

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**

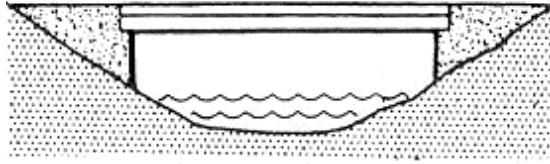
Los puentes fijos constituyen la gran mayoría de los puentes existentes. Son aquellos en los que no es necesario para su funcionamiento el desplazamientos de ninguna de sus piezas, puesto que su cometido solamente es permitir el paso entre las dos márgenes de un obstáculo.

### **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).



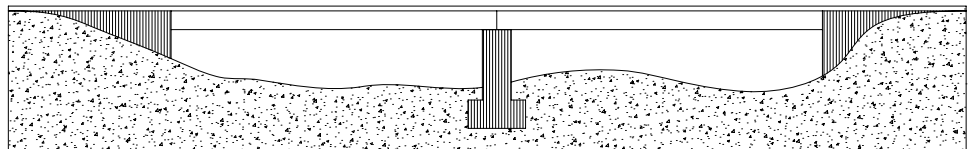
En principio, se distingue entre los siguientes sistemas:

### 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.

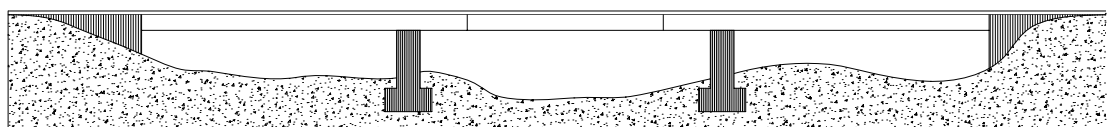
### Vigas de varios tramos

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

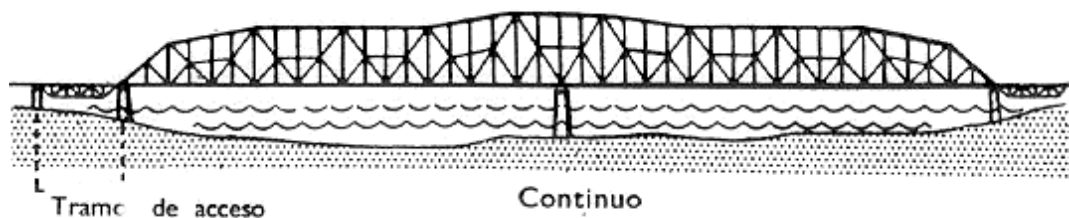
Se van uniendo las vigas de un solo tramo con extremo en voladizo con vigas articuladas colgadas en el centro. De esta manera se obtiene un simple sistema estático. Sin embargo, la calzada presenta numerosas fugas, circunstancia que resulta desventajosa con miras al mantenimiento y a las condiciones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

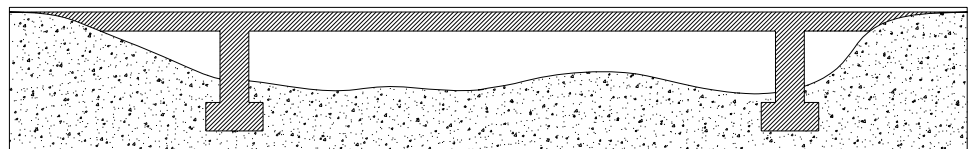
Para las obras de puentes pórticos se emplean acero, hormigón armado u hormigón pretensado. Un pórtico se forma por una unión rígida a la flexión de la superestructura del puente (vigüeta) con los pilares o contrafuertes (soportes). De ello resulta una distribución más favorable de los momentos de flexión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

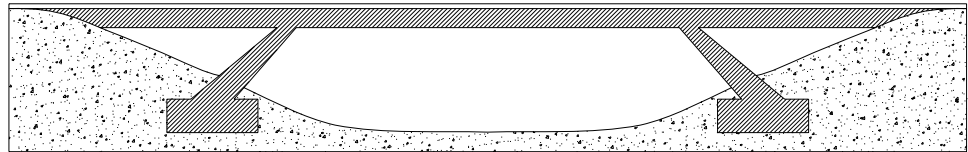
Este tipo de puente se encuentra, sobre todo, en las obras de puentes pórticos de dos articulaciones que presentan dos apoyos biarticulados torsionables.

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.

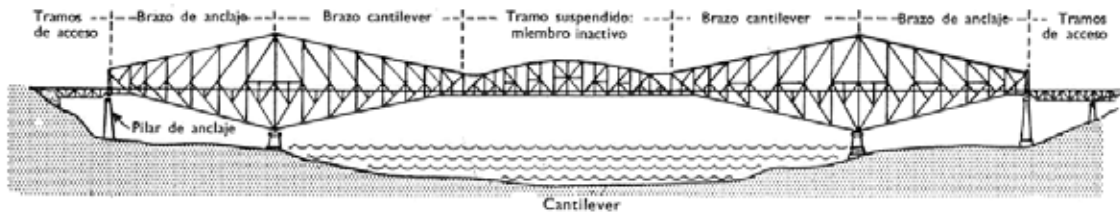


Otra variante la constituye el pórtico de vigas jabalconadas con soportes oblicuos para puentear cortes profundos o declives rocosos escarpados.

### 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.

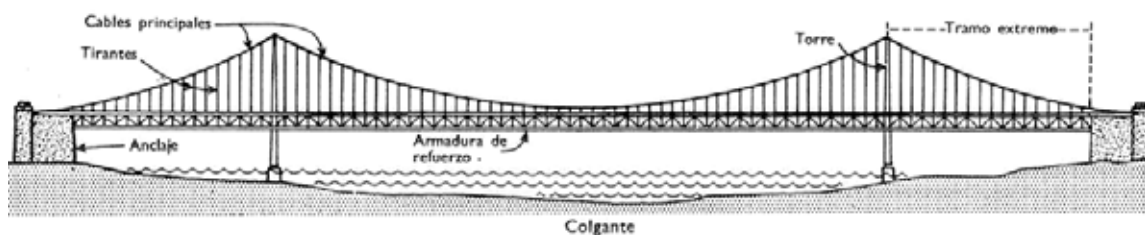
Según las exigencias impuestas por el terreno, pueden diseñarse puentes de arcos planos integrando el vértice dentro de la calzada y puentes arqueados elevados colocando soportes adicionales en el sector del vértice.

#### 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 derivan 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.

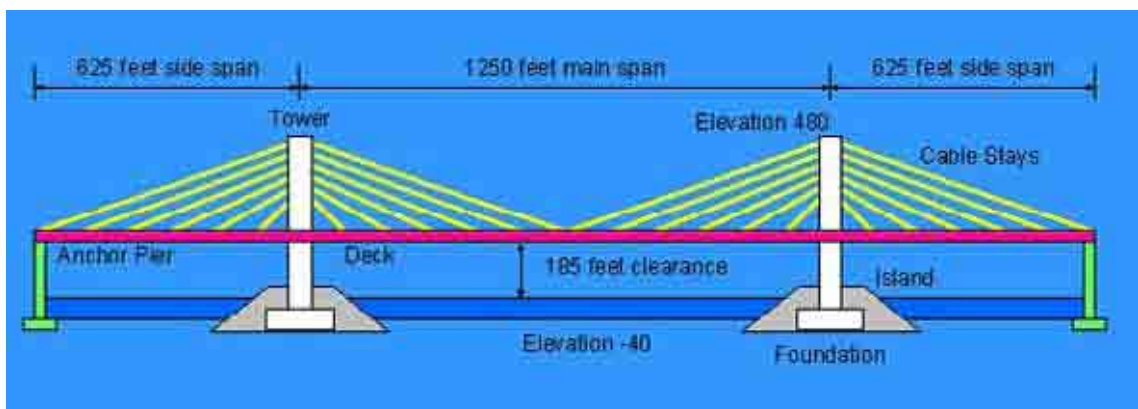
El puente de cables atirantados está compuesto de los siguientes elementos constructivos:

### 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.



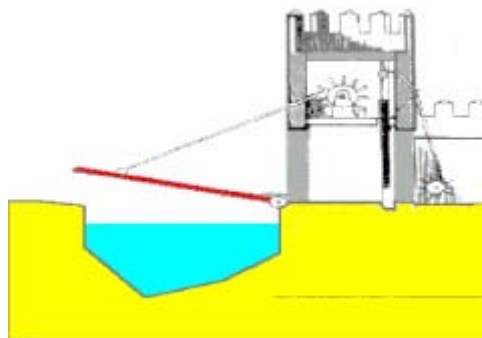
### Losa de la calzada

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.

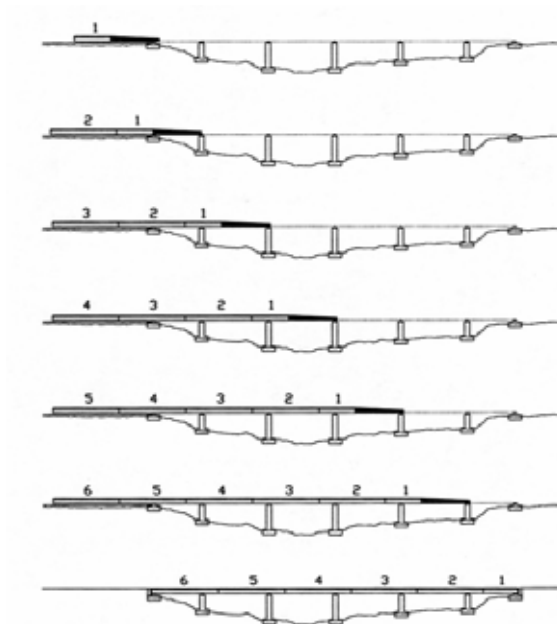
Aparte de las cimbras vaciadas in situ, se utilizan también cimbras deslizantes. Esas cimbras resultan ser económicas si hay que hormigonar varios tramos de puentes sobre un subsuelo plano de igual sección transversal y si el puente no es demasiado alto. Para la construcción de puentes largos en terreno 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 determinadas, 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, arriostramientos 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.

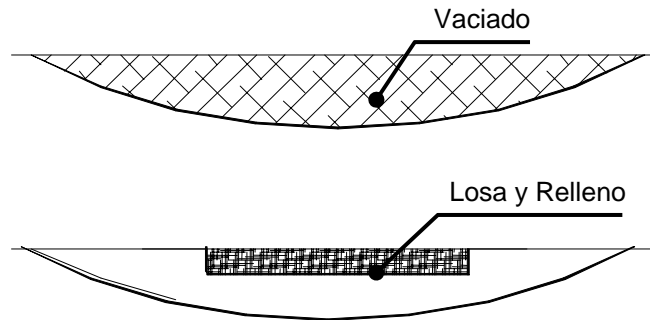
#### **2. Túneles en infraestructuras urbanas**

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 m<sup>2</sup>.

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 .

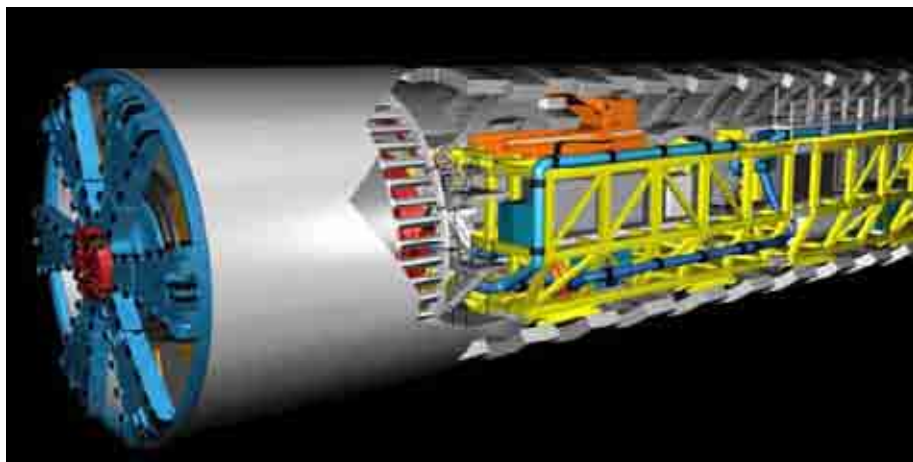


- **Excavación con máquinas integrales (rozadoras y máquinas con cabeza en sección completa).**

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

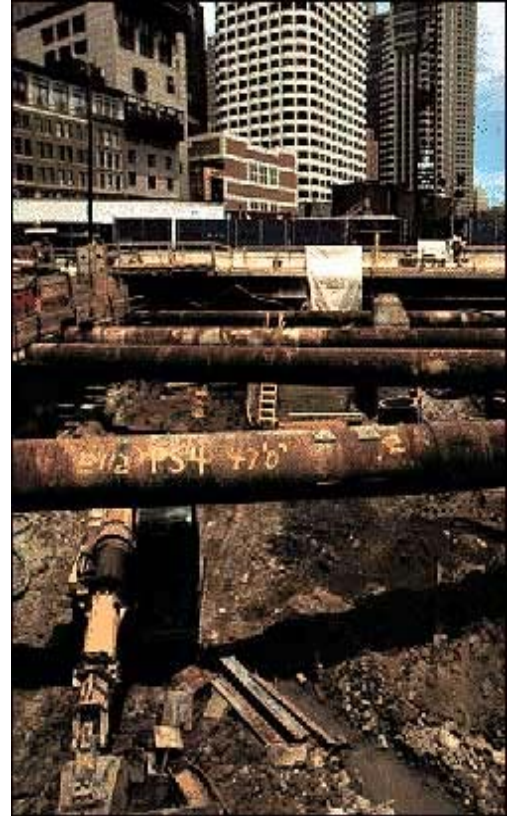
Las dificultades, organización, medios auxiliares y coste de éstas excavaciones subterráneas, están fuertemente condicionadas por la distancia de los frentes de ataque a los accesos y bocas de entrada y por la presencia de agua, especialmente en excavaciones descendentes.

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.: [ ][ ][ ][ ][ ][ ]
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.

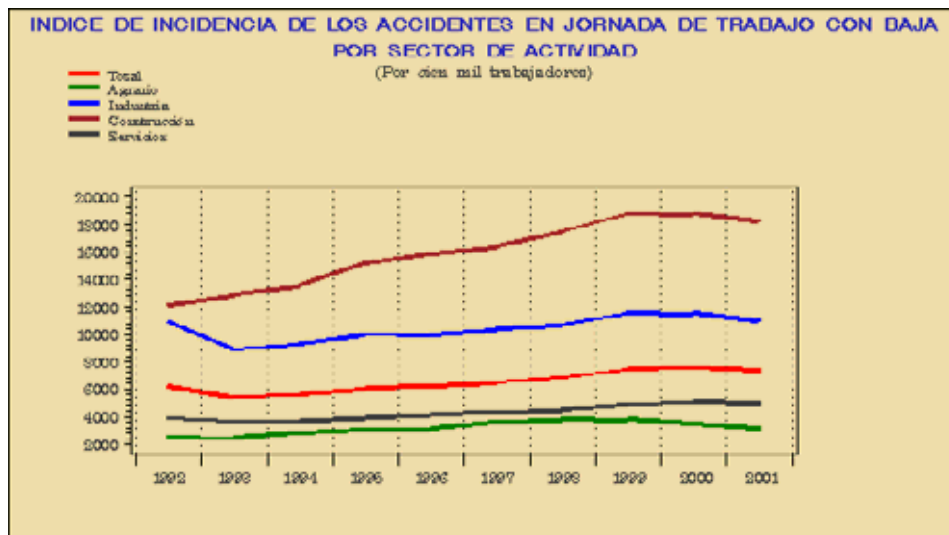
## **ANEXO II.- GUÍA BÁSICA DE SEGURIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN**

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.

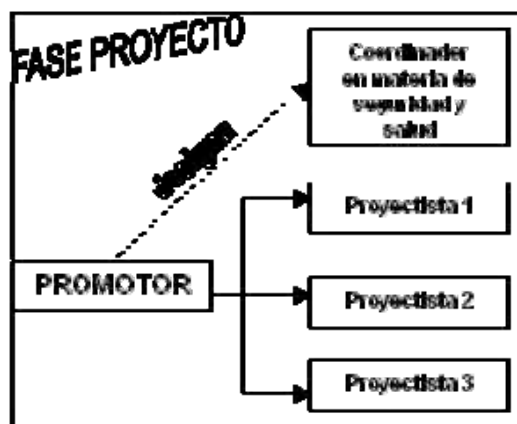


Figura nº 1

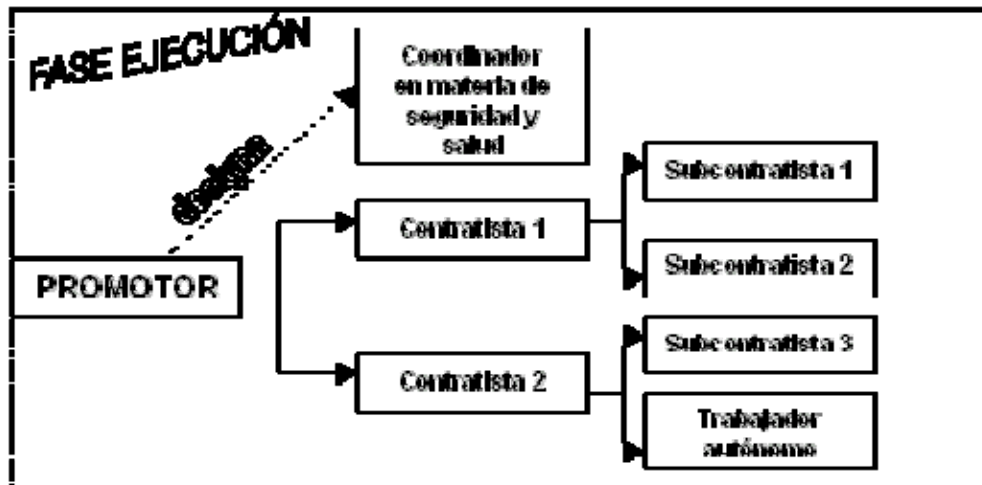


Figura nº 2

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.

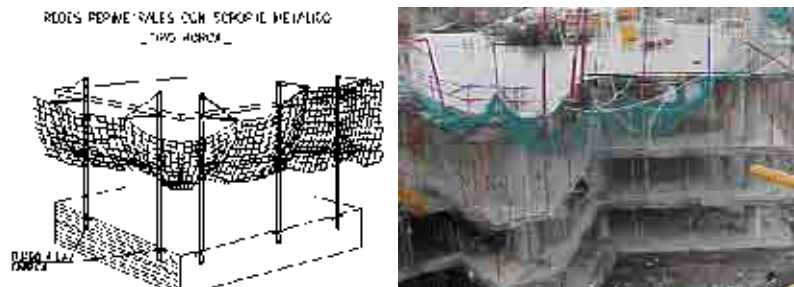
Por otro lado los contratistas efectuarán planes de seguridad específicos mediante los cuales se establecerán las medidas de seguridad que efectivamente se llevarán a cabo respetando los criterios mínimos establecidos en los estudios de seguridad. Estos también serán responsables de la ejecución correcta 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



### Prevencción 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 accidentes de construcción. 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.

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 (2).

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**.

Los 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.

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**.

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

La información que figura en esta ficha informativa es un producto actualizado por el Centro Europeo de la Construcción y de los Estados miembros.

ES

<http://osha.europa.eu>



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.

#### Riesgo 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 señale 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 que 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 continúen 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?

#### Máximo de carga

**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 examinado 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.

#### Vida 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 barreas fijas (p. ej. barandillas o cubiertas provisionales no desplazables). En caso contrario, marcarla 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/news2001/>. 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:

