria de construcción.
- Daños ocasionados por el inmueble o cualquiera de sus partes.

Responsabilidad Civil Cruzada: Mediante esta cobertura quedarán amparados los daños indicados en la cobertura de Responsabilidad Civil Extracontractual, por cada una de las partes que intervengan en la obra (contratistas y subcontratista incluidos), en la misma forma que si cada una de las partes se hubiera extendido una póliza por separado.

Período de Mantenimiento: quedan garantizados

- Toda pérdida o daños provenientes de una causa que haya tenido su origen antes de comenzar el período de mantenimiento o conservación, siempre que dicho origen y los daños que pudieran derivarse no sean objeto de exclusión en las Condiciones Generales.
- Toda pérdida o daño ocasionados por el contratista durante la ejecución de los trabajos llevados a cabo con el propósito de cumplir sus obligaciones de mantenimiento o conservación estipulados en el contrato de obras, siempre que tal pérdida o daño no sean objeto de exclusión en las Condiciones Generales.

Esta cobertura suele tener una duración de doce meses contados a partir de la fecha de terminación de la obra, sea ésta posterior o anterior a la fecha de finalización del seguro fijado por la cobertura de "Daños a la Obra"

Gastos por Remoción de Escombros o Demolición: Quedan amparados los gastos de demolición y/o remoción de escombros que hubieran de realizarse en caso de siniestro indemnizable.

11.3 RELACIÓN DE CLÁUSULAS OPCIONALES HABITUALES A INCLUIR COMO CONDICIONES ESPECIALES EN EL SEGURO TRC

11.3.1 Cobertura de pérdidas o daños por huelga, motín y conmoción civil

RIESGOS CUBIERTOS.

- ◆ Siempre que se haya pactado expresamente la inclusión de esta cobertura, la Compañía se obliga al pago al asegurado, con máximo de la suma asegurada para esta cobertura, de las indemnizaciones que pudieran resultar de los daños directos sufridos por los bienes asegurados a consecuencia de motines, conmociones civiles y huelgas, que a los efectos de este seguro se entenderán como:
 - El acto de cualquier persona que tome parte conjuntamente con otras en huelgas, motines, conmociones civiles, disturbios laborales, manifestaciones, alborotos y tumultos populares, que alteren el orden público y cuyo acto no quede expresamente excluido en estas Condiciones Especiales.
 - El acto intencional de cualquier huelguista o trabajador suspendido para fomentar una huelga o para resistir un cierre patronal (lock-out).
 - Las medidas o tentativas que, para prevenir, evitar, reprimir o atenuar los hechos y actos anteriormente indicados o para disminuir sus consecuencias, tomare cualquier autoridad legalmente constituida, con exclusión de los gastos que ocasione la aplicación de tales medidas.

RIESGOS EXCLUIDOS

- ◆ Además de las exclusiones generales habituales de la póliza, quedan excluidas de esta cobertura:
 - Pérdidas o daños que resulten de la suspensión total o parcial de los trabajos o del atraso o interrupción o suspensión de cualquier proceso u operación.
 - Pérdidas o daños ocasionados por el desposeimiento permanente o temporal resultante de confiscación, apropiación o requisición por cualquier autoridad legalmente constituida.
 - Pérdidas o daños resultantes por el desposeimiento permanente o temporal de algún edificio, resultante de su ocupación ilegal por cualquier persona.
 - Pérdidas o daños causados por cualquiera de los hechos cubiertos, anteriormente descritos, que reúnan las características de levantamiento popular y/o militar, insurrección, rebelión, poder militar o usurpación de poder.
 - Guerra, guerra civil (haya o no mediado declaración oficial), invasión, actos de enemigos extranjeros, hostilidades u operaciones bélicas.
 - Pérdidas o daños indirectos de cualquier clase, tales como pérdida de mercado, de beneficios, rescisión de contrato o cualquier otro de naturaleza análoga.

Obligaciones con respecto a obras sitas en zonas sísmicas

Se conviene expresamente que la Compañía sólo indemnizará los daños o responsabilidades cubiertos por la póliza, resultantes de temblor de tierra, si el Asegurado demostrara que el riesgo sísmico fue tenido en cuenta en el diseño, conforme a los reglamentos antisísmicos oficiales vigentes en el lugar de la obra y que se han respetado las especificaciones que rigen para las dimensiones y calidades de los materiales de construcción y mano de obra en las que se base el respectivo diseño.

11.3.2 Cobertura de daños a bienes existentes y/o a propiedad adyacente

RIESGOS CUBIERTOS

- Siempre que se haya pactado expresamente la inclusión de esta cobertura, se conviene que las prestaciones de la póliza se extenderán a cubrir la pérdida o daños accidentales y directos sufridos en los bienes, descritos en estas Condiciones Especiales, existentes y/o propiedad adyacente al lugar de construcción de las obras aseguradas, siempre que sean propiedad o se encuentren a cargo, custodia o control del contratista o contratistas asegurados, a condición de que dicha pérdida o daño tenga su causa directamente en la ejecución de las obras de la construcción asegurada y sujeto a que:
 - Previamente al inicio de los trabajos de construcción, los bienes existentes o propiedad adyacente asegurados se encuentren en condiciones satisfactorias y, en su caso, se hayan tomado las medidas necesarias para su seguridad. El Asegurado deberá preparar un informe especificando las condiciones en que se encuentran dichos edificios antes de la iniciación de los trabajos y enviarlo a la Compañía, a su requerimiento.
 - El daño ocurra durante el período de construcción cubierto por el seguro.

RIESGOS EXCLUIDOS

Además de las exclusiones contenidas en las Condiciones Generales de la póliza, quedan, asimismo, excluidos de la presente cobertura las reclamaciones por:

- Los gastos y desembolsos realizados para la adopción de las medidas adicionales de seguridad que fueran necesarias, antes o durante las obras de construcción.
- Grietas que no afecten ni a la estabilidad de la obra ni a la seguridad de sus ocupantes.
- Daños y/o pérdidas que se atribuyan a errores u omisiones en el diseño.

- Daños y pérdidas causados por fuerzas de la naturaleza o por cualquiera otra causa no relacionada con la obra asegurada.
- Daños resultantes de apuntalamientos, túneles u otras operaciones que interesen elementos portantes o el subsuelo, salvo que se produzca el hundimiento total o parcial de los bienes asegurados.
- Daños o perjuicios indirectos de cualquier clase, pérdidas de rentas o imposibilidad de utilización de las instalaciones o edificios dañados.
- Daños y pérdidas que ocurran durante el período de mantenimiento, salvo pacto expreso en contrario.

11.3.3 Cobertura de robo y expoliación

RIESGOS CUBIERTOS

- ◆ Siempre que se haya pactado expresamente la inclusión de esta cobertura, se conviene, en modificación de lo dispuesto en las Condiciones Generales de la póliza, que quedarán amparados los daños directos sufridos por los bienes asegurados a consecuencia de robo y expoliación, tal y como estos riesgos quedan definidos en dichas Condiciones Generales, así como los daños derivados de tales hechos o de su tentativa.

RIESGOS EXCLUIDOS

- ◆ Además de las exclusiones generales de la póliza, quedan excluidos, en todo caso, de esta cobertura:
 - Los bienes asegurados que se encuentren fuera de las obras de la construcción asegurada, salvo que su cobertura hubiera sido pactada expresamente.
 - Los daños producidos por simples pérdidas o extravíos o hurtos de cualquier clase.
 - Robos y expoliaciones producidos por negligencia grave del asegurado, del tomador del seguro o de las personas que de ellos dependan o con ellos convivan, salvo pacto expreso en contrario.

- Robos y expoliaciones cometidos por, o en connivencia con, personal dependiente del contratista o contratistas asegurados.
- Robo de máquinas, equipos y materiales con peso unitario inferior a 50 Kgs, salvo que estén guardados en locales cerrados dotados de las adecuadas medidas de seguridad

11.3.4 Cobertura de errores de diseño

Siempre que se haya pactado expresamente la inclusión de esta cobertura, en modificación de lo establecido en las Condiciones Generales de la póliza, se conviene lo siguiente:

RIESGOS CUBIERTOS

Las prestaciones de la póliza se extenderán a garantizar los daños materiales causados directamente a los bienes asegurados a consecuencia de errores de diseño, salvo las exclusiones del artículo siguiente.

RIESGOS EXCLUIDOS

La cobertura anteriormente indicada no garantiza los daños imputables a la dirección facultativa de las obras, así como los debidos a errores o a una deficiente concepción de los diseños o proyectos.

Las exclusiones señaladas se limitan a los gastos de rectificación y daños causados a los bienes directamente afectados, y no se extenderán a los que sufra otra parte de la obra a consecuencia de accidentes causados por tales circunstancias.

11.3.5 Cobertura de responsabilidad civil frente a colindantes

RIESGOS CUBIERTOS

En modificación de lo dispuesto en las Condiciones Generales de la póliza a efectos de la cobertura de Responsabilidad Civil, se conviene expresamente que en el caso de existir bienes colindantes a las obras aseguradas, única y exclusivamente quedarán cubiertos los daños a dichos bienes bajo la cobertura de Responsabilidad Civil, cuando previamente a la iniciación de los trabajos se haya comprobado que dichos bienes colindantes se encuentran en condiciones satisfactorias y, en su caso, se hayan tomado las medidas adicionales necesarias para su seguridad. A tal efecto, el Asegurado se obliga a aportar un informe emitido por técnico competente, en el que se especifiquen las condiciones en que se encuentran las estructuras antes de la iniciación de los trabajos.

RIESGOS EXCLUIDOS

- ◆ Además de las exclusiones contenidas en las Condiciones Generales de la póliza, quedan excluidas de la presente cobertura, las reclamaciones por:
 - Los gastos y desembolsos realizados para la adopción de las medidas adicionales de seguridad que fueran necesarios, antes o durante las obras de construcción.
 - Daños resultantes de apuntalamiento, tuneleo u otras operaciones que interesen los elementos soportantes o el subsuelo, a no ser que originen el derrumbamiento total o parcial del bien colindante.
 - Grietas que no afecten a la estabilidad de la estructura o la seguridad de los ocupantes del inmueble.

Exclusión daños por asentamientos del terreno

En adición a lo previsto en las Condiciones Generales de aplicación al seguro, se conviene expresamente que quedan asimismo excluidos los daños causados por asentamientos del terreno sobre el que se ejecutan las obras, debidos a ausencia, deficiencia o insuficiencia de compactación y estabilización del mismo, así como los que se deriven de las características del subsuelo, los materiales y los métodos de construcción empleados en función de las cargas a soportar.

Delimitación de daños a instalaciones subterráneas

- En modificación a lo dispuesto en las Condiciones Generales de la póliza, se pacta expresamente que la Compañía sólo indemnizará la responsabilidad civil en que pueda incurrir el Asegurado por daños o pérdidas ocasionadas a cables, tuberías, conducciones y/o instalaciones subterráneas de cualquier tipo si previamente al inicio de las obras garantizadas, se cumplen los siguientes requisitos:
 - El Asegurado deberá informarse, pedir y recibir de las autoridades u organismos públicos competentes o de las entidades privadas propietarias de tales bienes subterráneos completa información y documentación sobre su ubicación exacta.
 - El Asegurado deberá buscar y localizar la existencia de tales bienes y marcar su emplazamiento; así como adoptar todas las medidas de seguridad necesarias para prevenir eventuales daños en los mismos.
 - En todo caso, la indemnización a pagar no sobrepasará los costes de reparación de dichos bienes subterráneos quedando excluida toda reclamación por pérdidas y/o daños consecuenciales y multas convencionales.

- **FRANQUICIA:** Se conviene expresamente que en caso de siniestro cubierto por la póliza, serán a cargo del asegurado los importes o el porcentaje del valor de los daños indicados a continuación, con mínimo en cualquier caso, de las cantidades, asimismo citadas.

En caso de abonarse una indemnización por pérdidas o daños en cables, tuberías, conducciones e instalaciones subterráneas, que se encuentren tendidos exactamente en la ubicación indicada en los planos de situación facilitados por el organismo, autoridad o empresa correspondiente, se aplicará una franquicia por siniestro del: - % del importe del daño con mínimo de:..... €.

En caso de abonarse una indemnización por pérdidas o daños en las instalaciones cuyo tendido no está indicado exactamente en el plano de ubicación facilitado se aplicará una franquicia por siniestro de:..... €.

- De no haberse solicitado por parte del Asegurado al organismo, autoridad o empresa competente la ubicación de los cables subterráneos, tuberías, conducciones y demás instalaciones subterráneas, se conviene expresamente que el Asegurador quedará liberado de su prestación bajo esta póliza.

Delimitación de daños por trabajos de excavación

En adición a lo previsto en las Condiciones Generales de la póliza, se conviene expresamente que quedan asimismo excluidos de las garantías de la póliza, las pérdidas, daños y/o gastos debidos a:

- la estabilización de áreas de roca suelta y/o otras medidas adicionales de seguridad, aún cuando esta necesidad se presente solamente durante la ejecución de los trabajos de construcción.
- la excavación excesiva con respecto a las secciones transversales originalmente previstas en los planes de construcción, así como los gastos adicionales que resulten de rellenar los huecos surgidos.
- los gastos desembolsados en concepto de desagüe de fundación, aún cuando las cantidades de agua originalmente esperadas hayan sido excedidas sustancialmente.
- las pérdidas o daños debidos a fallas en el sistema de desagüe de fundación, si dichas fallas hubieran podido evitarse mediante equipos de reserva suficientes.
- los gastos desembolsados en concepto de impermeabilizaciones y drenajes adicionales que sean necesarios para la evacuación de aguas superficiales, de laderas, a presión, aguas de filtración y manantiales de agua.

Obligación de medidas de prevención contra incendios y explosión

En modificación de lo establecido en las Condiciones Generales de la póliza, se pacta expresamente que la Compañía sólo indemnizará al Asegurado los daños causados por incendio o explosión cuando se hubieran tomado las medidas de prevención siguientes:

1. Deberá contarse en el sitio de la obra, en todo momento, con una cantidad suficiente de equipos extintores eficientes y de agentes extintores, listos para ser utilizados en forma inmediata.
2. Un número adecuado de obreros tendrán que ser adiestrados a fondo en el manejo de estos equipos y estar dispuestos a actuar, sin demora, en caso de incendio.
3. Todos los materiales combustibles o inflamables (madera, papel, cajas vacías, desperdicios y desechos), especialmente líquidos y gases, deberán retirarse periódicamente de los tajos, almacenándose a una distancia adecuada de la obra y del sitio en que se efectúen trabajos con evolución de calor.
4. La ejecución de trabajos de soldadura u otras operaciones a llama abierta estará permitida cerca de material inflamable sólo cuando esté presente, por lo menos, un obrero dotado de los extintores de incendios adecuados y adiestrado suficientemente en la extinción de incendios.
5. Al comenzar el período de pruebas deberán estar instalados y listos para su utilización todos los equipos extintores de incendios requeridos para la operación de la planta.
6. El almacenaje de material requerido para los trabajos de construcción y montaje deberá distribuirse en varios sitios de almacenamiento y el valor por unidad de almacenaje no deberá exceder el importe mencionado más abajo. Las diferentes unidades de almacenaje deberán estar separadas por una distancia mínima de 50 metros o bien separadas por muros cortafuegos.

Valor máximo asegurado por unidad de almacenaje: €

Inclusión de los gastos por honorarios profesionales

Siempre que se haya pactado expresamente la inclusión de esta cobertura, se conviene que, con el límite de la suma asegurada para este concepto, quedan incluidos los pagos a Arquitectos, Peritos, Ingenieros, Consultores y Asesores, en que necesariamente se incurra para la reconstrucción de los bienes asegurados en las mismas condiciones del proyecto primitivo, como consecuencia de un siniestro indemnizable bajo la póliza, sin que en ningún caso queden cubiertos los gastos y honorarios de dichos facultativos por el concepto de medidas de precaución o seguridad para evitar tal siniestro. La Compañía abonará los honorarios de los técnicos mencionados con sujeción a las normas reguladoras de honorarios profesionales fijados por los respectivos Colegios Profesionales; los excesos, si los hubiera, serán de cuenta y exclusivo cargo del Asegurado.

Se excluyen los gastos u honorarios de profesionales nombrados por el Asegurado para la estimación y determinación de los daños acaecidos con motivo de un siniestro y/o para formular o sustentar su reclamación contra la Compañía.

Delimitación de daños en obra avanzada

En adición a lo establecido en las Condiciones Generales de la póliza se conviene expresamente que quedan excluidos los daños a los bienes asegurados, cuya causa u origen se haya producido con anterioridad a la entrada en vigor de la póliza, aún cuando las consecuencias se manifestaran durante la vigencia del seguro.

11.3.6 COBERTURA DE GASTOS DE EXTINCION Y SALVAMENTO

Como ampliación a lo establecido en las Condiciones Generales de la póliza, se hace constar expresamente que quedan cubiertos por la presente cobertura y con máximo de la suma asegurada más abajo indicada, los gastos adicionales por las medidas necesarias adoptadas por la Autoridad o el Asegurado para cortar o extinguir un incendio o impedir su propagación, incluso el pago de la tasa de bomberos, siempre y cuando dichos gastos se deban a consecuencia de un daño material indemnizable bajo la cobertura básica de daños propios de montaje.

Asimismo, quedan cubiertos los gastos que se originen por el empleo de los medios necesarios para aminorar las consecuencias de un siniestro, siempre que no sean inoportunos o desproporcionados a los bienes salvados.

Se indemnizarán los gastos realizados y debidamente justificados.

Suma asegurada: .. % del valor de la obra y como máximo de € por siniestro y duración de la póliza.

11.3.7 COBERTURA DE RESPONSABILIDAD CIVIL CRUZADA

RIESGOS CUBIERTOS

Siempre que su inclusión se haga constar de forma expresa en las Condiciones Particulares de la póliza, las prestaciones otorgadas por la Cobertura de Responsabilidad Civil Extracontractual se aplicarán a cada uno de los asegurados que intervengan en la ejecución de las obras (contratistas y subcontratistas incluidos), en la misma forma que si a cada uno de ellos se le hubiera extendido una cobertura por separado. No obstante, para un accidente o serie de accidentes, provenientes de una misma o igual causa, la responsabilidad total de la Compañía no excederá del límite de indemnización por siniestro, establecido en las Condiciones Particulares para la cobertura de "Responsabilidad Civil Extracontractual", cualquiera que sea el número de asegurados responsables.

RIESGOS EXCLUIDOS

Además de los riesgos excluidos en las Condiciones Generales de la póliza, queda excluida de las garantías de este seguro la responsabilidad civil por:

1. Daños a bienes asegurados o que pudieran haber sido asegurados bajo la cobertura de daños materiales de las Condiciones Generales de la póliza, aunque no exista una obligación de indemnizar por haberse acordado una franquicia o un límite de indemnización.
2. Daños ocasionados o derivados de obra entregadas o puestas en servicio.
3. Daños personales o enfermedades acaecidos a empleados o trabajadores de cualquiera de los Asegurados que resulten de un accidente de trabajo y que dé lugar a una reclamación contra su propia empresa o empleados de la misma.
4. Daños a bienes próximos al sitio de obra, propiedad de algún asegurado.
5. Daños por contaminación del suelo, aguas, atmósfera, etc.

11.3.8 COBERTURA DE TERRORISMO

COBERTURA

La Compañía cubre los daños materiales acaecidos a los bienes objeto de seguro y que se deban a cualquier acto terrorista, conforme a las condiciones indicadas a continuación:

1. A los efectos de esta cláusula se entiende por acto terrorista el uso de fuerza o violencia y/o su amenaza por parte de cualquier persona o grupo(s) de personas que o bien actúan solas o por encargo o en conexión con cualquier organización(es) o gobierno(s) y que sea cometido para fines o por razones políticas, religiosas, ideológicas o étnicas, incluyendo la intención de incidir en la actuación de un gobierno y/o crear temor y miedo en la opinión pública o parte de la misma.

2. La responsabilidad del asegurador a causa de cualquier acto terrorista queda limitada a una indemnización máxima indicada en las Condiciones Particulares de la póliza.
3. La cobertura queda limitada al período de construcción.

EXCLUSIONES

No son objeto de cobertura debido a cualquier acto terrorista lo siguiente:

- a) siniestros por pérdida de beneficios de cualquier naturaleza resultantes de la inclusión de daños debidos a la interrupción de las actividades de los clientes o proveedores o debidos a la denegación de acceso,
- b) pérdidas, siniestros, costes o gastos causados directa o indirectamente por la interrupción de servicios de suministro (p. ej.: electricidad, gas, agua, telecomunicación),
- c) pérdidas, siniestros, costes o gastos causados directa o indirectamente por contaminación biológica o química debido a cualquier acto terrorista.
A los efectos de c) se entiende por contaminación la infección, la intoxicación, el impedimento y/o la restricción de la utilización de bienes debido a los efectos de sustancias químicas y/o biológicas.
- d) siniestros acaecidos durante el período de mantenimiento.

Cláusula de cancelación

La presente cobertura puede ser cancelada por el Asegurador o por el Asegurado en cualquier momento mediante notificación por carta certificada dirigida al Asegurado a su última dirección conocida y mediante la devolución de la prorrata de la prima no devengada correspondiente a esta cobertura por el tiempo que faltare por transcurrir desde la fecha de cancelación hasta la fecha de terminación del seguro.

Dicha cancelación, sin embargo, se hará efectiva a la terminación de los 7 días a contar desde la medianoche del día en que el aviso de cancelación ha sido enviado por carta certificada al Asegurado o al Asegurador.

OBLIGACIÓN DE ARRIOSTRAMIENTOS PROVISIONALES

En modificación a lo previsto en las Condiciones Generales de la póliza, se conviene expresamente que quedan asimismo excluidos los daños causados por la falta y/o insuficiencia de arriostramientos provisionales de obra.

11.3.9 COBERTURA DE PÉRDIDA DE BENEFICIOS A CONSECUENCIA DE UN SINIESTRO DE CONSTRUCCION

RIESGOS CUBIERTOS

Con los límites de capital y tiempo fijados en las presentes condiciones y siempre que en algún momento del período de vigencia del seguro, que figura en las mismas para esta cobertura, se produzca una interrupción (entorpecimiento) en los trabajos de construcción y/o montaje y/o en las pruebas de operaciones, como consecuencia de la Obra otorgado por la presente póliza, dando como resultado un retraso en el comienzo y/o interrupción (entorpecimiento) del negocio asegurado, la Compañía indemnizará la Pérdida del Beneficio Bruto efectivamente sufrida y debida a la reducción del volumen del negocio y/o al incremento de los costes de explotación tal como se define a continuación:

El importe a indemnizar en este contexto será:

- a) respecto a la pérdida de beneficio bruto: la cantidad obtenida multiplicando la tasa de beneficio bruto por la diferencia entre el volumen de negocio que se hubiera conseguido si no se hubiese presentado “el retraso”, y el volumen de negocio realmente obtenido, ambos referidos al período de indemnización fijado;
- b) respecto al incremento de los costes de explotación: el gasto adicional en el que se incurra necesaria o razonablemente con el sólo propósito de prevenir o disminuir la reducción del volumen de negocio que se hubiera presentado sin este gasto, durante el período de indemnización, pero sin que exceda de la suma obtenida al multiplicar la tasa de beneficio bruto por la pérdida prevenida del volumen de negocio.

Si la suma asegurada anual de esta cobertura de la póliza es menor que la suma obtenida multiplicando la tasa de beneficio bruto por el volumen anual de negocio, la suma a indemnizar será reducida en la misma proporción.

RIESGOS EXCLUIDOS

Además de las exclusiones contenidas en las Condiciones Generales y Particulares de la póliza, la Compañía no indemnizará al Asegurado por los siguientes conceptos:

1. pérdidas de beneficio bruto y/o incrementos del costo de explotación debido a cualquier retraso causado por, o que sea resultado de:
 - a. pérdidas o daños amparados bajo la Cobertura de Daños Propios de la Obra mediante endosos a la póliza, a no ser que ello haya sido acordado expresamente por escrito e incluido en las Condiciones Particulares;
 - b. pérdidas o daños en la propiedad adyacente, en la maquinaria y equipo de construcción;
 - c. pérdidas o daños en los medios de operación, insumos, escasez, destrucción, deterioro de o daños en cualquier clase de materiales que sean necesarios para el funcionamiento del negocio asegurado;
 - d. cualquier tipo de restricciones impuestas por las autoridades públicas;
 - e. no disponibilidad de fondos;
 - f. modificaciones, ampliaciones, mejoras, rectificaciones de defectos o fallos o subsanación de cualquier clase de deficiencia llevadas a cabo después de la ocurrencia del daño;
 - g. pérdidas o daños en bienes entregados o recibidos por el Asegurado o para los cuales ha cesado la cobertura de daños propios de la construcción y/o montaje,
 - h. anomalías o deficiencias en el suministro de energía eléctrica,
 - i. cualquier riesgo no incluido en la cobertura de los daños propios de la construcción y/o montaje otorgada por la presente póliza,
 - j. los trabajos de descarga.

2. cualquier pérdida debida a multas o daños por el incumplimiento del contrato, por retraso o incumplimiento de órdenes, o por cualquier penalización de cualquier naturaleza que sea;
3. pérdidas de negocio debidas a causas tales como suspensión, caducidad o cancelación de contratos de arrendamiento, licencia u orden, etc., que se produzcan con posterioridad a la fecha del comienzo efectivo de las operaciones aseguradas;
4. pérdidas o daños en prototipos, a no ser que ello haya sido acordado expresamente por escrito e incluido en las Condiciones Particulares.
5. daños consecuenciales o indirectos que se deriven de un siniestro, tales como depreciación o deterioro de mercancías, pérdidas de mercado o clientes, aumentos del coste de mantenimiento, demoras o retrasos en los servicios, imposibilidad de llevar a cabo operaciones comerciales, lentitud laboral deliberada u otras contingencias similares.
6. demoras excesivas en la reparación o reposición de los bienes dañados respecto al plazo que sería necesario en condiciones normales de ejecución.

Consideraciones sobre el cronograma de avance de los trabajos de construcción

Mediante estas Condiciones Especiales se pacta expresamente que el cronograma de avance de los trabajos de construcción y montaje formará parte integrante de la póliza.

La Compañía, en modificación de las Condiciones Generales de la póliza, no indemnizará al Asegurado con respecto a daños causados por una desviación del cronograma de avance de los trabajos de construcción y/o montaje que exceda de los plazos citados a continuación en semanas, a menos que dicha desviación haya sido aprobada por escrito por la Compañía antes de la ocurrencia del siniestro.

Desviación del cronograma de avance de construcción:

12 BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Fernández, J. "Movimientos de tierras. Excavaciones". C.O. Ing Agrónomos de Castilla-León y Cantabria. 2000.
- Argüelles Alvarez, R. "Hormigones. Fabricación y cálculo". ETSI Montes. Madrid 1977
- Bermejo Nualart, F. y col. "Guía para el uso de la instrucción EHE". 1999
- Bernuy Tejedor, M.; Boyarizo Gómez, E. "Breves consideraciones sobre diagnosis de patologías en la edificación". INTEC.
- Calavera, J. "Proyecto y cálculo de estructuras de hormigón armado". INTEMAC. Madrid. 2001
- Cherné Tarilonte, J; González Aguilar, A. "Movimiento de Tierras". Publicado en Internet.
- Colegio de I.T. de Obras Públicas. "Prontuario". 1999.
- Compañía Suiza de Reaseguros. Introducción al seguro y reaseguro de ingeniería. Zurich 1997.
- Consejo General de la Arquitectura Técnica. Actas de la II convención técnica y tecnológica de la arquitectura técnica. 2000.
- Mapfre Industrial SAS. E ITSEMAP, STM. Guía Básica de Seguridad en Obras de Construcción y Montaje. Madrid 2000.
- Mapfre Industrial SAS. Póliza de Seguro de Construcción. Condiciones Generales y Especiales. Madrid 2002.
- Ministerio de Fomento. "Orden circular 10/2002 sobre secciones de firme y capas estructurales de firmes". Madrid
- Ministerio de Fomento. "Orden circular 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes". Madrid.
- Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft. Los grandes riesgos de ingeniería. München 1998.
- Parada, R. "Derecho Administrativo 5ª Edición". Ed. Marcial Pons. Madrid. 1996.

ANEXOS

ANEXO I.- PROCEDIMIENTO ACONSEJADO PARA LIMITAR LOS DAÑOS A TERCEROS Y LA RESPONSABILIDAD EN OBRAS INFRAESTRUCTURA CIVIL

I.1. DAÑOS EN CANALIZACIONES E INSTALACIONES

Solicitud de información existente en la administración competente en cuanto a identificación de la naturaleza y titularidad de las instalaciones existentes

Solicitud directa de información a las compañías implicadas en forma de certificación positiva o negativa sobre la ubicación precisa por donde transcurren las instalaciones especificando exactamente mediante planos el ámbito concreto de actuación de la obra. A título meramente informativo se incluye un modelo de requerimiento vigente en Francia para la petición a las compañías afectadas.

En ausencia de información específica, se debe proceder a la detección mediante sensores y catas de las canalizaciones mediante la contratación de una empresa especializada independiente.

Si se sospecha o se conoce que por la zona afectada discurren canalizaciones de gas, es imprescindible la instalación de detectores de gas particularmente en las obras de túneles subterráneos.

I.2. DAÑOS EN EDIFICACIONES COLINDANTES-EXISTENTES

Antes de comenzar las obras susceptibles de producir daños en edificaciones existentes se debe proceder a la realización de un reportaje fotográfico exhaustivo de fachadas y a su validación mediante acta notarial.

Si durante el proceso se detecta la existencia de grietas, fisuras, desplomes, etc. en alguna, debe procederse a la colocación de testigos documentándolo mediante las oportunas fotografías validadas notarialmente.

Siempre que no conste en el proyecto como información previa, debe recopilarse la información existente en los registros municipales relativa a las características, dimensiones, situación y materiales constituyentes de las cimentaciones y fachadas de los edificios colindantes.

MODELO DE SOLICITUD DE INFORMACIÓN ECLARACIÓN INICIO TRABAJOS

DECLARACIÓN DE INTENCIÓN DE COMIENZO DE TRABAJOS SOLICITUD DE INFORMACIÓN A COMPAÑÍAS - TERCEROS POSIBLES AFECTADOS POR TRABAJOS AÉREOS O SUBTERRÁNEOS

 Referencia de esta declaración - petición
información

Fecha de esta declaración – petición

Nombre de la persona de contacto:

IMPORTANTE: El formulario deberá ser facilitado por los promotores de la obra a la Compañía / Tercero posible afectado, al menos 15 días antes de la fecha de inicio de los trabajos. Los terceros consultados dispondrán de 10 días a partir de la fecha de recepción de la declaración, para facilitar su respuesta. No recibida respuesta por parte del Tercero consultado en el período indicado, se le formalizará comunicación fehaciente por parte del Promotor confirmando la intención de inicio de los trabajos con al menos 3 días de anticipación. Domingos y Festivos NO incluidos

Destinatario (tercero posible afectado, TITULAR DE POSIBLES INSTALACIONES):

Referencia de la respuesta de información

Fecha de respuesta

1 - DECLARANTE

EMPRESA O PARTICULAR	Nombre y Apellidos, o Denominación:		
	<input type="checkbox"/> Empresa		<input type="checkbox"/> Particular
	Dirección (calle, nº, C.P., municipio)		Teléfono:
			Fax:
		E-mail:	

2 – DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

EMPLAZAMIENTO	Dirección (Nombre y núm. De la vía), localización o referencia catastral:	
	Municipio:	C.P.: <input style="width: 50px;" type="text"/>
Se adjunta plano o croquis con indicación exacta del emplazamiento: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		
NATURALEZA DE LA OBRA	<input type="checkbox"/> Demolición <input type="checkbox"/> Plantado, arranque, poda árboles <input type="checkbox"/> Excavaciones <input type="checkbox"/> Canalizaciones <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/> Movimiento de tierras <input type="checkbox"/> Drenaje, subsolado <input type="checkbox"/> Cimentaciones <input type="checkbox"/> Trabajos en zanjas o pozos	
	Descripción detallada de los trabajos:	
	Descripción del tipo de técnica o maquinaria a utilizar:	
		Profundidad de excavación:
CALENDARIO	Fecha Prevista para el comienzo de los trabajos:	Duración estimada:

3 – INFORMACIONES SOLICITADAS POR EL DECLARANTE

- Localización exacta de instalaciones, conducciones aéreas, subterráneas o subacuáticas existentes.
- Recomendaciones o prescripciones técnicas relativas a las condiciones de ejecución de los trabajos.

ANEXO II.- GUÍA BÁSICA DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se incluye un resumen actualizado de la Guía Básica de Seguridad en las obras de Construcción y Montaje elaborado por ITSEMAP, STM en el año 2000, en el que se recogen los aspectos básicos de seguridad tendentes a la minimización de accidentes en este tipo de riesgos y que suelen venir acompañados de cuantiosos daños materiales y, sobre todo, de gravísimos daños personales.

1) INTRODUCCION

En los últimos años el sector de la construcción ha registrado un considerable aumento de actividad, tanto en lo que se refiere a obras de edificación como obras de infraestructura. Asimismo, el incremento de la actividad ha registrado un importante aumento en los niveles de contratación.

Esta situación ha comportado como consecuencia directa un importante incremento de los accidentes registrados en valores absolutos. Sin embargo en valores relativos, también se ha registrado un incremento de los índices de accidentalidad constituyendo así la construcción, el sector de mayor siniestralidad (ver gráficos adjunto).

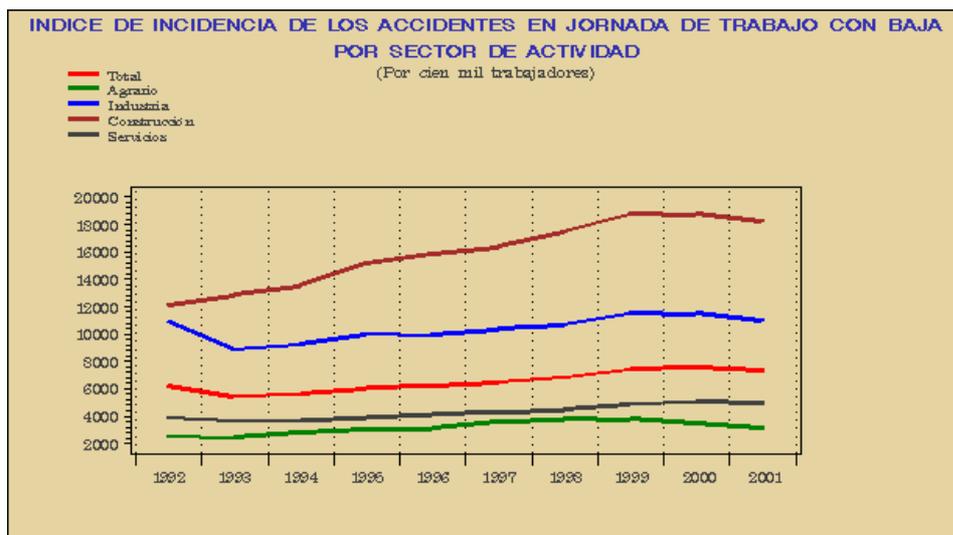


Gráfico: Evolución índice de incidencia período 92-01 por sectores. Fuente Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Algunos de los motivos que apuntan hacia esta alta siniestralidad laboral son:

- **Temporalidad.** A diferencia de una empresa encuadrada en el sector industrial o en el sector servicios, donde existen unos lugares de trabajo fijos y estables con unos riesgos laborales caracterizados por su permanencia y con un responsable, el empresario titular del centro de trabajo, duradero y con una cierta perspectiva de fijeza; sin embargo las obras se acometen con el objetivo de ser concluidas en un plazo concreto y determinado, por lo que la presencia del empresario constructor en la obra finaliza con la entrega del resultado ejecutado, siendo, por tanto, esta actividad, en lo que se refiere a cada obra concreta y determinada, de naturaleza temporal. Esta situación tiene como principal consecuencia en materia de seguridad, al contrario de otros sectores industriales, que no existan estructuras estables que faciliten la aplicación y mantenimiento de la acción preventiva.
- **Movilidad.** Dada la propia dinámica y evolución de la obra, los riesgos pueden variar y modificarse, total o parcialmente, prácticamente cada día, pudiendo asimismo alterarse de forma secuencial y cronológica tanto el número y la entidad de las empresas que acometen las mismas, en función de las distintas fases de la obra, como, por supuesto, los trabajadores presentes en la obra, quienes sólo permanecerán en la misma el tiempo que perduren los trabajos inherentes a la especialidad para los que han sido contratados.
- **Alto grado de competitividad en el sector dando lugar a ahorros de costes** a través de la aceleración de los trabajos y no aplicación de partidas presupuestarias en materia de seguridad.
- **Reducción o carencia de la actividad formativa en prevención** sobre los trabajadores de las obras. Como hemos señalado el alto grado de competitividad en obras reduce la realización de este tipo de actuaciones, elemento clave para el mantenimiento de unas buenas condiciones de seguridad en obras.

Por otro lado la elevada demanda de trabajadores en este sector da lugar a que trabajadores desplazados de otras áreas de actividad se incorporan a realizar tareas de construcción. Este tipo de trabajadores, al disponer de una escasa o nula experiencia en materia de seguridad, hecho que se puede ver agravado en aquellas obras en que la actividad preventiva es prácticamente nula, tienen una mayor probabilidad de protagonizar un accidente.

En adición a los riesgos, a los cuales los trabajadores se ven sujetos, es importante señalar la exposición a daños de las distintas propiedades involucradas durante el proceso de construcción o montaje. La propiedad básica que se puede ver afectada será el objeto de construcción o montaje que irá evolucionando a medida que la actividad progrese, variando el grado de exposición frente a distintos riesgos tal como los riesgos de la naturaleza. Por ejemplo, en las primeras fases del proceso constructivo, las obras son más vulnerables a sufrir daños a consecuencia de riesgos de la naturaleza tal como inundaciones, al no encontrarse finalizadas las redes de drenaje definitivas. Por otro lado, en general la construcción se verá más expuesta a riesgos operacionales en la fase de pruebas de las instalaciones como por ejemplo la existencia de un posible incendio por un fallo eléctrico, al existir una mayor probabilidad de que los fallos de ejecución de la instalación eléctrica se manifiesten en dicha fase; a esta situación se debe añadir que en la mayoría de los casos el proyecto es más vulnerable al encontrarse generalmente por terminar las medidas de protección contra incendios activas y pasivas.

Otras propiedades que se pueden ver afectadas durante el proceso constructivo son el equipo de construcción y la maquinaria de los contratistas y subcontratistas partícipes, las construcciones y bienes ya existentes al inicio de los trabajos (como por ejemplo en el caso de obras de reforma o ampliación), bienes de terceros colindantes a la obra, etc.

Es importante resaltar que el riesgo a que se enfrenta en caso de producirse un daño sobre los bienes materiales, no sólo consistirá en soportar el patrimonio necesario para la reposición de los bienes dañados, sino que adicionalmente la entidad deberá hacer frente al impacto económico que supondrá el retraso de la puesta en operación de la actividad para la cual ha sido proyectada la obra.

La gestión de la seguridad en las obras, por tanto no sólo debe contemplar la seguridad de los trabajadores a la que la legislación claramente obliga a que quede garantizada, sino que además debe contemplar la seguridad física de los bienes que se puedan ver expuestos a consecuencia de las obras.

2) MARCO LEGAL

La Constitución Española establece en el capítulo 3º del Título I, los principios rectores de la política social y económica. En especial en el artículo 40 se dirige a los poderes públicos con un mandato expreso en materia de seguridad e higiene:

Art. 40 (Constitución Española)

Asimismo los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y readaptación profesionales; velarán por la seguridad e higiene en el trabajo...

A este mandato, referido a la necesidad de desarrollar una política de protección de la seguridad y de la salud en el ámbito del trabajo, obedecen las disposiciones específicas contenidas en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL en adelante) y la normativa que la desarrolla, especialmente por su carácter general, el Reglamento de los Servicios de Prevención, aprobado por Real Decreto 39/1997, de 17 de enero.

En el ámbito de la construcción se incorpora un reglamento específico como transposición al Derecho Español de la Directiva 92/57/CEE del Consejo, de 24 de junio de 1992, relativa a las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles. Este reglamento queda recogido en el Real Decreto 1627/97 , de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. Este nuevo reglamento viene a derogar el anterior Real Decreto 555/1986 que trataba sobre las condiciones de seguridad en obras de construcción.

La implantación del Real Decreto 555/1986, ya supuso en nuestro país un claro avance en orden a reducir la accidentalidad en el sector de la construcción ya que superaba el carácter proteccionista cuando se refería a que *la actuación preventiva sólo puede efectuarse con eficacia mediante la planificación, puesta en práctica, seguimiento y control de medidas de seguridad e higiene, integradas en las distintas fases del proceso constructivo, así como su mantenimiento y reparación, lo que debe lograrse a partir de la inclusión de estas materias adecuadamente estudiadas y desarrolladas en el propio proyecto de obra.*

El vigente Real Decreto 1627/1997 incorpora algunos de los aspectos de la anterior reglamentación que se han revelado de utilidad para la Seguridad y Salud en las obras de construcción, pudiendo destacar algunos aspectos interesantes tales como:

- Todos los sujetos interventores en el proceso constructivo están contemplados en esta normativa: promotor, proyectista, dirección facultativa, contratista, subcontratista, proyectista y trabajador autónomo.
- Crea las figuras de coordinador en materia de seguridad y salud durante la fase de elaboración del proyecto y la fase de su ejecución de las obras.
- Incorpora la necesidad de la realización de Estudios de Seguridad y Salud bajo criterios más exigentes que la anterior normativa y los correspondientes Planes de Seguridad y Salud que desarrollen los anteriores una vez se vayan a ejecutar las obras . Asimismo para aquellas obras que anteriormente no les eran exigibles el Estudio de Seguridad y Salud (ESS) , incorpora la obligatoriedad de realizar el Estudio Básico de Seguridad (EBS).

Es de relevancia la reciente publicación de dos nuevas referencias legales que afectan directamente al marco que regula la prevención de riesgos laborales en el sector de la construcción y que a continuación se referencian:

LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales

Se pone de manifiesto una deficiente incorporación del nuevo modelo de prevención y una falta de integración de la prevención en la empresa, que se evidencia en muchas ocasiones en el cumplimiento más formal que eficiente de la normativa. Se pone al mismo tiempo de manifiesto una falta de adecuación de la normativa de prevención de riesgos laborales a las nuevas formas de organización del trabajo, en especial en las diversas formas de subcontratación y en el sector de la construcción.

En el mes de octubre de 2002, fruto de la preocupación compartida por todos por la evolución de los datos de siniestralidad laboral, el Gobierno promovió el reinicio de la Mesa de Diálogo Social en materia de Prevención de Riesgos Laborales con las organizaciones empresariales y sindicales. Además, se mantuvieron diversas reuniones entre el Gobierno y las comunidades autónomas en el seno de la Conferencia Sectorial de Asuntos Laborales para tratar de estas cuestiones de manera conjunta.

Las conclusiones de este doble diálogo, social e institucional, se han concretado en un conjunto de medidas para la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, encaminadas a superar los problemas e insuficiencias respecto de los cuales existe un diagnóstico común, asumidas el 30 de diciembre de 2002 como Acuerdo de la Mesa de Diálogo Social sobre Prevención de Riesgos Laborales, entre el Gobierno, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales, la Confederación Española de la Pequeña y la Mediana Empresa, Comisiones Obreras y la Unión General de Trabajadores. Estas medidas fueron refrendadas posteriormente por el Pleno de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud de 29 de enero de 2003.

Las medidas acordadas abarcan diferentes ámbitos: medidas para la reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, medidas en materia de Seguridad Social, medidas para el reforzamiento de la función de vigilancia y control del sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social y medidas para el establecimiento de un nuevo sistema de información en materia de siniestralidad laboral.

REAL DECRETO 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.

El diálogo social desarrollado entre el Gobierno y las organizaciones empresariales y sindicales desde octubre de 2002 en la Mesa de Diálogo Social en materia de Prevención de Riesgos Laborales y el diálogo institucional entre el Gobierno y las comunidades autónomas en el seno de la Conferencia Sectorial de Asuntos Laborales dieron lugar el 30 de diciembre de 2002 a un diagnóstico común sobre los problemas e insuficiencias apreciados en materia de prevención de riesgos laborales y a una serie de propuestas para su solución acordadas entre el Gobierno, la Confederación Española de Organizaciones Empresariales, la Confederación Española de la Pequeña y la Mediana Empresa, Comisiones Obreras y la Unión General de Trabajadores, propuestas que fueron refrendadas posteriormente por el Pleno de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de 29 de enero de 2003.

Ese doble diálogo se ha visto respaldado con la aprobación de la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales, que, por lo que aquí interesa, añade un apartado 6 al artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, por el que se establece de manera expresa la necesidad de desarrollar reglamentariamente las previsiones que en materia de coordinación de actividades empresariales regula el citado artículo.

Debe igualmente recordarse que, dentro de las propuestas de la Mesa de Diálogo Social sobre Prevención de Riesgos Laborales, los agentes sociales habían acordado iniciar un proceso de diálogo con vistas a la aprobación por el Gobierno de un texto para el desarrollo reglamentario del artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

En este sentido, los interlocutores sociales remitieron el pasado mes de julio al Gobierno un conjunto de criterios comunes para el desarrollo de los apartados 1 y 2 del artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, así como una serie de consideraciones más generales para el desarrollo de su apartado 3.

Este real decreto viene a dar cumplimiento al mandato de desarrollar reglamentariamente el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y toma como base para ello los criterios comunes y consideraciones generales consensuados por los agentes sociales.

En esta norma son objeto de tratamiento los distintos supuestos en los que, conforme al citado artículo, es necesaria la coordinación de actividades empresariales y los medios que deben establecerse con esta finalidad, buscando siempre un adecuado equilibrio entre la seguridad y la salud de los trabajadores y la flexibilidad en la aplicación por las empresas que incida en la reducción de los indeseados índices de siniestralidad laboral.

Por un lado, la seguridad y la salud de los trabajadores. En este sentido, este real decreto supone un nuevo paso para combatir la siniestralidad laboral y, por tanto, su aprobación servirá para reforzar la seguridad y la salud en el trabajo en los supuestos de concurrencia de actividades empresariales en un mismo centro de trabajo, esto es, en los casos cada día más habituales en que un empresario subcontrata con otras empresas la realización de obras o servicios en su centro de trabajo.

3) LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD EN OBRAS

El deber empresarial de protección de los trabajadores surge como consecuencia del poder de dirección del empresario, al que acompaña el poder disciplinario para su ejercicio efectivo. La lógica de esta obligación contractual reside en la potestad del empresario para imponer unas condiciones de trabajo y unas tareas concretas a sus trabajadores bajo las órdenes que la lógica de la organización productiva demande, las cuales deben ser atendidas y cumplidas debidamente por los trabajadores con buena fe y, en última instancia, por el mencionado poder disciplinario empresarial. En correspondencia a esta situación, el empresario debe adoptar toda la diligencia posible para garantizar que las tareas ejecutadas en unas condiciones de trabajo impuestas por él, y de acuerdo a sus ordenes sean lo más inocuas posible para el trabajador, es decir que no supongan una amenaza significativa para su integridad física y su salud.

En el desarrollo de las obras de construcción se presentan una multitud de entidades partícipes: promotor, proyectista, contratistas, etc., que dificultan tanto en la fase de proyecto como de ejecución la asignación de responsabilidades en materia de seguridad y salud. Para salvar esta situación, el RD 1627/1997 establece un modelo de gestión basado en la idiosincrasia propia de la actividad contemplando tanto la fase de elaboración de proyecto como de ejecución de las obras y estableciendo para cada una de las figuras partícipes (ver figuras 1 y 2) una serie de obligaciones y responsabilidades.

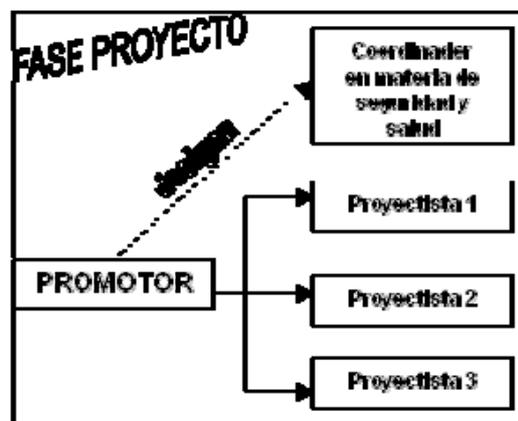


Figura nº 1

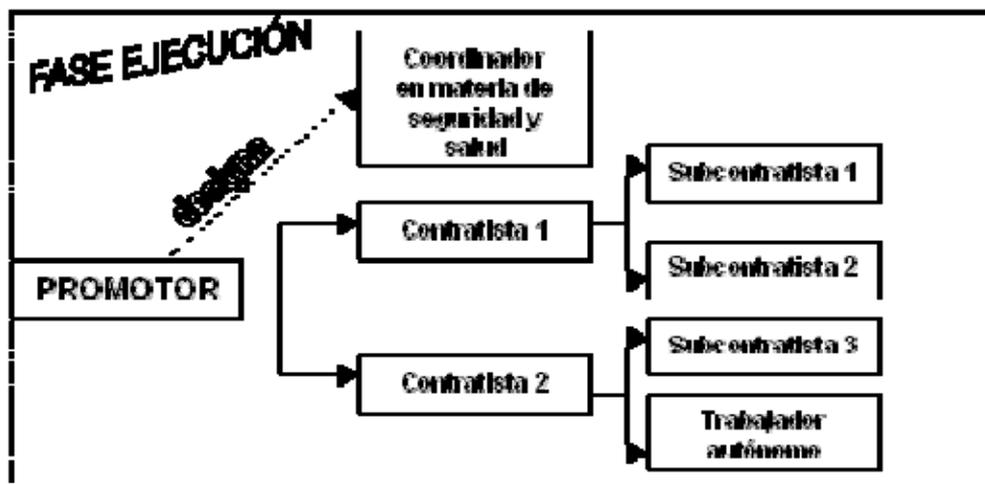


Figura nº 2

Se definen así:

- Promotor o comitente: cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.
- Proyectista: el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.
- Coordinador o responsable en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra: Será el técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de la obra la aplicación de los principios de la acción preventiva al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente de manera segura.
- Coordinador o Responsable en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para coordinar durante la fase de ejecución de los trabajos de construcción o montaje la aplicación de los principios de la acción preventiva al tomar decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo para que se desarrollen simultánea o sucesivamente de manera segura.
- Dirección facultativa: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.
- Contratista: 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.
- Subcontratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.
- Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.



Figura nº 3: La labor del coordinador de seguridad en las obras consiste en concertar los medios y acciones para que los interventores en las obras apliquen los principios generales de prevención durante toda la ejecución de la obra.

Las figuras de los coordinadores de seguridad tanto de la fase de proyecto como de la fase de ejecución de los trabajos, se hacen necesarias siempre que participen varios proyectistas (estructuras, instalaciones, etc.) y varias empresas de construcción (contratistas, subcontratistas, etc.) respectivamente.

Tanto el coordinador en materia de seguridad durante la fase del proyecto como el responsable de seguridad durante la fase de construcción son figuras clave para garantizar unas adecuadas condiciones de seguridad durante toda la obra, estableciendo en fase de proyecto un estudio de seguridad y salud de la obra y haciendo cumplir posteriormente durante la fase de ejecución de la obra las medidas de seguridad establecidas. No obstante la designación de dichos responsables, no exime al promotor de su responsabilidad en materia de seguridad, dado que es como consecuencia de la voluntad del promotor, como se consiguen los niveles de seguridad requeridos al proveer de autoridad al coordinador de seguridad sobre los contratistas y subcontratistas implicados.

Por otro lado los contratistas efectuarán planes de seguridad específicos mediante los cuales se establecerán las medidas de seguridad que efectivamente se llevarán a cabo respetando los criterios mínimos establecidos en los estudios de seguridad. Estos también serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad que será aprobado por el responsable de seguridad de la obra (coordinador designado o dirección facultativa), en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o en su caso a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Los subcontratistas, de forma similar al contratista, está obligado, en la obra, a cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos y las obligaciones que se deduzcan de lo establecido en el Plan de Seguridad.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables solidarios de las consecuencias del incumplimiento de las medidas preventivas previstas en el plan. Por tanto las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a contratistas y subcontratistas.

Por tanto el sistema de gestión de la seguridad se fundamenta en el establecimiento de las responsabilidades ya mencionadas y obligaciones en materia de seguridad a los partícipes del proyecto que tienen poder de incorporar las debidas medidas preventivas. Estas obligaciones se resumen como sigue:

- Promotor: Designar a los coordinadores (proyecto y ejecución), cuidar que en la fase de proyecto se elabore el ESS o el EBS y comunicar a la autoridad laboral competente el Aviso Previo antes del inicio de los trabajos.
- Coordinador de seguridad en la fase de proyecto: Elaborar o hacer que se elabore bajo su responsabilidad el ESS o el EBS, así como coordinar la aplicación de los principios generales de prevención (art. 15 de la LPRL) en las fases de concepción, estudio y elaboración de proyecto. En esta fase no sólo es esencial el desarrollo de cara a garantizar unas adecuadas condiciones de seguridad para los trabajadores, sino que es además vital en esta fase la labor de anticipación de cara a la protección frente a daños que puedan sufrir los bienes, debiéndose programar las actividades atendiendo no sólo a criterios de economía sino también de protección del proyecto durante la fase de ejecución.

- Coordinador de seguridad en fase de ejecución: Coordinar los principios generales de prevención (LPRL) durante toda la ejecución de la obra, pero en particular en las tareas de manipulación de materiales y utilización de medios, recogida de materiales peligrosos utilizados, elección del emplazamiento de puestos y áreas de trabajo, cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos así como adoptar medidas para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. Asimismo estará facultado para aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista o las modificaciones introducidas en el mismo, imponer instrucciones y transmitir indicaciones a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos durante la ejecución de la obra, utilizar el libro de incidencias que estará en su poder y que deberá mantenerse siempre en obra, disponer la paralización de los tajos o en su caso de la obra en circunstancias de riesgo grave e inminente dejando constancia en el libro de incidencias notificándolo a la autoridad laboral.
- Contratistas y subcontratistas: La primera obligación que compete a los contratistas es la de redactar el plan de seguridad y salud de las obras que vayan a acometer de acuerdo a lo establecido en el ESS. Contratistas y subcontratistas están obligados a aplicar los principios de la acción preventiva, cumplir y hacer cumplir a los trabajadores lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos, en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Ambos responderán solidariamente del incumplimiento de las medidas establecidas en el Plan de Seguridad y Salud.
- Trabajadores autónomos: Aplicar los principios de la actividad preventiva (LPRL), atender las indicaciones, cumplir las instrucciones del coordinador en la fase de ejecución y cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

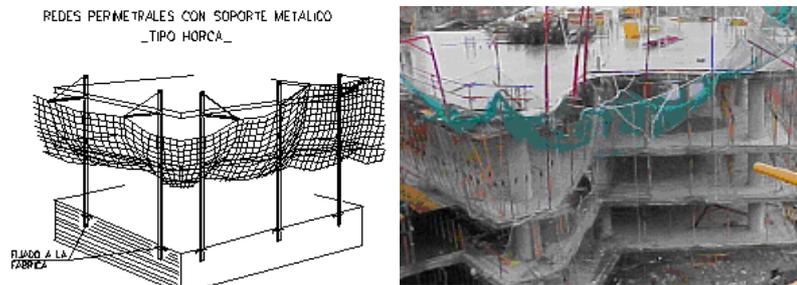


Figura nº 4: Redes perimetrales de protección colectiva para evitar accidentes graves como consecuencia de caídas en altura. En la obra de la fotografía la existencia de las redes evitó una muerte. El gráfico de la figura izquierda es un detalle de los planos incluidos en el estudio de seguridad que acompañaban a la obra.

El coordinador de seguridad durante la ejecución de las obras, deberá vigilar que los procedimientos de seguridad establecidos para controlar los peligros identificados, se lleven a cabo debiendo disponer de completa autoridad para forzar su cumplimiento.

El coordinador de seguridad debería efectuar una inspección general a la obra al menos cada día de trabajo, pudiendo variar la periodicidad en función de la dimensión de la obra. En el caso de existir una única contrata principal, generalmente existirá un encargado de seguridad por parte del contratista . El coordinador de seguridad en las obras y el responsable o responsables de la seguridad por parte de las contratas deben efectuar reuniones informativas semanales y visitas de inspección a obras conjuntas donde se resalten las carencias observadas sobre las condiciones de seguridad, llegando a compromisos para la adopción de medidas de seguridad.

Como consecuencia de estas inspecciones deberá ir registrando todas las deficiencias observadas en materia de seguridad en el desempeño de los trabajos por las diferentes contratas. Periódicamente deberá mantener reuniones de obra con los responsables de seguridad de las contratas con objeto de notificar dichas deficiencias e impulsar la adopción de medidas correctoras. Asimismo, en el transcurso de dichas reuniones, realizará un seguimiento de las actuaciones que en materia de seguridad vienen realizando los contratistas y subcontratistas. Estas actuaciones deben quedar registradas en actas de reunión.



Figura nº 5: La labor de prevención no sólo debe centrarse en reducir los riesgos laborales que suelen ser la fuente de accidentes laborales. El prevencionista debe prever otros accidentes que pueda poner en peligro la integridad del proyectos tal como el incendio.

Con independencia de los requisitos legales, es importante resaltar que dentro del presupuesto, generalmente se reserva un capítulo para el establecimiento de medidas de seguridad, por lo que no sólo el contratista está obligado como empresario a poner los medios necesarios para mantener unas buenas condiciones de seguridad, sino que también es la propiedad quien tiene derecho a exigir que se incorporen en el desarrollo de los trabajos, las medidas de seguridad presupuestadas. Asimismo el responsable de seguridad por parte del contratista debe registrar todas las actuaciones efectuadas en este campo, de manera que a través de dicha documentación, el coordinador de seguridad por parte de la propiedad pueda verificar por ejemplo que en todo momento los trabajadores en obra han sido formados en las prácticas de seguridad establecidas en obra (medidas de prevención para las distintas tareas que comporta su oficio, medidas de prevención generales en obra y medidas de actuación en caso de presentarse una emergencia).

4) NOTA DE LA AGENCIA EUROPEA PARA LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SOBRE PREVENCIÓN DE ACCIDENTES DE TRABAJO EN SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN



Prevención de accidentes en el sector de la construcción

En la Unión Europea el sector en el que existe un mayor riesgo de accidentes ⁽¹⁾ es el de la construcción: cada año mueren más de 1.300 personas en construcciones. En todo el mundo, los trabajadores de la construcción tienen una probabilidad tres veces mayor de morir y dos veces mayor de resultar lesionados que los trabajadores de otros sectores. Estos accidentes tienen un coste enorme para la **persona**, para el **empresario** y para la **sociedad**. Pueden representar una proporción notable del precio del contrato.

Más del 99 % de las empresas constructoras europeas son **pequeñas y medianas empresas (PYME)**. Por consiguiente, las PYME son las más afectadas por los accidentes de construcción. El asesoramiento que figura en esta ficha informativa es aplicable a empresas de cualquier tamaño.

Responsabilidades

Los propietarios, directores de obra, empresarios, contratistas y trabajadores autónomos son responsables de garantizar la seguridad. Los requisitos pertinentes que se hacen constar en las Directivas europeas ⁽²⁾ son los siguientes:

- Tener en cuenta la seguridad y la salud laboral a partir de la fase de planificación en todos los trabajos de **construcción**. El trabajo tiene que coordinarse entre todas las partes implicadas en su planificación y su realización
- Garantizar un **equipo de trabajo** seguro (abarca: adecuación, elección, características de seguridad, utilización segura, formación e información, inspección y mantenimiento)
- Colocar **señales de seguridad y de salud** cuando las medidas preventivas no puedan evitar o reducir adecuadamente los riesgos
- Proporcionar **equipos de protección individual** (p. ej. cascos, arneses de seguridad, protección ocular y respiratoria, calzado de seguridad, etc.) apropiados para los riesgos existentes y siempre que no puedan evitarse por otros medios.
- Garantizar un entorno laboral seguro y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores de la **construcción**, p. ej. accesos, vías de circulación seguras
- Ajustarse a un **marco** general de gestión de la salud y la seguridad, que abarque: evaluación y prevención de riesgos, prioridad de las medidas colectivas para eliminar riesgos, consulta a los trabajadores, proporcionar información y formación y coordinación de la seguridad con los contratistas

Los requisitos mínimos establecidos por las Directivas se han incorporado a la **legislación nacional**, que puede incluir requisitos adicionales.

Los **trabajadores** tienen la obligación de colaborar activamente en las medidas preventivas de los empresarios, ajustándose a las instrucciones recibidas a través de la formación.

Es obligatorio **consultar a los trabajadores**. La utilización de los conocimientos de éstos ayuda a garantizar que los riesgos se localizan correctamente y se implementan soluciones viables.

Prevención de accidentes - Evaluación de riesgos

En la construcción existen numerosos peligros. Sin embargo, hay muchas "buenas prácticas" que pueden aplicarse con facilidad para prevenir accidentes. El primer paso consiste en llevar a cabo una **evaluación adecuada y suficiente de los riesgos**.

Para garantizar una disminución real de los riesgos de lesión de los trabajadores y de otras personas (que incluyen a los visitantes de la obra o los transeúntes) la evaluación de los riesgos deberá tener en cuenta la totalidad de riesgos y peligros. Hay que asegurarse de que la disminución de un riesgo no incremente la probabilidad de un riesgo distinto.

Hay que identificar todos los peligros, incluidos aquellos que surgen de las actividades laborales y de otros factores, p. ej. la disposición de la obra. A esto le seguirá una evaluación del alcance de los riesgos implicados, teniendo en cuenta las precauciones existentes. ¿Se han tomado las precauciones suficientes o es necesario hacer más cosas? Los **resultados** de la evaluación de riesgos ayudarán a elegir las medidas preventivas más apropiadas a utilizar.⁽³⁾

Prevención práctica

Los peligros principales residen en el trabajo en altura, las excavaciones y el movimiento de cargas. **Hay que otorgar prioridad a las medidas que eliminen o reduzcan el riesgo en origen y proporcionen una protección colectiva**. La protección individual, por ejemplo los equipos de protección individual, se utilizará cuando los riesgos no puedan reducirse por otros medios.

Además de la evaluación global de riesgos se requiere una **supervisión continuada e inspecciones periódicas**.

Trabajos en altura

Las caídas de altura constituyen el motivo más frecuente de lesiones y fallecimientos en la construcción. Las causas son las siguientes: trabajar en un andamio o una plataforma sin barandillas, o sin un arnés de seguridad colocado correctamente; techos frágiles; y mantenimiento, colocación y aseguramiento deficientes de las escaleras manuales.



IMS - Yves COLUZZINI

⁽¹⁾ El Estado de la Seguridad y la Salud en el Trabajo en la Unión Europea - Estudio Piloto. 2000. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. ISBN 92-95007-00-X.

⁽²⁾ En <http://europe.osha.eu.int/legislation/> aparecen enlaces con la **legislación de la UE**, datos sobre orientaciones de la Comisión destinadas a las PYME y sobre la evaluación de riesgos y con las páginas de los Estados miembros donde se encuentra la **legislación nacional** que transpone las Directivas así como guías prácticas. Véase en particular la Directiva (92/57/CEE) sobre obras de construcción temporales o móviles.

⁽³⁾ La página web proporciona información sobre la construcción en http://europe.osha.eu.int/good_practices/sector/construction/

La información que figura en esta ficha informativa no se propone sustituir los textos oficiales de la Comunidad ni de los Estados miembros.



El proceso de construcción en su conjunto deberá planificarse de forma que se reduzca al mínimo el riesgo de caídas. En la fase de diseño del proyecto puede planificarse la protección contra las caídas. El riesgo se reduce añadiendo barandillas construidas a tal efecto, o en último término -si el riesgo continúa existiendo- proporcionando arneses de seguridad.

Trabajos en excavaciones

Antes de iniciar una excavación hay que tomar en consideración todos los peligros potenciales: desplome de las paredes de la zanja, caída de personas y vehículos en el interior de la excavación y que las estructuras cercanas puedan quedar minadas. A continuación, es preciso tomar las precauciones adecuadas. Localice y señalice todas las *instalaciones de servicios enterradas* y tome las medidas necesarias para evitarlas, asegúrese de que en la obra se encuentra disponible el material de soporte necesario para hacer la excavación, asegúrese de que existe un *método seguro* para colocar y retirar los materiales de soporte. Decida qué tipo de manipulación de materiales se necesitará y la clase de *equipo apropiado*. Asegúrese de que el equipo se entrega a tiempo y la obra está preparada para recibirlo.

Inspecciones diarias: se requieren para garantizar que continúan aplicándose las precauciones necesarias. ¿Existe una vía segura para acceder a la excavación y para salir de ella? ¿Hay barreras que eviten la caída de personas en su interior? ¿Los materiales, escombros y maquinaria se almacenan lo suficientemente alejados del borde de la excavación?

Movimiento de cargas

Planifique una reducción al mínimo de los movimientos de materiales y una manipulación segura de éstos. Asegúrese de que trabajadores formados y experimentados son los que se encargan de montar y operar con el **equipo**.

Tenga el equipo periódicamente inspeccionado, probado y exarriado por una persona competente. **Coordine las actividades de la obra:** por ejemplo, no permita que quienes realicen actividades de elevación de cargas pongan en peligro a otros trabajadores, o viceversa. Cuando no pueda evitarse la **manipulación manual de cargas**, organice las tareas de forma que se limite la cantidad y la distancia de la manipulación física. Forme a los trabajadores sobre cómo evitar los riesgos y el uso de técnicas.

Todas las elevaciones mediante grúas móviles deberán ser planificadas y llevadas a cabo por personas competentes. El conductor deberá tener una buena visibilidad y la grúa tendrá que estar apoyada en el suelo y a una distancia de seguridad con respecto a las excavaciones y las líneas eléctricas.

Orden general y acceso seguro

Es importante la organización y el orden general de la obra. Por ejemplo, hay que garantizar que: existe un *acceso seguro* (caminos, pasos peatonales, escaleras, andamios, etc.) a y desde todos los lugares de trabajo, libre de obstáculos; los *materiales* están almacenados de forma segura; las aberturas están valladas o cubiertas e indicadas con claridad; existen los sistemas adecuados de recogida y *retirada de escombros*; hay una *iluminación* adecuada.

Formación e información

Es necesario que los trabajadores comprendan los riesgos, sus consecuencias y las precauciones que se requieren para actuar con seguridad. La formación tiene que estar relacionada con situaciones reales, p. ej., problemas encontrados, que es lo que ha salido mal y cómo evitar que vuelva a ocurrir. Deberá tratar acerca de los riesgos, las medidas de prevención, los procedimientos de emergencia, los problemas de comunicación, el equipo de protección individual, el equipo de trabajo, etc. Planifique la actualización de la formación.

La formación deberá estar respaldada por una comunicación adecuada. La discusión de los temas de salud y seguridad y la transmisión de información deberán formar parte de las reuniones de equipo.

Equipo de protección individual

En las construcciones deberá utilizarse el equipo de protección individual siempre que se requiera. Tiene que ser cómodo, estar mantenido correctamente y no provocar un aumento de otros riesgos. Se requiere formación para su uso. El equipo de protección incluye: *cascos de seguridad*, si existe el riesgo de ser golpeado por objetos que caigan o si la persona puede sufrir golpes en la cabeza; *calzado adecuado* con protección en punteras y suelas y antideslizante; *ropa de protección*, por ejemplo contra el mal tiempo o con material reflectante, de modo que los trabajadores puedan ser vistos más fácilmente, p. ej. por los operadores de vehículos.

Lista de comprobación: andamios y escaleras de mano

- ¿Se ha seleccionado el equipo más adecuado para garantizar la seguridad, incluyendo las vías de acceso y evacuación?
- ¿Se utilizan las escaleras sólo cuando el uso de otro equipo no está justificado por tratarse de un uso breve y un riesgo bajo?
- ¿El andamio se ha levantado sobre una base sólida?
- ¿Están colocadas todas las barandillas a la altura correcta?
- ¿Las plataformas de trabajo tienen suficiente superficie?
- ¿Están las plataformas fijas en su posición?
- ¿Se han quitado travesaños de los andamios?
- ¿La escalera es el método más seguro y más adecuado para el trabajo?
- ¿La escalera está en buen estado y es adecuada para el tipo y la altura del trabajo?
- ¿La escalera puede colocarse de forma que se eviten las extensiones?
- ¿La escalera puede fijarse en ambos extremos?
- ¿La superficie de apoyo es firme y está nivelada?

Si se ha respondido "No" a alguna de estas preguntas, es necesaria una acción preventiva **antes** de iniciar el trabajo. Las medidas que hay que tomar son las siguientes:

- Garantizar que las aberturas, por ejemplo los huecos en el suelo, están protegidas con barreras fijas (p. ej. barandillas o cubiertas provisionales no desplazables). En caso contrario, márquela con una advertencia.
- Comprobar la seguridad de todos los elementos del andamio antes de comenzar a levantarlo.
- Inspeccionar las escaleras antes de subir a ellas, para asegurarse de que se encuentran en buen estado y se han colocado con solidez.
- Utilizar sistemas que eviten las caídas al levantar los andamios, sobre todo antes de ajustar las barandillas y las cubiertas provisionales no desplazables, y garantizar que los arneses se han fijado a una estructura firme y se utilizan de forma apropiada.
- No lanzar equipos o materiales a un nivel inferior, al suelo o a las redes de seguridad.

Más información / Referencias

En la *página web de la Agencia* <http://osha.eu.int> aparece más información sobre buenas prácticas de gestión de la seguridad. Todas las publicaciones de la Agencia pueden descargarse gratuitamente. El tema de la Semana Europea de la Seguridad y la Salud en el Trabajo, organizada por los Estados miembros durante octubre de 2001, será "*La prevención de accidentes laborales*". Puede obtenerse más información en <http://osha.eu.int/ew2001/>. Desde la página de la Agencia se puede enlazar con las *páginas de los Estados miembros* donde se encuentran la legislación nacional y guías prácticas sobre construcción: <http://es.osha.eu.int/> para España

ANEXO III.- EJEMPLOS DE SINIESTROS TIPO

A continuación se incluyen algunos ejemplos de siniestros objeto de cobertura aseguradora y que con elevada frecuencia afectan a las tipologías constructivas objeto del presente estudio.

III.1. SINIESTRO DE DAÑOS POR LLUVIA EN OBRA CONSTRUCCIÓN PLATAFORMA

La obra de construcción asegurada consiste en la ejecución de una “Plataforma de Línea de Alta Velocidad”; Subtramo: Viaductos de sobre arroyos, obra promovida por la Administración Pública española. Para ello se llevaría a cabo:

- La ejecución de 3,37 Km. de plataforma ferroviaria hasta subbalasto, existiendo dentro de su trazado dos viaductos, de 870 y 830 m.
- Realización de dos desmontes muy importantes, uno resuelto mediante la ejecución de un muro de hormigón anclado al terreno.
- Ejecución de caminos de acceso y servicios para el futuro mantenimiento de la vía, constituidos por una sùbase de terreno tolerable coronada por una capa de zahorra de 25 cm. de espesor. Las cunetas de estos caminos se definen revestidas de hormigón.
- Actuaciones de reposición de servicios afectados, Integración Ambiental y obras complementarias.

Con motivo de las intensas precipitaciones acaecidas en la zona en día de ocurrencia del siniestro, que elevó el nivel de los arroyos sobre los que transcurría el trazado, llegando a desbordarlos, y se desencadenaron daños en casi la totalidad de la traza de la obra, tanto por las lluvias como por la avenida producida en dichos arroyos.

Los daños producidos en casi la totalidad de la traza de la obra han consistido en el arrastre de materiales por la escorrentía superficial.

Así han quedado afectados los caminos de servicio, consistiendo esta afectación en el arrastre de zahorra y roturas de las cunetas revestidas.

Se ha producido deslizamientos de laderas y formación de numerosas cárcavas arrastrando la tierra vegetal en gran parte de los taludes.

Las tierras arrastradas se han depositado en las obras de fábrica de drenaje, así como en algunos tramos de cunetas, penetrando también en la excavación de una zapata.

Fotografías descriptivas:



III.2. SINIESTRO DAÑOS POR LLUVIAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CANAL

La obra asegurada, “Proyecto de Ampliación y Gran Reparación de Canal”, promovida por la Administración Pública española, consiste en la construcción de 18 Km. de canal para regadío, ejecutado en hormigón, alternándose los trabajos de hormigonado in situ (solera) con el montaje de piezas prefabricadas de hormigón (costeros del canal).

En Agosto de 2002 y como consecuencia de las lluvias caídas en el entorno del Término Municipal por el que transcurría la obra, se producen serios daños en aproximadamente 3,5 Km. de los 18 de que consta la obra. Los daños básicamente se centran en:

- Desperfectos en los caminos de acceso a la obra.
- Desperfectos en las cunetas de los caminos de servicio del canal.
- Desplazamiento lateral y vertical de los distintos módulos de canal.
- Trabajos varios de limpieza interior del canal y de obras de drenaje.

Fotografías descriptivas:



III.3. SINIESTRO EN VIADUCTO POR ERROR DE DISEÑO

Como parte de las obras de construcción de una autovía se realizó un viaducto de 358 m. Las dos calzadas que componen la autovía son independientes en el viaducto, por lo que estructuralmente son dos viaductos gemelos situados en paralelo, aproximadamente a 5 m. el uno del otro.

El viaducto está compuesto por tres vanos, de 94 m. de luz los dos vanos laterales y de 170 m. el vano central; estando constituidos los dos apoyos centrales por dos parejas de pilastras de 60 m. de altura. En el vano central la altura del viaducto es de 100 m. sobre el río.

III.3.1. MÉTODO CONSTRUCTIVO

- Construcción de los estribos y las dos parejas de pilastras de apoyo.
- Preparación de dos plataformas de trabajo en los dos extremos del viaducto.
- Montaje, en estas plataformas de trabajo, de cuatro estructuras metálicas trianguladas (vigas) de 178 m. de longitud y peso de 560 Tm. cada una.
- Lanzamiento de estas vigas de celosía desde la plataforma, mediante un movimiento de traslación y un giro, hasta alcanzar su posición definitiva sobre la pilastra.
- Construcción, sobre la estructura metálica ya colocada, de un tablero de hormigón que compondrá la calzada.
- Construcción de la capa de rodadura y acabados.

III.3.2 CAUSA Y NATURALEZA DE LOS DAÑOS

El siniestro ocurre por rotura de uno de los elementos de apoyo sobre los que pivotaba la estructura del viaducto durante la maniobra de giro durante el proceso de “lanzamiento” de la estructura metálica, concretamente de la viga de reparto de cargas (viga amarilla), produciéndose su rotura en su ala superior (zona donde se apoyaba la estructura).

Esto hace que la estructura se deslice incontroladamente unos 20 m. hacia adelante, perdiéndose el control de la maniobra, hasta que se deforma e impacta violentamente contra la plataforma de lanzamiento, lo que paraliza el movimiento.

Una vez detenido el movimiento, la estructura con importantes deformaciones, permanece apoyada sobre la plataforma de lanzamiento y sobre la pilastra. Tras los ensayos llevados a cabo se baraja como hipótesis más probables sobre la causa, el progresivo deterioro estructural (fragilidad y estado de microfisuración zonal) de la “viga amarilla”, fruto de su composición y de su vida de servicio, al no ser apta para realizar el trabajo al que fue sometida.

Fotografías descriptivas:

